ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUME II-B
Projeto Santa Quitéria

Santa Quitéria/CE

Dezembro/2023

CONSÓRCIO Santa Quitéria

QUALIFICAÇÃO

Cliente: Consórcio Santa Quitéria

Produto: Estudo de Impacto Ambiental

Contato: Ricardo Ferreira Lage

Data: Dezembro/2023

NÚMERO:	ELABORADO POR:	APROVADO POR:	DATA:
20_605_Vol.IIB_rev00	Tetra +	Cristina Almeida	Dezembro/2023

+55 (11) 2638-6664 / 3071-2721
ESCRITÓRIO SÃO PAULO
Rua Jerônimo da Veiga, 164, 16° andar
São Paulo, SP CEP 04536-900

SUMÁRIO

11 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (continuação) 33
11.2 Meio Biótico 33
11.2.1 Ecossistemas Terrestres 35
11.2.1.1 Fauna 35
11.2.1.2 Covariáveis Ambientais 409
11.2.1.3 Receptores Ecológicos 449
11.2.1.4 Flora 451
11.2.1.5 Análise da Paisagem 516
11.2.2 Ecossistemas Aquáticos 537
11.2.2.1 Ictiofauna 537
11.2.2.2 Biota Aquática 585
11.2.3 Áreas Protegidas 752
11.2.3.1 Unidades de Conservação 752
11.2.3.2 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade 754
11.2.3.3 Áreas de Preservação Permanente 758
11.2.3.4 Reservas Legais 760
11.2.4 Considerações Finais do Meio Biótico 763

LISTA DE FIGURAS

Figura 11.2.1-1: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 1 (vertebrados) Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 44

Figura 11.2.1-2: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 2 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 44

Figura 11.2.1-3: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 3 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 45

Figura 11.2.1-4: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 4 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 45

Figura 11.2.1-5: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 5 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 46

Figura 11.2.1-6: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 6 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 46

Figura 11.2.1-7: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 7 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 47

Figura 11.2.1-8: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 8 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 47

Figura 11.2.1-9: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 9 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 48

Figura 11.2.1-10: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 10 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 48

Figura 11.2.1-11: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 11 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 49

Figura 11.2.1-12: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 12 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 49

Figura 11.2.1-13: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 13 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 50

Figura 11.2.1-14: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 14 de vertebrados – Área controle, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 50

Figura 11.2.1-15: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 1 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 51

Figura 11.2.1-16: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 2 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 51

Figura 11.2.1-17: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 3 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 52

Figura 11.2.1-18: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 4 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 52

Figura 11.2.1-19: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 5 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 53

Figura 11.2.1-20: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 6 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 53

Figura 11.2.1-21: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 7 (controle) de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas. 54

Figura 11.2.1-22: Precipitação média na área do projeto nos últimos onze anos. 55

Figura 11.2.1-23: Armadilhas de Interceptação e queda (AIQ), instaladas para a amostragem da herpetofauna para o diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. (UTM 24M: E 412895, S 9494847). 61

Figura 11.2.1-24: Método de busca ativa utilizado para diagnostico para herpetofauna do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. (UTM 24M: E 414221, S 9496666; UTM 24M: E 415426, S 9495743). 61

Figura 11.2.1-25: Abundância de espécies da herpetofauna encontrada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. 65

Figura 11.2.1-26: Curvas de acumulação para espécies de répteis e anfíbios, e em conjunto para toda a herpetofauna registrada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. A linha azul clara representa a rarefação dos dados originais (com 1000 randomizações), a linha tracejada cinza representa o estimador de diversidade Chao 2, e a linha tracejada azul representa o estimador de diversidade Jackknife 1. 72

Figura 11.2.1-27: Espécie endêmica *Tropidurus semitaeniatus* registrada no Projeto Santa Quitéria, CE (UTM 24M: E 412895, S 9494847). 74

Figura 11.2.1-28: Comparação da riqueza entre as áreas de influência (ADA, AID e controle) a partir de curvas de rarefação, tendo como baliza o número de indivíduos para o menor esforço. 76

Figura 11.2.1-29: Comparação dos índices de diversidade (D, H e J) entre os três tipos de áreas de influência (ADA, AID e controle) do Projeto Santa Quitéria, CE. 78

Figura 11.2.1-30: Dendrogramas gerados pela análise de agrupamento do Projeto Santa Quitéria, CE. A esquerda com dados de abundância e a direita com dados de composição de espécies. Os pontos escritos em azul indicam pontos na ADA, pontos escritos em preto indicam pontos da AID, e o ponto verde é o ponto-controle. 78

Figura 11.2.1-31: Comparação entre a riqueza e abundância observada nas campanhas da estação seca (C1 e C2) e chuvosa (C3) do Projeto Santa Quitéria, CE. 79

Figura 11.2.1-32: *Ameiva ameiva*. 91
Figura 11.2.1-33: *Ameiva ocellifera*. 91
Figura 11.2.1-34: *Brasiliscincus heathi*. 91
Figura 11.2.1-35: *Vanzosaura multiscutata*. 91
Figura 11.2.1-36: *Tropidurus semitaeniatus*. 91
Figura 11.2.1-37: *Tropidurus hispidus*. 91
Figura 11.2.1-38: *Phyllopezus pollicaris*. 91
Figura 11.2.1-39: *Phylodrias nattereri*. 91
Figura 11.2.1-40: *Micrurus ibiboboca*. 92
Figura 11.2.1-41: *Leptodactylus troglodytes*. 92
Figura 11.2.1-42: Armadilhas de interceptação e queda instaladas na ADA (Ponto 04). 92
Figura 11.2.1-43: Armadilhas de interceptação e queda instaladas na ADA (Ponto 11). 92
Figura 11.2.1-44: Armadilhas de interceptação e queda instaladas no ponto controle (Ponto 14). ..92
Figura 11.2.1-45: Levantamento da avifauna a partir das listas de Mackinnon. 99
Figura 11.2.1-46: Levantamento da avifauna a partir das listas de Mackinnon. 99
Figura 11.2.1-47: Famílias mais representativas quanto ao número de espécies de aves catalogadas a partir dos dados primários na área influência do Projeto Santa Quitéria. 103
Figura 11.2.1-48: Curva de acumulação obtida para a avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria. 128
Figura 11.2.1-49: Riqueza relativa das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, de acordo com o uso de habitat (PARKER III *et al.*, 1996)..... 138
Figura 11.2.1-50: Riqueza relativa das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, de acordo com sensitividade a distúrbios ambientais (SILVA et al., 2003). 139
Figura 11.2.1-51: 20 Riqueza de espécies de aves registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria de acordo com o hábito alimentar, segundo Silva *et al.* (2003) e Wilman *et al.* (2014). 140
Figura 11.2.1-52: Riqueza de espécies de aves estimada para cada área de influência e controle registradas durante o levantamento da avifauna do Projeto Santa Quitéria. 142
Figura 11.2.1-53: Estimativa de diversidade de acordo com o índice de Shannon-Wiener (Shannon H) por área de influência calculado a partir dos dados obtidos o levantamento da avifauna realizado nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria. 143
Figura 11.2.1-54: Análise de agrupamento utilizando o método UPGMA com base na composição de espécies de aves registradas ao longo do levantamento da avifauna nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria..... 145
Figura 11.2.1-55: Riqueza de espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria em cada campanha de amostragem. 146
Figura 11.2.1-56: *Crypturellus tataupa* (Inhambu-chintã) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 13. .. 150
Figura 11.2.1-57: *Coragyps atratus* (urubu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. 150
Figura 11.2.1-58: *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 8. ... 150
Figura 11.2.1-59: *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. ... 150

Figura 11.2.1-60: *Anopetia gounellei* (rabo-branco-de-cauda-larga) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5. 151

Figura 11.2.1-61: *Chionomesa fimbriata* (beija-flor-de-garganta-verde) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 12. 151

Figura 11.2.1-62: *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 6. 151

Figura 11.2.1-63: *Chrysolampis mosquitos* (beija-flor-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5. 151

Figura 11.2.1-64: *Campephilus melanoleucos* (pica-pau-de-topete-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. 152

Figura 11.2.1-65: *Picumnus limae* (picapauzinho-da-caatinga) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. ... 152

Figura 11.2.1-66: *Piculus chrysochloros* (pica-pau-dourado-escuro) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 10. 152

Figura 11.2.1-67: *Veniliornis passerinus* (pica-pau-pequeno) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 10. .. 152

Figura 11.2.1-68: *Nystalus maculatus* (rapazinho-dos-velhos) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. ... 153

Figura 11.2.1-69: *Lepidocolaptes angustirostris* (arapaçu-de-cerrado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. 153

Figura 11.2.1-70: *Synallaxis frontalis* (petrim) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 9. 153

Figura 11.2.1-71: *Formicivora melanogaster* (formigueiro-de-barriga-preta) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. 153

Figura 11.2.1-72: *Thamnophilus capistratus* (choca-barrada-do-nordeste) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. 154

Figura 11.2.1-73: *Thamnophilus pelzelni* (choca-do-planalto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5. ... 154

Figura 11.2.1-74: *Casiornis fuscus* (caneleiro-enxofre) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 6. 154

Figura 11.2.1-75: *Myiarchus tyrannulus* (maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 11. 154

Figura 11.2.1-76: *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 9. ... 155

Figura 11.2.1-77: *Tolmomyias flaviventris* (bico-chato-amarelo) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 13. 155

Figura 11.2.1-78: *Vireo chivi* (Juruviara) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5. 155

Figura 11.2.1-79: *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. ... 155

Figura 11.2.1-80: *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. ... 156

Figura 11.2.1-81: *Nemosia pileata* (saíra-de-chapéu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 1. ... 156

Figura 11.2.1-82: *Paroaria dominicana* (cardeal-do-nordeste) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. ... 156

Figura 11.2.1-83: *Sporophila albogularis* (golinho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. 156

Figura 11.2.1-84: *Molothrus bonariensis* (chupim) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2. 157

Figura 11.2.1-85: *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7. 157

Figura 11.2.1-86: *Pachyramphus validus* (caneleiro-de-chapéu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 11. 157

Figura 11.2.1-87: Armadilhas de contenção viva do tipo Sherman (esquerda) e Tomahawk (direita), instaladas para a amostragem de mamíferos terrestres do diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. 162

Figura 11.2.1-88: Armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) instalada para a amostragem de mamíferos terrestres durante a 1ª campanha do diagnóstico de fauna na área influência PSQ. 163

Figura 11.2.1-89: Procedimento de marcação com brincos numerados para o método de captura e recaptura realizado durante levantamento da mastofauna no PSQ. 164

Figura 11.2.1-90: Exemplo de vestígios encontrados durante a amostragem por busca ativa para o PSQ: A) Fezes de *Monodelphis doméstica* e B) Buraco de tatu. 165

Figura 11.2.1-91: Armadilha fotográfica instalada para a amostragem de mamíferos terrestres do diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria (PSQ). 166

Figura 11.2.1-92: Abundância e frequência relativa (% de registros) para as ordens de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do PSQ. 174

Figura 11.2.1-93: Abundância e frequência relativa (% de registros) para as famílias de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. 174

Figura 11.2.1-94: Frequência (número de registros para as espécies de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. 175

Figura 11.2.1-95: Curva de rarefação obtida para a mastofauna terrestre na área de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. As nuvens em volta das curvas correspondem ao desvio padrão. 179

Figura 11.2.1-96: Interações cinegéticas dos mamíferos registrados na área de influência do PSQ. 185

Figura 11.2.1-97: Curvas de rarefação de espécies de mamíferos para as áreas de influência do empreendimento PSQ. 190

Figura 11.2.1-98: Gráfico de barras mostrando o valor da riqueza de cada área baseado na área com menor amostragem. As barras representam 95% do intervalo de confiança. 191

Figura 11.2.1-99: Gráfico de barras comparando os índices de Shannon entre as áreas de Influência do PSQ. As barras correspondem a 95% do intervalo de confiança para o ponto central. 193

Figura 11.2.1-100: Gráfico de barras comparando as dominâncias de Simpson entre as áreas de Influência do PSQ. As barras correspondem a 95% do intervalo de confiança para o ponto central. 193

Figura 11.2.1-101: Análise de agrupamento utilizando o método UPGMA com base na composição de espécies de mamíferos terrestres registradas nas áreas de influência do PSQ, CE. Valores mais próximos de 1.0 (100%) mostram maior similaridade. Coeficiente cofenético = 0.7164. 194

Figura 11.2.1-102: Riqueza de espécies amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas. 195

Figura 11.2.1-103: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas. 196

Figura 11.2.1-104: Riqueza de espécies de médio e grande portes amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas. 196

Figura 11.2.1-105: Riqueza de espécies de pequeno porte amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas. 197

Figura 11.2.1-106: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas para os mamíferos de médio e grande portes. 197

Figura 11.2.1-107: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas para os mamíferos de pequeno porte. 198

Figura 11.2.1-108: Número de capturas entre live traps e pitfall nas três campanhas nas áreas de influência do PSQ. *Período atribuído à estação chuvosa, mas o ambiente estava seco. 199

Figura 11.2.1-109: *Monodelphis domestica* com filhotes presos nas mamas. 207

Figura 11.2.1-110: *Euphractus sexcicntus* capturado no Pitfall. 207

Figura 11.2.1-111: Espécime de *Calomys mattevii* capturado e marcado. 207

Figura 11.2.1-112: Espécime de *Necromys lasiurus* capturado e marcado. 207

Figura 11.2.1-113: Espécime de *Wiedomys cerradensis* capturado e marcado. 207

Figura 11.2.1-114: Espécime de *Cerdocyon thous* registrado na armadilha fotográfica no ponto 1. 207

Figura 11.2.1-115: Espécime de *Conepatus amazonicus* registrado na armadilha fotográfica no ponto 2. 208

Figura 11.2.1-116: Espécime de *Subulo gouazoubira* registrado na armadilha fotográfica do ponto 7. 208

Figura 11.2.1-117: Espécime de *Thrichomys laurentius* registrado na armadilha fotográfica do ponto 10. 208

Figura 11.2.1-118: Redes-neblina na estação seca (A-B), na estação chuvosa (C-D) e Buscas ativas (E-F) utilizadas durante as duas campanhas do diagnóstico de morcegos na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. E: grupo de *Furipterus horrens* encontrado em duto de drenagem de estrada; F: grupo de *Trachops cirrhosus* encontrado no galpão do alojamento da Fazenda Itataia. 212

Figura 11.2.1-119: Ilustração da instalação dos gravadores de ultrassom (AudioMoth 1.2.0) durante as três campanhas do diagnóstico de morcegos na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. ... 213

Figura 11.2.1-120: Ilustração dos parâmetros avaliados nos pulsos de ecolocalização de morcegos no diagnóstico ambiental do Projeto Santa Quitéria-CE. 214

Figura 11.2.1-121: Abundância de morcegos nas áreas de amostragem durante três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 221

Figura 11.2.1-122: Riqueza de espécies de morcegos (Bioacústica) por família, registradas durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 225

Figura 11.2.1-123: Ordenação do número de registros (Bioacústica) de espécies de morcegos nas áreas de amostragem durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 226

Figura 11.2.1-124: Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS) das espécies de morcegos registradas (Bioacústica) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 228

Figura 11.2.1-125: Curvas de acumulação aleatorizadas (observadas e estimadas por Jackknife 1) obtidas através da metodologia padronizada (redes-neblina) para morcegos nas três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 229

Figura 11.2.1-126: Curvas de acumulação aleatorizadas (observadas e estimadas por Jackknife 1) obtidas através da metodologia padronizada (bioacústica) para morcegos durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 230

Figura 11.2.1-127: Curvas de rarefação das espécies de morcegos registradas (redes-neblina) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE. 233

Figura 11.2.1-128: Espécies registradas durante as três campanhas de levantamento de dados primários do EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria, CE. (A) *Artibeus planirostris*; (B) *Carollia perspicillata*; (C) *Desmodus rotundus*; (D) *Diphylla ecaudata*; (E) *Glossophaga soricina*; (F) *Lonchophylla inexpectata*; (G e L*) *Trachops cirrhosus*; (H) *Micronycteris cf. microtis*; (I) *Natalus macrourus*; (J) *Neoplatymops mattogrossensis*; (K*) *Furipterus horrens*; (M*) *Micronycteris* sp.; (N*) *Peropteryx macrotis*; (O*) *Molossus molossus*. *Espécies registradas em busca ativa..... 237

Figura 11.2.1-129: espécies de morcegos registradas durante as três campanhas de levantamento de dados primários do EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria, CE. (P) *Artibeus lituratus*; (Q) *Uroderma magnirostrum*; (R) *Phyllostomus discolor*; (S) *Tonatia bidens*; (T) *Micronycteris sanborni*; (U) *Xeronycteris vieirai*; (V) *Noctilio leporinus*; (X) *Noctilio albiventris*; (Y) *Lasiurus blossevilli*; (W) *Peropteryx macrotis*; (Z) *Molossops temminckii*; (A') *Molossus molossus*. 239

Figura 11.2.1-130: Espectrogramas dos pulsos de ecolocalização de morcegos registrados durante as três campanhas do EIA RIMA do Projeto Santa Quitéria. 245

Figura 11.2.1-131: Método de armadilhas de atração (Van Someren-Rydon – VSR) utilizado nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Da esquerda para a direita: armadilha VSR em campo; montagem da armadilha; revisão da armadilha; e Prepona laertes na isca de atração no empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. 249

Figura 11.2.1-132: Método de busca ativa utilizado nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa CE. Da esquerda para a direita: captura por rede entomológica; coleta de indivíduo capturado; e registro por fotografia no empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE..... 249

Figura 11.2.1-133: Curvas de rarefação (1000 randomizações) para todas as borboletas nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. 263

Figura 11.2.1-134: Diagrama de Venn ilustrando a proporção de espécies de borboletas exclusivas e em comum entre o presente estudo e o EIA (ARCADIS LOGOS, 2014) do Projeto Santa Quitéria, CE. 263

Figura 11.2.1-135: Rarefação individual dos pontos amostrais, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Corte da análise determinado pela menor diversidade dos pontos de amostragem do projeto de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. (SmiN=8). 266

Figura 11.2.1-136: Rarefação individual das áreas de influência, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Legenda: Corte da análise determinado pela menor diversidade dos pontos de amostragem do projeto de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. ($S_{miN=}$8,97). 268

Figura 11.2.1-137: Análise da composição de espécies (NMDS, índice de similaridade de Bray-Curtis), pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. 269

Figura 11.2.1-138: *Aricoris propitia* (Riodinidae). Ponto 3. Santa Quitéria, CE..... 278

Figura 11.2.1-139: *Pyrgus orcus* (Hesperiidae), vista dorsal. Ponto 3. Santa Quitéria, CE. 278

Figura 11.2.1-140: *Zopyrion evenor thania* (Hesperiidae), vista ventral. Ponto 2. Santa Quitéria, CE. 278

Figura 11.2.1-141: *Callicore sorana* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE. 278

Figura 11.2.1-142: *Eunica macris* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE. 278

Figura 11.2.1-143: *Eunica tatila* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 6. Santa Quitéria, CE. 278

Figura 11.2.1-144: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae) macho, vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, C.E 279

Figura 11.2.1-145: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae) fêmea, vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, CE. 279

Figura 11.2.1-146: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae), vista ventral. Ponro 3. Santa Quitéria, CE. 279

Figura 11.2.1-147: *Pharneuptychia sp.* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto Controle. Santa Quitéria, CE. 279

Figura 11.2.1-148: *Hamadryas februa* (Nymphalidae), vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, CE... 279

Figura 11.2.1-149: *Prepona laertes* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 6. Santa Quitéria, CE. ... 279

Figura 11.2.1-150: *Historis acheronta* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 1. Santa Quitéria, CE. 280

Figura 11.2.1-151: *Mestra dorcas* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 2. Santa Quitéria, CE..... 280

Figura 11.2.1-152: *Junonia evarete* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE. 280

Figura 11.2.1-153: *Aricoris campestres* (Riodinidae). Ponto 1. Santa Quitéria, CE..... 280

Figura 11.2.1-154: *Ascia monuste* (Pieridae), vista ventral. Ponto 3. Santa Quitéria, CE. 280

Figura 11.2.1-155: Riqueza das subfamílias e tribos da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria. 286

Figura 11.2.1-156: Abundância das subfamílias e tribos da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria..... 286

Figura 11.2.1-157: Abundância total e percentual das espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria..... 287

Figura 11.2.1-158: Distribuição dos ninhos de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem, em novembro de 20 na área do Projeto Santa Quitéria nas duas campanhas. Linha vermelha – limite da Área diretamente afetada. Fonte: Google Earth. 293

Figura 11.2.1-159: Ninho de *Frieseomelitta varia*, no tronco de Angico, no Ponto 6, na área do Projeto Santa Quitéria..... 295

Figura 11.2.1-160: Entrada do ninho de *Frieseomelitta varia*, no tronco de Umburana, no Ponto 2 na área do Projeto Santa Quitéria..... 295

Figura 11.2.1-161: Ninho de *Trigona* sp. (lado superior direto) no Ponto 4, na área do Projeto Santa Quitéria. 296

Figura 11.2.1-162: Curva de acumulação de espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria. 297

Figura 11.2.1-163: Curva de acumulação de espécies abelhas (Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria das amostragens realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014). 298

Figura 11.2.1-164: Similaridade entre os pontos amostrais de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria. 301

Figura 11.2.1-165: Curva de rarefação para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria..... 302

Figura 11.2.1-166: Índices de diversidade para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria..... 303

Figura 11.2.1-167: *Euglossa melanotricha*. 331
Figura 11.2.1-168: *Megachile* sp. 331
Figura 11.2.1-169: *Tetragona clavipes*. 331
Figura 11.2.1-170: *Trigona spinipes*. 331
Figura 11.2.1-171: Coleta de formigas (Formicidae) na Fazenda Itataia, Santa Quitéria-CE, em novembro de 2020 e fevereiro de 2021. a – Amostra de 1m² de serapilheira; b – Peneiramento da amostra de serapilheira; c- Amostras dispostas em extratores do tipo mini-Winkler; d – Visão geral do ponto amostral 2. 336
Figura 11.2.1-172: Riqueza das subfamílias da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria. 339
Figura 11.2.1-173: Abundância das subfamílias da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria. 339
Figura 11.2.1-174: Abundância total e percentual das espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do ProjetoSanta Quitéria. 340
Figura 11.2.1-175: Curva de acumulação de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria. 346
Figura 11.2.1-176: Curva de acumulação de espécies formigas (Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria das amostragens realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014). 347
Figura 11.2.1-177: Similaridade entre os pontos amostrais de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria. 354
Figura 11.2.1-178: Curva de rarefação para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria. 355
Figura 11.2.1-179: Índices de diversidade para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria. 356
Figura 11.2.1-180: *Camponotus sp.1*. 361
Figura 11.2.1-181: *Odontomachus haematodus*. 361
Figura 11.2.1-182: *Dorymyrmex brunneus*. 362
Figura 11.2.1-183: *Gnamptogenys tortuolosa*. 362
Figura 11.2.1-184: Vista geral do ponto de amostragem 1, durante a 3ª campanha. 367
Figura 11.2.1-185: Vista geral do ponto de amostragem 2, durante a 3ª campanha. 367
Figura 11.2.1-186: Vista geral do ponto de amostragem 3, durante a 3ª campanha. 367
Figura 11.2.1-187: Vista geral do ponto de amostragem 4, durante a 3ª campanha. 367
Figura 11.2.1-188: Vista geral do ponto de amostragem 5, durante a 3ª campanha. 368
Figura 11.2.1-189: Vista geral do ponto de amostragem 6, durante a 3ª campanha. 368
Figura 11.2.1-190: Vista geral do ponto de amostragem 7, durante a 3ª campanha. 368
Figura 11.2.1-191: Vista geral do ponto de amostragem 8, durante a 3ª campanha. 368
Figura 11.2.1-192: Vista geral do ponto de amostragem 9, durante a 3ª campanha. 369
Figura 11.2.1-193: Vista geral do ponto de amostragem 10, durante a 3ª campanha. 369
Figura 11.2.1-194: Vista geral do ponto de amostragem 11, durante a 3ª campanha. 369
Figura 11.2.1-195: Capturador de Castro. 369
Figura 11.2.1-196: Armadilha adesiva. 370
Figura 11.2.1-197: vista geral do Ponto 10 durante a primeira campanha (novembro de 2020). ... 375

Figura 11.2.1-198: vista geral do Ponto 10 durante a segunda campanha (fevereiro de 2021). 375

Figura 11.2.1-199: vista geral do Ponto 10 durante a segunda campanha (fevereiro de 2021) 376

Figura 11.2.1-200: Proporção (%) das espécies coletadas durante o levantamento na área do empreendimento de Santa Quitéria. 377

Figura 11.2.1-201: Proporção (%) das espécies coletadas na área do empreendimento de Santa Quitéria. 379

Figura 11.2.1-202: Curva de acúmulo de espécies para culicídeos e flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria. 380

Figura 11.2.1-203: Percentual de flebotomíneos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais. 389

Figura 11.2.1-204: Percentual de culicídeos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais. 391

Figura 11.2.1-205: Índice de diversidade de Simpson para flebotomíneos por ponto para o empreendimento de Santa Quitéria. 392

Figura 11.2.1-206: Índice de dominância para flebotomíneos em todo o período de coleta apontando a maior dominância no ponto amostral 5 do empreendimento de Santa Quitéria. 392

Figura 11.2.1-207: Índice de Equitabilidade para flebotomíneos, em toda a campanha nos pontos amostrais do empreendimento de Santa Quitéria. 393

Figura 11.2.1-208: Índice de diversidade de Simpson para culicídeos no empreendimento de Santa Quitéria. 393

Figura 11.2.1-209: Índice de dominância para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria. 394

Figura 11.2.1-210: Índice de Equitabilidade para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria. ... 394

Figura 11.2.1-211: Curva de rarefação para flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria. 396

Figura 11.2.1-212: Riqueza de espécies e intervalo de confiança (barras verticais) para o mínimo de indivíduos registrados (N=47) de flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria. 396

Figura 11.2.1-213: Estimativa de diversidade (Shannon H') de flebotomíneos por área de influência do Projeto Santa Quitéria. 397

Figura 11.2.1-214: Curva de rarefação para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria. 398

Figura 11.2.1-215: Riqueza de espécies e intervalo de confiança (barras verticais) para o mínimo de indivíduos registrados (N=77) de culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria. 398

Figura 11.2.1-216: Estimativa de diversidade (Shannon H') de culicídeos por área de influência do Projeto Santa Quitéria. 399

Figura 11.2.1-217 – Lâminas montadas em laboratório para identificação dos flebotomíneos coletados. 408

Figura 11.2.1-218 – Detalhe da genitália da fêmea de flebotomíneo para identificação (*Ev. oswaldoi*). 408

Figura 11.2.1-219 - Detalhe do cibário para identificação flebotomíneos (*Lu. longipalpis*). 409

Figura 11.2.1-220 – *Culex declarator* visualizado em lupa estereoscópica para identificação. 409

Figura 11.2.1-221 – *Culex bidens* visualizado em lupa estereoscópica para identificação. 409

Figura 11.2.1-222 – Detalhe do remídio, estrutura característica de espécies do gênero *Culex*. ... 409

Figura 11.2.1-223. Presença da vegetação contendo árvores e arbustos. 412

Figura 11.2.1-224. Vegetação aberta com predomínio de espécies subarbustivas. 412

Figura 11.2.1-225. Presença de bovinos nas áreas de influências. 413

Figura 11.2.1-226. Exemplo da medição de dados do microclima realizada com multisensor ambiental (A) e sensor do solo (B). 414

Figura 11.2.1-227 - Exemplo da estimativa de obstrução da serrapilheira com auxílio de gabarito de 1 m². 415

Figura 11.2.1-228 - Exemplo da estimativa de obstrução do sub-bosque com auxílio de gabarito de 1 m² disposto verticalmente. 416

Figura 11.2.1-229 - Histogramas de distribuição das 18 covariáveis ambientais. 423

Figura 11.2.1-230. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Lepidoptera conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 427

Figura 11.2.1-231. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Apidae conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 430

Figura 11.2.1-232. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Formicidae conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 433

Figura 11.2.1-233. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Amphibia conjugados às variáveis ambientais durante a terceira campanha do estudo. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 435

Figura 11.2.1-234. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Squamata conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 438

Figura 11.2.1-235. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Mamíferos não voadores conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 442

Figura 11.2.1-236. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Chiroptera conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 444

Figura 11.2.1-237: Análise de Correspondência Canônica para os dados de Aves conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos. 447

Figura 11.2.1-238 - Montagem das parcelas do levantamento fitossociológico. 457

Figura 11.2.1-239 - Amostragem de dados no campo. 457

Figura 11.2.1-240 - Áreas susceptíveis a desertificação (IPECE, 2007) (modificada). 469

Figura 11.2.1-241 - Aspecto geral da Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) na área de estudo. 482

Figura 11.2.1-242 - Aspecto geral da Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) na área de estudo. 483

Figura 11.2.1-243 - Aspecto de Área Antrópica. 484

Figura 11.2.1-244 - Indivíduo de carnaúba (*Copernicia prunifera*). 490

Figura 11.2.1-245 - Aspecto do tronco de Imburana (*Commiphora leptophloeos*). 490

Figura 11.2.1-246 - Distribuição das classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea). 497

Figura 11.2.1-247 - Distribuição das classes de altura diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea). 498

Figura 11.2.1-248 - Distribuição das classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva). 500

Figura 11.2.1-249 - Distribuição das classes de altura diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva). 500

Figura 11.2.1-250 - Curva do coletor da amostragem fitossociológica realizada na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea). 504

Figura 11.2.1-251 - Curva do coletor da amostragem fitossociológica realizada na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva). 504

Figura 11.2.1-252: Distribuição da área em hectares de cada classe de vegetação encontrada na AID. 512

Figura 11.2.1-253 - Distribuição da área em hectares de cada classe de vegetação encontrada na ADA. 515

Figura 11.2.1-254 - Esquema dos principais itens que compõem uma paisagem. 519

Figura 11.2.1-255 - Índice de proximidade para os pontos impactados pela perda de conectividade para cada raio de busca (100, 300, 1000 e 2000 metros). 534

Figura 11.2.1-256 - Índice de conectância para os pontos impactados pela perda de conectividade para cada raio de busca (100, 300 e 1000 metros). 534

Figura 11.2.2-1 - Poça na estrada entre os povoados de Lagoa do Mato e Itataia, bacia do Rio Jaguaribe, Itatira – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 544

Figura 11.2.2-2 - Riacho Quati, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 544

Figura 11.2.2-3 - Açude Quixaba, bacia do rio Acaraú, pov. Itataia, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 545

Figura 11.2.2-4 - Rio Curimatã, jusante do Açude Quixaba, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 545

Figura 11.2.2-5 - Riacho Guaribas, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 546

Figura 11.2.2-6 - Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 546

Figura 11.2.2-7 - Açude Morrinhos, bacia do Rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 547

Figura 11.2.2-8 - Riacho Bitu, bacia do rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 547

Figura 11.2.2-9 - Riacho dos Caibos, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 548

Figura 11.2.2-10 - Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 548

Figura 11.2.2-11 - Riacho Tapera, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 549

Figura 11.2.2-12 - Riacho Mulungu, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 549

Figura 11.2.2-13 - Riacho Corrente, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 550

Figura 11.2.2-14 - Afluente do Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 550

Figura 11.2.2-15 - Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Fazenda Sapucaia, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 551

Figura 11.2.2-16 - Açude Laís, bacia do Rio Jaguaribe, distrito de Lagoa do Mato, Itatira – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 551

Figura 11.2.2-17 - Açude Edson Queiroz, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa *Fonte: Telton Ramos.* 552

Figura 11.2.2-18 - Uso do arrasto 10 m, açude Edson Queiroz, Santa Quitéria – CE 553

Figura 11.2.2-19 - Uso de Tarrafa, açude Quixaba, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE .. 553

Figura 11.2.2-20 - Rede de Espera, Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE 554

Figura 11.2.2-21 - Uso da Puçá, afluente do Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE 554

Figura 11.2.2-22 - Poça Temporária I, Santa Quitéria – CE 554

Figura 11.2.2-23 - Poça Temporária II, Santa Quitéria – CE 554

Figura 11.2.2-24 - Poça Temporária III, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-25 - Poça Temporária IV, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-26 - Poça Temporária V, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-27 - Poça Temporária VI, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-28 - Poça Temporária VII, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-29 - Poça Temporária VIII, Santa Quitéria - CE *Fonte: Telton Ramos.* 555

Figura 11.2.2-30 - Poça Temporária IX, Santa Quitéria - CE Fonte: Telton Ramos. 556

Figura 11.2.2-31 - Proporção de espécies, por ordem, registrada nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 565

Figura 11.2.2-32 - Proporção de espécies, por família, registrada nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 566

Figura 11.2.2-33 - Abundância das espécies registradas nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 567

Figura 11.2.2-34 - Número de espécies da ictiofauna por ponto amostral, registrada nas três amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 572

Figura 11.2.2-35 - Curva de acumulação das espécies de peixes registradas para o levantamento dos dados primários para o EIA do Projeto Santa Quitéria, CE 574

Figura 11.2.2-36 - Dendrograma de similaridade dos pontos de coleta (Coeficiente Cofenético: 0,909) obtida pelo coeficiente de similaridade de Bray-Curtis a partir dos dados obtidos durante o diagnóstico Santa Quitéria. 579

Figura 11.2.2-37 - *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758). *Fonte: Telton Ramos.* 582

Figura 11.2.2-38 - *Psalidodon fasciatus* (Cuvier, 1819). *Fonte: Telton Ramos.* 582

Figura 11.2.2-39 - *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann, 1915). *Fonte: Telton Ramos.* 582

Figura 11.2.2-40 - *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937). *Fonte: Telton Ramos.* 582

Figura 11.2.2-41 - *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). *Fonte: Telton Ramos.* 583

Figura 11.2.2-42 - *Prochilodus brevis* (Steindachner, 1875). *Fonte: Telton Ramos.* 583

Figura 11.2.2-43 - *Triportheus signatus* (Garman, 1890). *Fonte: Telton Ramos.* 583
Figura 11.2.2-44 - *Leporinus piau* (Fowler, 1941). *Fonte: Telton Ramos.* 583
Figura 11.2.2-45 - *Cichla ocellaris* (Bloch & Schneider, 1801). *Fonte: Telton Ramos.* 583
Figura 11.2.2-46 - *Cichlasoma orientale* (Kullander, 1983). *Fonte: Telton Ramos.* 583
Figura 11.2.2-47 - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-48 - *Hypostomus pusarum* (Starks, 1913). *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-49 - *Parotocinclus cearensis* (Garavello, 1977). *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-50 - *Parotocinclus sp.* *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-51 - *Pimelodella sp.* *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-52 - *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766). *Fonte: Telton Ramos.* 584
Figura 11.2.2-53 - *Poecilia vivipara* (Bloch & Schneider 1801). *Fonte: Telton Ramos.* 585
Figura 11.2.2-54 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 1ª C (nov/20), período seco. 598
Figura 11.2.2-55 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 598
Figura 11.2.2-56 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 598
Figura 11.2.2-57 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 1ª C (nov/20), período seco. 598
Figura 11.2.2-58 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 598
Figura 11.2.2-59 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 598
Figura 11.2.2-60 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco. 599
Figura 11.2.2-61 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 599
Figura 11.2.2-62 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 599
Figura 11.2.2-63 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco. 599
Figura 11.2.2-64 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 599
Figura 11.2.2-65 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 599
Figura 11.2.2-66 - Ponto P05 – Riacho Cunha - Moti: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco. 600
Figura 11.2.2-67 - Ponto P05 – Riacho Cunha- Moti: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 600
Figura 11.2.2-68 - Ponto P05 – Riacho Cunha - Moti: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 600
Figura 11.2.2-69 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco. 600

Figura 11.2.2-70 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 600
Figura 11.2.2-71 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 600
Figura 11.2.2-72 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco..... 601
Figura 11.2.2-73 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 601
Figura 11.2.2-74 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso. 601
Figura 11.2.2-75 - Ponto P08 - Açude do riacho da Gangorra: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco. 601
Figura 11.2.2-76 - Ponto P08 - Açude do riacho da Gangorra: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso. 601
Figura 11.2.2-77 - P08 - Açude do riacho da Gangorra, na 3ªC (abr/23), período chuvoso..... 601
Figura 11.2.2-78 - Ponto P09 - Açude da Laís, na 1ª C (nov/20), período seco..... 602
Figura 11.2.2-79 - Ponto P09- Açude da Laís, na 2ª C (fev/21), período chuvoso..... 602
Figura 11.2.2-80 - Ponto P09 - Açude da Laís, na 3ª C (abr/23), período chuvoso..... 602
Figura 11.2.2-81 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 1ª C (nov/20), período seco..... 602
Figura 11.2.2-82 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 2ª C (fev/21), período chuvoso..... 602
Figura 11.2.2-83 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 3ª C (abr/23), período chuvoso..... 602
Figura 11.2.2-84 - Rede de 20 µm usada na amostragem qualitativa do fitoplâncton, em nov/20. 606
Figura 11.2.2-85 - Acondicionamento da amostra quantitativa do fitoplâncton, em nov/20. 606
Figura 11.2.2-86 - Rede de 20 µm usada na amostragem qualitativa do fitoplâncton, em abr/23.. 606
Figura 11.2.2-87 - Preservação da amostra quantitativa do fitoplâncton, em abr/23. 606
Figura 11.2.2-88 - Amostra na câmara de sedimentação de Utermöhl. 607
Figura 11.2.2-89 - Contagem do fitoplâncton em microscópio invertido..... 607
Figura 11.2.2-90 - Arrasto da rede de 68 µm usada na amostragem do zooplâncton, em nov/20. . 608
Figura 11.2.2-91 - Amostragem quantitativa de zooplâncton, em nov/20. 608
Figura 11.2.2-92 - Arrasto da rede de 68 µm usada na amostragem do zooplâncton, em abr/23... 608
Figura 11.2.2-93 - Acondicionamento de amostras qualitativas de zooplâncton, em abr/23. 608
Figura 11.2.2-94 - Preparo da amostra de zooplâncton. 609
Figura 11.2.2-95 - Identificação do zooplâncton em microscópio óptico 609
Figura 11.2.2-96 - Lavagem dos sedimentos com rede de 250 µm, em fev/21. 610
Figura 11.2.2-97 - Amostragem com rede D, em nov/20..... 610
Figura 11.2.2-98 - Lavagem dos sedimentos com rede de 250 µm, em abr/23..... 610
Figura 11.2.2-99 - Amostragem com rede D, em abr/23. 610
Figura 11.2.2-100 - Triagem dos organismos bentônicos em laboratório..... 610
Figura 11.2.2-101 - Identificação dos organismos bentônicos. 610
Figura 11.2.2-102 - Formas Biológicas de Macrófitas Aquáticas. 612
Figura 11.2.2-103 - Coleta de macrófitas anfíbias na margem do açude do riacho Camurutim. 612

Figura 11.2.2-104 - Coleta de macrófitas anfíbias na margem do açude do riacho Camurutim. 612

Figura 11.2.2-105 - Riqueza relativa total do fitoplâncton, considerando a integração das três campanhas (a) e as campanhas individuais em nov/20 (b), fev/21 (c) e em abr/23 (d) – PSQ. 618

Figura 11.2.2-106 - Riqueza taxonômica do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 622

Figura 11.2.2-107 - Cianobactéria - Microcystis sp. 624

Figura 11.2.2-108 - Cianobactéria – Pseudanabaena sp. 624

Figura 11.2.2-109 - Cianobactéria Raphidiopsis sp. 624

Figura 11.2.2-110 - Bacilariofícea Cymbella sp. 624

Figura 11.2.2-111 - Densidade numérica do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 637

Figura 11.2.2-112: Profundidade da zona eufótica (Zeu) e densidade do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 641

Figura 11.2.2-113: Abundância relativa do fitoplâncton – PSQ - nov/20 (1ª C), fev/21 (2ª C) e abr/23 (3ª C). 643

Figura 11.2.2-114 - Densidade de células de cianobactérias – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 650

Figura 11.2.2-115 - Índice de diversidade e equitabilidade do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 652

Figura 11.2.2-116 - Similaridade do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético = 0,8711 654

Figura 11.2.2-117 - Riqueza relativa do zooplâncton – PSQ, considerando os dados consolidados e das campanhas individuais - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 656

Figura 11.2.2-118 - Riqueza taxonômica do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. 659

Figura 11.2.2-119 - Larva náuplio de Cyclopoida. 670

Figura 11.2.2-120 - Cladócero Moina sp. 670

Figura 11.2.2-121 - Filinia longiseta (rotífero). 670

Figura 11.2.2-122 - Brachionus angularis (rotífero). 670

Figura 11.2.2-123 - Brachionus calyciflorus (rotífero). 670

Figura 11.2.2-124 - Exemplar de Bosmina sp. (cladócero) 670

Figura 11.2.2-125 - Densidade do zooplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 672

Figura 11.2.2-126 - Abundância relativa do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 676

Figura 11.2.2-127: Diversidade e equitabilidade do zooplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 683

Figura 11.2.2-128 - Análise de similaridade do zooplâncton –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético: 0,603. 685

Figura 11.2.2-129 - Riqueza relativa dos invertebrados bentônicos, considerando os dados integrados e de cada campanha –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 687

Figura 11.2.2-130: Riqueza dos invertebrados bentônicos –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 691

Figura 11.2.2-131 - Chironomidae do gênero Coelotanypus. 693
Figura 11.2.2-132 - Chaoboride do gênero Chaoborus. 693
Figura 11.2.2-133 - Família Chironomidae. 693
Figura 11.2.2-134 - Díptero da família Ceratopogonidae. 693
Figura 11.2.2-135 - Oligoqueta da família Tubificidae. 693
Figura 11.2.2-136 - Hirudineo da família Glossiphoniidae. 693
Figura 11.2.2-137: Densidade dos invertebrados bentônicos –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 700
Figura 11.2.2-138: Abundância relativa de invertebrados bentônicos –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 703
Figura 11.2.2-139: Diversidade e equitabilidade de invertebrados bentônicos – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 710
Figura 11.2.2-140 - Similaridade de invertebrados bentônicos –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético: 0,955. 712
Figura 11.2.2-141 - Riqueza de táxons de macrófitas aquáticas por família - Projeto de Santa Quitéria - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 724
Figura 11.2.2-142 - Riqueza de táxons de macrófitas aquáticas por forma biológica – PSQ - Nov/20 (1ª campanha), Fev/21 (2ª campanha) e Abr/23 (3ª campanha). 731
Figura 11.2.2-143 - Frequência de ocorrência dos táxons de macrófitas aquáticas – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 734
Figura 11.2.2-144 - *Tarenaya houtteana* (mussambê) no açude do riacho Camurutim (P01). Coordenadas: 9.493.297/ 413.664. 742
Figura 11.2.2-145 - *Sidastrum micranthum* (malva-preta) no açude do riacho Camurutim (P01). Coordenadas: 9.493.278/ 413.649 742
Figura 11.2.2-146 - *Lemna cf. aequinoctialis* (lentilha d'água) no açude do riacho Camurutim (P02). Coordenadas: 9.493.246/ 414.142. 742
Figura 11.2.2-147 - *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre) no açude do riacho Camurutim(P02). Coordenadas: 9.493.246/ 414.142. 742
Figura 11.2.2-148 - *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei) no açude do riacho da Gangorra (P08). Coordenadas: 9.496.138/ 409.689. 742
Figura 11.2.2-149 - *Sida cf. cordifolia* (malva-branca) no açude do riacho da Gangorra (P08). Coordenadas: 9.496.138/ 409.689. 742
Figura 11.2.2-150 - *Pistia stratiotes* (alface d'água) no açude da Laís (P09). Coordenadas: 9.482.905/ 423.077 743
Figura 11.2.2-151 - *Polygonum cf. diospyrifolium* (erva-de-bicho) no açude da Laís (P09). Coordenadas: 9.482.905/ 423.077. 743
Figura 11.2.2-152 - *Ludwigia helminthorrhiza* (florzeiro) e *Salvinia auriculata* (pasta) no açude Edson Queiroz (P10). Coordenadas: 9.529.266/ 382.315. 743
Figura 11.2.2-153 - *Eichhornia crassipes* (aguapé) no açude Edson Queiroz (P10). Coordenadas: 9.529.183/ 382.295. 743
Figura 11.2.2-154 - Similaridade de macrófitas aquáticas – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente cofenético = 0,9579. 745

LISTA DE MAPAS

Mapa 11.2-1: Unidades Amostrais de Fauna Terrestre de Vertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria. 42

Mapa 11.2-2: Unidades Amostrais de Fauna Terrestre de invertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria. 43

Mapa 11.2-3 - Unidades amostrais de flora campanhas out/nov. 2020 e fevereiro de 2021. 464

Mapa 11.2-4 - Unidades Amostrais do levantamento realizado pela Arcadis em 2011. 465

Mapa 11.2-5 - Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007- modificada). 467

Mapa 11.2-6 - Mapa de Fitofisionomias (IBGE) em na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria. 470

Mapa 11.2-7 - Mapa de Fitofisionomias identificadas em campo na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria. 471

Mapa 11.2-8 - Vegetação NDVI. 513

Mapa 11.2-9 - Maior Fragmento. 530

Mapa 11.2-10 - Interferências em APP na Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto Santa Quitéria. 535

Mapa 11.2-11 - Mapa com os pontos de amostragens da Ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. 541

Mapa 11.2-12 - Rede de amostragem da biota aquática – PSQ - Nov/20 (1ª C) a Abr/2023 (3ª C). . 597

Mapa 11.2-13: Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade. 756

Mapa 11.2-14: Quantitativo de Sobreposição das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade coma ADA e AID. 757

Mapa 11.2-15 - Áreas de Preservação Permanente (APP) na ADA do empreendimento. 759

Mapa 11.2-16: Áreas de Reserva Legal (RL) na AID do empreendimento. 762

LISTA DE QUADROS

Quadro 11.2.1-1: Pontos de amostragem durante o levantamento dos vertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria 39

Quadro 11.2.1-2: Localização e áreas de influência dos pontos amostrais de invertebrados do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE 40

Quadro 11.2.1-3: Coordenadas dos pontos de amostragem de Insetos Vetores na área do empreendimento de Santa Quitéria 41

Quadro 11.2.1-4: Espécies da herpetofauna registradas na área do empreendimento durante o levantamento de dados primários na área do projeto Santa Quitéria, CE 66

Quadro 11.2.1-5: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da herpetofauna, realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE 77

Quadro 11.2.1-6: Lista compilada de registros de dados e primários secundários das espécies de herpetofauna com potencial ocorrência para as áreas de influência do empreendimento em questão, os respectivos autores de cada uma das espécies e o *status* de conservação das mesmas segundo IUCN, MMA, CITES e a lista do Ceará 82

Quadro 11.2.1-7: Relação dos pontos amostrais e datas de amostragem durante as quais foram feitos os levantamentos da avifauna nas áreas de influência e controle do empreendimento 97

Quadro 11.2.1-8: Lista de espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria no decorrer do levantamento da avifauna 104

Quadro 11.2.1-9: Índice de frequência nas listas (IFL), frequência de ocorrência (FO) e categoria de Frequência de Ocorrência (FO) com base na frequência de ocorrência das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, em ordem decrescente 122

Quadro 11.2.1-10: Espécies de aves registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria categorizadas como ameaçadas de extinção segundo a IUCN (2022), o MMA (2022), estadual (SEMACE, 2022) e CITES (2023) 130

Quadro 11.2.1-11: Espécies de aves endêmicas registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria 135

Quadro 11.2.1-12: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da avifauna realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria 143

Quadro 11.2.1-13: Relação dos pontos amostrados onde foram instaladas as armadilhas fotográficas durante o levantamento da mastofauna terrestre na área de influência do PSQ 166

Quadro 11.2.1-14: Mamíferos terrestres registrados na área influência ao longo das três campanhas de diagnóstico ambiental do Projeto Santa Quitéria 170

Quadro 11.2.1-15: Mamíferos terrestres incluídos em categorias de ameaça registrados através de dados primários na área de influência do projeto Santa Quitéria 180

Quadro 11.2.1-16: Mamíferos terrestres cinegéticos, xerimbabos, de relação conflitante e de uso medicinal registrados na área de influência do PSQ, CE 187

Quadro 11.2.1-17: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da mastofauna terrestre realizado nas áreas de influência do PSQ..... 192

Quadro 11.2.1-18: Levantamento de espécies registradas e de potencial ocorrência para a área do projeto Santa Quitéria com base nos dados secundários 202

Quadro 11.2.1-19: Registros de espécies de morcegos, por meio de dados secundários, com provável ocorrência nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. *Espécies registradas no primeiro diagnóstico realizado em 2011 (ARCADIS, 2014) 216

Quadro 11.2.1-20: Morcegos registradas por redes-neblina e busca ativa durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE 222

Quadro 11.2.1-21: Morcegos registrados por Bioacústica durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE 226

Quadro 11.2.1-22 - Localização dos registros de espécies ameaçadas durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE..... 231

Quadro 11.2.1-23: Comparação entre os valores de riqueza, número de indivíduos, e os índices de diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE..... 233

Quadro 11.2.1-24: Lista geral de morcegos registrada por diferentes métodos durante o levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE 234

Quadro 11.2.1-25: Composição taxonômica da fauna de borboletas das três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE 251

Quadro 11.2.1-26: Lista de espécies de borboletas registradas e suas abundâncias, *status* de conservação, particularidades ecológicas, método de captura e ocorrências nas áreas de influência das três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE..... 253

Quadro 11.2.1-27: Abundância, riqueza e índices ecológicos das borboletas registradas, por ponto amostral, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE 265

Quadro 11.2.1-28: Esforço amostral, abundância, riqueza e índices ecológicos das borboletas registradas, por área de influência, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE 267

Quadro 11.2.1-29: Lista de espécies na área de influência indireta (AII) obtida a partir de dados secundários para o Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE..... 270

Quadro 11.2.1-30: Lista de espécies na área de influência indireta (AII) obtida a partir de dados secundários para o Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE..... 271

Quadro 11.2.1-31: Ocorrência de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria 289

Quadro 11.2.1-32: Distribuição dos ninhos de abelhas (Hymenoptera: Apidae) de acordo com os pontos de amostragem na área do projeto Santa Quitéria 294

Quadro 11.2.1-33: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria 300

Quadro 11.2.1-34: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria 302

Quadro 11.2.1-35: Levantamento de dados secundários de abelhas (Hymenoptera: Apidae) e comparação com o levantamento da campanha chuvosa, maio de 2023, na área do Projeto Santa Quitéria 305

Quadro 11.2.1-36: Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria..... 343

Quadro 11.2.1-37: Classificação das formigas registradas na área do Projeto Santa Quitéria, quanto as suas características ambientais e econômicas..... 349

Quadro 11.2.1-38: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria..... 353

Quadro 11.2.1-39: Riqueza, abundância, diversidade e Equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria 355

Quadro 11.2.1-40: Levantamento de dados secundários de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e comparação com o levantamento primário, na área do Projeto Santa Quitéria 357

Quadro 11.2.1-41: Publicações utilizadas para compor o banco de dados secundário de levantamento das espécies de entomologia médica. 365

Quadro 11.2.1-42: Total de espécies de culicídeos coletadas durante o levantamento na área do empreendimento de Santa Quitéria. 377

Quadro 11.2.1-43: Total de flebotomíneos capturados durante as três campanhas em Santa Quitéria – CE 378

Quadro 11.2.1-44: Casos confirmados de Leishmaniose Visceral notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no município de Santa Quitéria, Ceará no período de 2007 a 2019 (DATASUS, 2020)..... 384

Quadro 11.2.1-45: Distribuição dos flebotomíneos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais de coleta na área do Projeto Santa Quitéria 388

Quadro 11.2.1-46: Indicadores ecológicos calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da flebotomíneos realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria 395

Quadro 11.2.1-47: Indicadores ecológicos calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da culicídeos realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria 397

Quadro 11.2.1-48: Lista de espécies de insetos de interesse à saúde pública registrados para a Caatinga a partir de estudos realizados próximo ao empreendimento do Consorcio Santa Quitéria; e comparação com as espécies encontradas no presente estudo, em Santa Quitéria-CE, em novembro de 2020 e fevereiro de 2021 403

Quadro 11.2.1-49- Valores brutos de cada uma das 18 variáveis ambientais medidas por ponto de coleta em cada campanha referente às estações seca e chuvosa, campanhas 1, 2 e 3, respectivamente..... 419

Quadro 11.2.1-50 - Autovalores para os 12 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Lepdoptera das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho..... 424

Quadro 11.2.1-51 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Lepidoptera das três campanhas realizadas 424

Quadro 11.2.1-52 - Matriz de correlação de Spearman, exibindo coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais. Na diagonal superior estão assinalados os valores de significância entre as variáveis. Correlações significativas em vermelho. Na diagonal inferior estão sinalizados os coeficientes de correlação, positivos e negativos. Destaque para os coeficientes maiores que 0,7 em cinza..... 426

Quadro 11.2.1-53 - Autovalores para os 8 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Apidae das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho. 428

Quadro 11.2.1-54 - Teste a posteriori de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Apidae das três campanhas realizadas. 429

Quadro 11.2.1-55 - Autovalores para os 12 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Formicidae das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho. 431

Quadro 11.2.1-56 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Formicidae das três campanhas realizadas. 431

Quadro 11.2.1-57 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Amphibia da terceira campanha. Eixos mais importantes assinalados em vermelho. 434

Quadro 11.2.1-58 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Amphibia da terceira campanha..... 434

Quadro 11.2.1-59 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Squamata das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.436

Quadro 11.2.1-60 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Squamata das três campanhas já realizadas..... 437

Quadro 11.2.1-61 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Mamíferos não voadores das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho..... 439

Quadro 11.2.1-62 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Mamíferos não voadores das três campanhas já realizadas. Eixos significativos assinalados em vermelho..... 440

Quadro 11.2.1-63 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Chiroptera das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho. 443

Quadro 11.2.1-64 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Chiroptera das três campanhas já realizadas. 443

Quadro 11.2.1-65: Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Aves das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho. 445

Quadro 11.2.1-66: Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Aves das três campanhas já realizadas. Eixo significativo assinalado em vermelho. 446

Quadro 11.2.1-67: Resumo dos principais resultados obtidos após a Análise de Correspondência Canônica entre a composição de espécies e variáveis ambientais medidas durante as três campanhas já realizadas durante o estudo..... 448

Quadro 11.2.1-68: Receptores ecológicos da fauna silvestre na área do Projeto Santa Quitéria ... 450

Quadro 11.2.1-69 - Pontos de Levantamento Florístico e Fitofisionômico 455

Quadro 11.2.1-70 - Pontos amostrais e parcelas amostradas por fitofisionomia na AID/ADA 459

Quadro 11.2.1-71 - Listagem de espécies da flora encontradas nas Áreas de Influências no levantamento realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) 473

Quadro 11.2.1-72 - Dados de estudo fitossociológico realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) nas áreas de Caatinga Arbórea e Caatinga Arbustiva 481

Quadro 11.2.1-73 - Características ambientais das parcelas utilizadas na amostragem da AID/ADA do empreendimento 485

Quadro 11.2.1-74 - Vegetação (em ha) presente na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área Diretamente Afetada (AID) e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) 488

Quadro 11.2.1-75 - Proporção de (em %) na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área Indiretamente Afetada (AID) e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) 489

Quadro 11.2.1-76 - Espécies de interesse extrativista encontradas na amostragem fitossociológica 490

Quadro 11.2.1-77 - Listagem de espécies da flora encontrada nas Áreas de Influência Indireta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria 493

Quadro 11.2.1-78 - Dados fitossociológicos da amostragem 498

Quadro 11.2.1-79 - Dados fitossociológicos da amostragem 501

Quadro 11.2.1-80 - Dados comparativos entre as amostragens fitossociológicas de Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) do presente estudo e do estudo realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) 503

Quadro 11.2.1-81 - Classes de vegetação e valores de NDVI 510

Quadro 11.2.1-82 - Classes de vegetação e área (hectares) na Área de Influência direta (AID) do Projeto Santa Quitéria 511

Quadro 11.2.1-83 - Classes de vegetação e área (hectares) na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria 514

Quadro 11.2.1-84 - Espécies ameaçadas utilizadas na análise de conectividade, respectivo raio de busca considerado e considerações sobre as referências utilizadas 526

Quadro 11.2.1-85 - Espécies ameaçadas utilizadas na análise de conectividade, respectivo raio de busca considerado e considerações sobre as referências utilizadas 527

Quadro 11.2.1-86 - Métricas de fragmentação da paisagem considerando os efeitos do empreendimento na AID 529

Quadro 11.2.1-87 - Métricas de efeito de borda considerando os efeitos do empreendimento na AID 532

Quadro 11.2.2-1 - Lista de pontos de amostragens da ictiofauna da área de influência com suas respectivas coordenadas do Projeto de Santa Quitéria, CE. 542

Quadro 11.2.2-2 - Ictiofauna de água doce a partir de dados secundários levantados na região de inserção do projeto Santa Quitéria, CE. 558

Quadro 11.2.2-3 - Lista de espécies de peixes registradas nas três campanhas de amostragem da ictiofauna a partir de dados primários levantados do projeto de Santa Quitéria, CE. 561

Quadro 11.2.2-4 - Número de espécimes e por unidade amostral, coletados durante as amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 569

Quadro 11.2.2-5 - Hábito alimentar das espécies de peixes registradas nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE. 576

Quadro 11.2.2-6 - Índice de diversidade (Shannon H'), índice de equitabilidade (Pielou J'). 578

Quadro 11.2.2-7 - Rede de amostragem da biota aquática - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C) 595

Quadro 11.2.2-8 - Registros de campo- PSQ – Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C)..... 604

Quadro 11.2.2-9: Índice de cobertura de macrófitas aquáticas 613

Quadro 11.2.2-10 - Distribuição espacial e frequência do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 625

Quadro 11.2.2-11 - Densidade do fitoplâncton – PSQ - nov/20 (1ª C), fev/21 (2ª C) e abr/23 (3ª C). 644

Quadro 11.2.2-12: Distribuição espacial e frequência do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 661

Quadro 11.2.2-13 - Densidade e abundância relativa do zooplâncton –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 677

Quadro 11.2.2-14 - Distribuição espacial e frequência de ocorrência dos invertebrados bentônicos – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 694

Quadro 11.2.2-15 -1 Densidade dos invertebrados bentônicos –PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 704

Quadro 11.2.2-16 - Riqueza e quantidade absoluta de indivíduos da comunidade bentônica - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 714

Quadro 11.2.2-17 - Composição taxonômica de macrófitas aquáticas - PSQ – Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). 720

Quadro 11.2.2-18 - Riqueza e frequência de táxons de macrófitas aquáticas por forma biológica–PSQ - Nov/20 (1ª campanha), Fev/21 (2ª campanha) e Abr/23 (3ª campanha). 730

Quadro 11.2.2-19 - Índice de cobertura por ponto de coleta e frequência de ocorrência – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C)..... 736

Quadro 11.2.3-1 - Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade existente na região do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria-CE 755

Quadro 11.2.3-2: Áreas de Reserva Legal cadastradas na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria-CE 760

SIGLAS

ABIO	Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico
ADA	Área Diretamente Afetada
AID	Área de Influência Direta
AIEDA	Agência Internacional de Energia Atômica
AII	Área de Influência Indireta
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANDA	Associação Nacional para Difusão de Adubos
ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
APCB	Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade
APP	Área de Preservação Permanente
BA	Bahia
BETX	Benzeno, Etilbenzeno, Tolueno e Xileno
CBH-Acaraú	Comitê da Bacia Hidrográfica do Acaraú
CCAF	Comitê de Compensação Ambiental Federal
CCME	*Canadian Council of Ministers of the Environment*
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CE	Ceará
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação
CITES	Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
COGERH/CE	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará
CONERH/CE	Conselho dos Recursos Hídricos do Ceará
COT	Carbono Orgânico Total
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CUCI	Classificação Uniforme do Comércio Internacional
DAP	*Di-ammonium Phosphate*
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio

DCP	*Dicalcium Phosphate*
DHN	Divisão Hidrográfica Nacional
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETP	Evapotranspiração Potencial
ETR	Evapotranspiração Real
EUA	Estados Unidos da América
FAO	*Food and Agriculture Organization*
FCN	Fábrica de Combustível Nuclear
FOB	*Free On Board*
FOSNOR	Fosfatados do Norte-Nordeste S/A
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEE	Gases de Efeito Estufa
GI	Grau de Impacto
Gt	Bilhões de toneladas
GW	Gigawatt
ha	Hectares
he	Hectômetro
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice de Estado Trófico
INB	Indústria Nuclear do Brasil
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	*Intergovernamental Panel on Climate Change*

IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
ISQG	*Interium Sediment Quality Guidelines*
IUCN	*International Union for Conservation of Nature*
kt	Mil toneladas
LAS	*Linear Alkylbenzene Sulfonate*
LQ	Limite de Quantificação
lb	Libra
L/s	Litros por segundo
MAP	*Monoammonium Phosphate*
MCP	*Monocalcium Phosphate*
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
mEa	Massa Equatorial Atlântica
mEc	Massa Equatorial Continental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
Mt	Milhões de toneladas
MW	Megawatts
NASA	*National Aeronautics and Space Administration*
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
OD	Oxigênio Dissolvido
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCB	*Polychlorinated Biphenyls*
PEA	Plano Estadual de Adaptação
PEL	*Problably Effect Level*
PEMC	Política Estadual de Mudanças Climáticas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Energia
PNF	Plano Nacional de Fertilizantes

PPI	Programa de Parcerias de Investimentos
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PRONABIO	Programa Nacional da Diversidade Biológica
PSQ	Projeto Santa Quitéria
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RJ	Rio de Janeiro
RL	Reserva Legal
ROM	*Run of Mine*
RPPN	Reservas Particulares do Patrimônio Natural
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SISDAGRO	Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária
SMEWW	*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*
SN1	Riacho sem Denominação 1
SN2	Riacho sem Denominação 2
SN3	Riacho sem Denominação 3
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SOP	Superintendência de Obras Públicas
SP	São Paulo
SRH/CE	Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará
SRTM	*Shuttle Radar Topography Mission*
SSP	*Single Superphosphate*
STP	Substâncias Tóxicas Poluentes
SVOC	*Semi-Volatile Organic Compound*
t	Toneladas Métricas
TEL	*Thereshold Effect Level*
TR	Termo de Referência
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
TSP	*Triple Single Phosphate*
UC	Unidades de Conservação

UE	União Europeia
UF	Unidade Federativa
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
URA	Unidade de Concentração de Urânio
US EPA	*United State Environmental Protection Agency*
USGS	*United States Geological Survey*
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
VMP	Valor Máximo Permitido
VOC	*Volatile Organic Compound*
WNA	*World Nuclear Association*
ZA	Zonas de Amortecimento
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico
Zeu	Zona Eufótica

Conforme citado na introdução deste EIA (Volume I), foram realizadas algumas alterações na itemização em relação à versão anterior do EIA (2021) e ao Termo de Referência (TR) emitido pelo Ibama em agosto de 2021, relacionados no quadro a seguir.

Correspondência entre itens do EIA protocolado em 2021, TR do Ibama (agosto/2021) e da revisão de 2023

CONTEÚDO	TR IBAMA AGOSTO/2021	ITEMIZAÇÃO 2021	ITEMIZAÇÃO 2023
Introdução	Item 1	Volume I item 1	Volume I item 1
Identificação do Empreendedor e da Empresa Consultora	Item 2	Volume I item 2	Volume I item 2
Objetivos e Justificativas	Item 4 e 5	Volume I item 5	Volume I item 3
Legislação Aplicada	-	Volume I item 4	Volume I item 4
Estrutura e *Status* do Licenciamento do Projeto	-	-	Volume I item 5
Histórico do Empreendimento	-	Volume I item 3	Volume I item 6
Estudo de Alternativas Tecnológicas, Locacionais e de não Implantação do Projeto	Item 6	Volume I item 6	Volume I item 7
Planos, Programas e Projetos Colocalizados	-	Volume III item 8	Volume I item 8
Caracterização do Empreendimento	Item 3	Volume I item 3	Volume I item 9
Definição das Áreas de Influência do empreendimento	Item 7	Volume I item 7	Volume I item 10
Diagnóstico Ambiental dos meios físico e biótico	Item 8, “a” e “b”	Volume II item 8	Volume II-A e Volume II-B, item 11
Diagnóstico Ambiental do meio socioeconômico	Item 8, “c”	Volume III item 8	Volume III item 11
Análise Integrada	Item 9	Volume IV item 9	Volume IV item 12
Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais	Item 10	Volume IV item 10	Volume IV item 13
Programas Ambientais	Item 11	Volume IV item 11	Volume IV item 14
Prognóstico Ambiental	Item 12	Volume IV item 12	Volume IV item 15

CONTEÚDO	TR IBAMA AGOSTO/2021	ITEMIZAÇÃO 2021	ITEMIZAÇÃO 2023
Compensação Ambiental	Item 13	Volume IV item 13	Volume IV item 16
Plano de Descomissionamento/Desativação	Item 14	Volume IV item 14	Volume IV item 17
Estudo de Análise de Riscos (EAR)	Item 15	Volume IV item 15	Volume IV item 18
Conclusão	Item 16	Volume IV item 16	Volume IV item 19
Referências Bibliográficas	Item 17	Volume IV item 17	Volume IV item 20
Glossário	Item 18	Volume IV item 18	Volume IV item 21
Anexos	-	Volume V	Volume V

11 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL (CONTINUAÇÃO)

11.2 Meio Biótico

Os estudos do Meio Biótico do Projeto Santa Quitéria (PSQ) contemplam o levantamento de flora e de fauna por meio de dados secundários (Área de influência Indireta-AII) e dados primários (Área de Influência Direta-AII e Área Diretamente Afetada- ADA). É apresentado o detalhamento do esforço amostral em cada fitofisionomia/ grupo faunístico, apresentando a curva do coletor em cada item específico.

O diagnóstico de flora foi realizado por meio da Caracterização da vegetação (Fitofisionômico, Florístico e Fitossociológico) e da Caracterização da vegetação e estágio Sucessional via Sensoriamento Remoto.

A Área de Influência Direta (AID) e a Área Diretamente Afetada (ADA) foram alvos de duas campanhas realizadas i*n loco* em diferentes estações: a primeira entre os dias 29 de outubro e 03 de novembro de 2020 e a segunda entre 02 e 07 de fevereiro de 2021, quando se coletaram dados na ADA e AID de três diferentes atributos da vegetação em 36 parcelas amostrais: 1) fitofisionomia, 2) florística e 3) fitossociologia. Adicionalmente, a título de comparação, foram considerados os dados da campanha de campo realizada na ocasião de elaboração de um Estudo de Impacto ambiental para o mesmo empreendimento, em abril de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

A classificação da vegetação e de seu estágio sucessional foi realizada por meio de técnicas de sensoriamento remoto utilizando-se uma classificação de tipologias de Caatinga, na qual as características morfoestruturais da vegetação são utilizadas como parâmetro para a separação de cada tipo de vegetação e de sua classe de estágio sucessional.

Foi realizada ainda a análise da paisagem (estrutural e funcional) com uso de métricas (diversidade, fragmentação, efeito de borda e conectividade) analisadas para toda a Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria, de forma a dar subsídio à compreensão dos efeitos da supressão da vegetação para instalação do empreendimento sobre a fragmentação matriz de vegetação encontrada.

Tendo como ponto de partida o mapeamento do uso e ocupação do solo da Área de Influência Direta, foi realizada uma análise estrutural da paisagem sem a presença do empreendimento. Posteriormente, os mesmos cálculos foram realizados considerando o cenário futuro com a implantação do empreendimento e consequente supressão vegetal necessária para tal, caso o empreendimento venha a se concretizar.

A análise espectral da vegetação e de análise paisagem foi atualizada considerando solicitações do Parecer Técnico nº 148 da Coordenação de Licenciamento Ambiental de Mineração e Pesquisa Sísmica Terrestre e pequenas alterações na delimitação da Área Diretamente Afetada (ADA), que obrigatoriamente refletiram, ainda que de forma insignificante, nos quantitativos de classes de uso do solo e de fitofisionomias sobrepostas ao Projeto Santa Quitéria (PSQ).

A correlação entre variáveis estruturais da flora, sua riqueza e variáveis microclimáticas foi investigada no item 11.2.1.2, denominado Covariáveis ambientais, que analisou a existência de relações estatísticas significativas entre a presença ou riqueza da fauna e as variáveis independentes do ambiente.

No diagnóstico da fauna, para cada grupo são apresentados os resultados dos levantamentos, incluindo lista de espécies geral, sempre que possível, com denominação taxonômica em nível específico.

Nos resultados há destaque aos exemplares presentes nas listas oficiais de fauna ameaçada, considerando as listagens estadual (SEMACE, 2022), nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2022). As espécies de maior interesse econômico, as endêmicas, as ameaçadas de extinção, raras, de interesse para saúde pública e bioindicadoras também foram identificadas e destacadas em item específico dentro da apresentação dos resultados e discussões de cada grupo.

Cabe destacar que todas as atividades de levantamento de fauna foram realizadas de acordo com as metodologias e pressupostos indicados em Plano de trabalho apresentado e aprovado pelo IBAMA quando da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico. Desse modo, visando estabelecer uma área controle que não receberá influência do empreendimento (durante as fases de implantação e operação), optou-se pela implantação desse ponto amostral fora dos limites da AID.

Cumpre informar que, na primeira e na segunda campanhas de amostragem de fauna, realizadas, respectivamente, em novembro de 2020 e fevereiro de 2021, as atividades de levantamento de fauna foram executadas de acordo com a Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO nº 03/2020).

Em dezembro de 2022, por meio do Parecer Técnico nº 148, a Coordenação de Licenciamento Ambiental de Mineração e Pesquisa Sísmica Terrestre, ao analisar o Estudo de Impacto Ambiental (TETRAMAIS CONSULTORIA, 2021), solicitou a complementação dos estudos de fauna por meio da realização de campanha adicional, a ser realizada na estação

chuvosa, tendo em vista que a pluviosidade em fevereiro de 2021, quando foi realizada a campanha da estação chuvosa do EIA, não refletiu os padrões esperados para o mês, segundo a normal climatológica. Deste fato decorreu a realização de amostragens sob condições distintas daquelas esperadas para o período chuvoso, o que suscitou a manifestação no citado Parecer Técnico. Assim, em 29 de março de 2023, foi emitida ABIO 1488 /2023 autorizando a execução, no período chuvoso de 2023, das mesmas metodologias e esforços empregados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de 2021.

O presente estudo, portanto, apresenta os resultados obtidos em três campanhas de levantamento de dados primários da fauna da área do Projeto Santa Quitéria (PSQ). Todos os dados coletados em campo foram georreferenciados. As coordenadas dos pontos e áreas amostrais (apresentadas na projeção DATUM SIRGAS 2000.), a indicação de espécies por ponto de coleta, por dia e local de coleta constam nas planilhas de dados brutos nos anexos do presente estudo.

11.2.1 Ecossistemas Terrestres

11.2.1.1 Fauna

A região Nordeste do Brasil apresenta distintas coberturas vegetais pertencentes aos domínios morfoclimáticos da Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado. As características únicas das zonas de transição (ecótonos) resultam em sistemas únicos de fauna e flora (FERREIRA, 2006).

Parte da fauna da região Nordeste é caracterizada como de ampla distribuição entre os biomas, com riqueza que flutua de acordo com particularidades edáficas e vegetacionais. O interior do Ceará apresenta formações peculiares inseridas no domínio morfoclimático das Caatingas (*sensu* AB'SABER, 1977), entremeadas por importantes áreas transicionais de Cerrado. Nessa região, como formações vegetacionais mais conspícuas, ocorrem fitofisionomias de aspecto xérico na forma de savanas estépicas e campos rupestres (ARAÚJO; RODAL; BARBOSA, 2005).

A Caatinga e Cerrado, frente a ambientes mais úmidos, como Amazônia e Mata Atlântica, já foram descritos na literatura como possuindo uma baixa biodiversidade, com poucas espécies e baixo grau de endemismo (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003), contudo, estudos recentes (FREITAS; ROCHA; SIMÕES-LOPES, 2005; LEAL *et al.*, 2005; LOEBMANN; HADDAD, 2010) vêm demonstrando que esses são biomas tão ou mais ricos que os demais.

Assim, para a fauna do estado do Ceará, estão descritas 102 espécies de peixes, 57 espécies de anfíbios, 133 espécies de répteis, 558 espécies de aves, 62 espécies de mamíferos. Há ainda a diversa variedade de invertebrados, que incluem 148 espécies de abelhas, 98 espécies de borboletas e 216 espécies de formigas.

As atividades de mineração são frequentemente associadas aos diversos impactos de origem antrópica, destacando-se alterações na paisagem, supressão de vegetação nativa e poluição de solo e água (MECHI; SANCHES, 2010). O impacto mais direto e evidente para a fauna terrestre é a perda do hábitat, pois a área ocupada pela paisagem natural é substituída pela área de lavra do empreendimento em si, trazendo consigo a supressão da vegetação original e o consequente afugentamento da fauna local (SARMENTO, 2022). Os impactos indiretos são causados pela emissão de resíduos, sejam gases, líquidos ou sólidos, ou mesmo de ruído sonoro, que podem ter uma influência para além dos limites do empreendimento em si, afetando, principalmente, a região circunvizinha.

A ação em médio e longo prazos desses potenciais efeitos sobre as comunidades da fauna ainda não são totalmente conhecidos. Apesar do constante aumento no número de estudos desenvolvidos no Brasil que abordam esse tipo de interferência antrópica, a maioria é realizada em formações ombrófilas (ALEIXO; VIELLIARD, 1995; MACHADO, 1995; MAESTRIPIERI, 1999; MALDONADO-COELHO; MARINI, 2003; MARSDEN; WHIFFIN; GALETTI, 2001; NAGAMACHI *et al.*, 2003; RIBON; SIMON; DE MATTOS, 2003; VIELLIARD, 2000; VIELLIARD; SILVA, 1990) e alguns no Cerrado (ANDRADE; MARINI, 2001; CHRISTIANSEN; PITTER, 1997; MARINI, 2001), sendo precária a avaliação das consequências destes na Caatinga (MARINI; GARCIA, 2005) e ambientes transicionais.

A seguir são apresentados os resultados obtidos ao longo das três campanhas de inventário da fauna, visando subsidiar com informações o processo de licenciamento da instalação do Projeto Santa Quitéria, localizado no município de Santa Quitéria, Ceará.

11.2.1.1.1 Área de Estudo e Unidades Amostrais

A área de estudo se insere no Bioma Caatinga e se localiza na Fazenda Itataia e em seu entorno, onde prevalece a fisionomia de Savana-estépica (ou Caatinga) arborizada, com áreas de Savana Estépica Florestada nas maiores declividades.

Para a determinação das áreas amostrais para a fauna terrestre e a biota aquática, inicialmente procedeu-se a definição das diferentes áreas de influência do empreendimento, pois as unidades amostrais para levantamento de dados primários seriam estabelecidas na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de Influência Direta (AID). A ADA foi definida como a área na qual será instalado o empreendimento, e que, por consequência, sofrerá os

maiores impactos relacionados ao mesmo, pois é onde haverá conversão do uso do solo para abrigar as estruturas do projeto. A ADA abrange, portanto, uma área de aproximadamente 380 hectares compostos, majoritariamente, por Savana-Estépica Arborizada.

A Área de Influência Direta foi definida como a microbacia do rio Mulungu, até seu deságue no rio Groaíras, incluindo, portanto, seus afluentes, como o riacho Bitu, o riacho mulungu e o riacho Curimatã e o riacho Gangorra, em uma área total de 17.546 hectares. A AID também é dominada formações de savana-estépica em diferentes níveis de conservação, além de áreas mais antropizadas, como açudes e áreas destinadas à agricultura de subsistência.

Foram então estabelecidos pontos em áreas identificadas como recobertas por ambas as fitofisionomias identificadas (Savana Estépica Arborizada e Savana Estépica Florestada), localizados na AID e na ADA. Cabe ressaltar ainda que a acessibilidade das áreas foi um ponto crucial, também considerado para o estabelecimento dos pontos de amostragem. Sob esse aspecto, a experiência na execução do EIA anterior (ARCADIS LOGOS, 2014) foi fundamental na seleção das áreas.

Para obtenção de um parâmetro comparativo isento de influência do empreendimento, uma área controle também foi definida. Essa área é representada pelo 14º ponto de amostragem para vertebrados (Quadro 11.2.1-1), pelo ponto 7º na amostragem de invertebrados (Quadro 11.2.1-2) e pelos pontos 11º e 12º da amostragem de insetos vetores (Quadro 11.2.1-3, Mapa 11.2-2). Devido às peculiaridades de cada grupo faunístico, algumas adaptações relacionadas às áreas amostrais foram necessárias. Neste caso, ressalta-se que para o diagnóstico de insetos vetores de interesse médico-sanitário foram consideradas áreas específicas, próximas aos assentamentos humanos, tendo em vista tratar-se de fauna sinantrópica e periantrópica. Já para a biota aquática foram considerados os pontos já amostrados quando do EIA anterior (ARCADIS LOGOS, 2014), em quatro campanhas previamente realizadas para caracterização da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos, macrófitas e ictiofauna.

As amostragens foram realizadas em três campanhas, sendo uma na estação seca: C1, entre os dias 15 e 22 de novembro de 2020, a segunda entre os dias 8 e 15 de fevereiro de 2021, que deveria estar sob o regime de chuvas, mas o clima estava tão seco quanto na anterior. Isto fez com que fosse necessária a realização de uma terceira campanha para completar o ciclo durante a estação de chuvas, entre 23 de abril e 10 de maio de 2023, na fazenda Itataia, município de Santa Quitéria, Ceará, conforme solicitação do Parecer Técnico nº 148/Comip/CGTef/Dilic (SEI nº 14359621).

Ao longo da AID são observadas áreas recobertas por essas duas fitofisionomias e coleções hídricas, que são componentes importantes da paisagem, por representarem área de dessedentação e de atratividade para a fauna. Tais características foram observadas para a determinação da localização das áreas amostrais de vertebrados e invertebrados. A seguir são ilustradas as características ambientais dos pontos amostrais para os vertebrados (Figura 11.2.1-1 a Figura 11.2.1-14) e invertebrados (Figura 11.2.1-15 a Figura 11.2.1-21).

Quadro 11.2.1-1: Pontos de amostragem durante o levantamento dos vertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria

PONTO AMOSTRAL	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE	ÁREA DE INFLUÊNCIA
	X	Y		
1	411511	9494599	Savana Estépica Arborizada	AID
2	412895	9494847	Savana Estépica Florestada	AID
3	415332	9494868	Savana Estépica Arborizada	ADA
4	414221	9496666	Savana Estépica Florestada	ADA
5	415298	9496179	Savana Estépica Florestada	AID
6	415660	9496122	Savana Estépica Florestada	AID
7	413854	9493592	Savana Estépica Arborizada	AID
8	415294	9492822	Savana Estépica Arborizada	AID
9	412969	9496550	Savana Estépica Arborizada	AID
10	415426	9495743	Savana Estépica Florestada	AID
11	414024	9495966	Savana Estépica Florestada	ADA
12	413618	9494678	Savana Estépica Arborizada	AID
13	415202	9494322	Savana Estépica Arborizada	ADA

PONTO AMOSTRAL	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE	ÁREA DE INFLUÊNCIA
	X	Y		
14	419362	9491057	Savana Estépica Arborizada	Controle

[1]AID - Área de Influência Direta; ADA - Área Diretamente Afetada do empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Quadro 11.2.1-2: Localização e áreas de influência dos pontos amostrais de invertebrados do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

PONTO AMOSTRAL	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE	ÁREA DE INFLUÊNCIA[1]
	X	Y		
1	415448	9496081	Savana Estépica Florestada	AID
2	414184	9496540	Savana Estépica Florestada	ADA
3	413848	9493500	Savana Estépica Arborizada	AID
4	411536	9494511	Savana Estépica Arborizada	AID
5	413969	9496080	Savana Estépica Arborizada	ADA
6	415263	9495620	Savana Estépica Arborizada	AID
7	419428	9491049	Savana Estépica Arborizada	Controle

[1]AID - Área de Influência Direta; ADA - Área Diretamente Afetada do empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Quadro 11.2.1-3: Coordenadas dos pontos de amostragem de Insetos Vetores na área do empreendimento de Santa Quitéria

PONTO	TÁXON	UTM 24M/SIRGAS 2000		FITOFISIONOMIAS	INFLUÊNCIA
		X	Y		
1	Flebotominae e Culicidae	414232	9495748	Savana Estépica Arborizada	ADA
2	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	414598	9495701	Savana Estépica Florestada	ADA
3	Flebotominae e Culicidae	408279	9494716	Sem vegetação	AID
4	Flebotominae e Culicidae	414685	9495758	Savana Estépica Arborizada	ADA
5	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	410392	9494438	Sem vegetação	AID
6	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	411660	9494155	Sem vegetação	AID
7	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	414863	9492783	Savana Estépica Arborizada	AID
8	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	414847	9492760	Savana Estépica Arborizada	AID
9	Flebotominae e Culicidae	413498	9492974	Savana Estépica Arborizada	AID
10	Flebotominae e Culicidae	409668	9496273	Sem vegetação	AID
11	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	418926	9490754	Savana Estépica Florestada	Controle
12	Flebotominae, Culicidae e Triatominae	418876	9490820	Savana Estépica Florestada	Controle

[1]AID - Área de Influência Direta; ADA - Área Diretamente Afetada do empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Mapa 11.2-1: Unidades Amostrais de Fauna Terrestre de Vertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria.

400.000

420.000

9.500.000

9.500.000

Canindé

Santa Quitéria

Morrinhos

Queimadas

Itatira

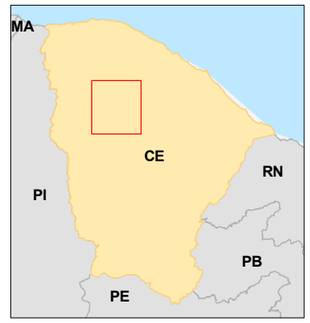
Madalena

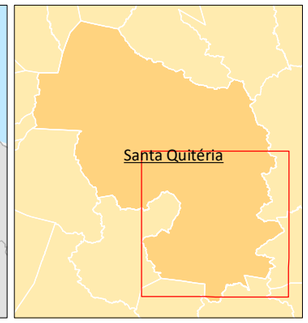
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

400.000

420.000

Macrolocalização





Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2021. Pontos de Amostragem.

0 1 2 km

1:96.000

Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Unidades Amostrais de Fauna - Vertebrados

Formato	Escala	Folha
A3	1:96.000	Única

Data	Localização
30/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

Mapa 11.2-2: Unidades Amostrais de Fauna Terrestre de invertebrados na área de influência do Consórcio Santa Quitéria.

400.000

420.000

9.500.000

Canindé

Santa Quitéria

Morrinhos

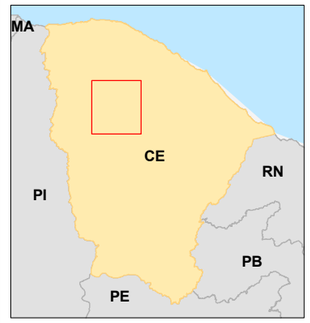
Queimadas

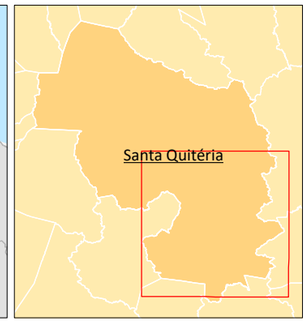
Controle

Itatira

Madalena

Macrolocalização





Referências Locacionais

- Localidades
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Pontos de Amostragem

- Pontos de Amostragem de Formicidae e Apidae
- Pontos de Amostragem de Lepdópteros
- Pontos de Amostragem de Vetores

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2021. Pontos de Amostragem.

0 1 2 km
1:96.000
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Projeto: **Projeto Santa Quitéria**

Título: Pontos de Amostragem de Abelhas, Formigas e Vetores

Formato	Escala	Folha
A3	1:96.000	Única

Data	Localização
31/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

Figura 11.2.1-1: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 1 (vertebrados) Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-2: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 2 de vertebrados - Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-3: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 3 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-4: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 4 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-5: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 5 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

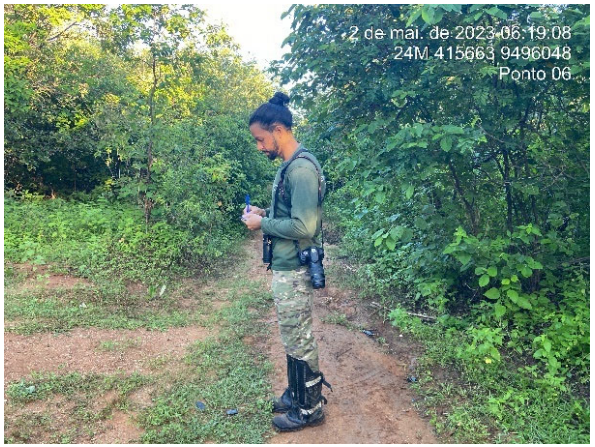


Figura 11.2.1-6: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 6 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-7: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 7 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-8: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 8 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-9: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 9 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

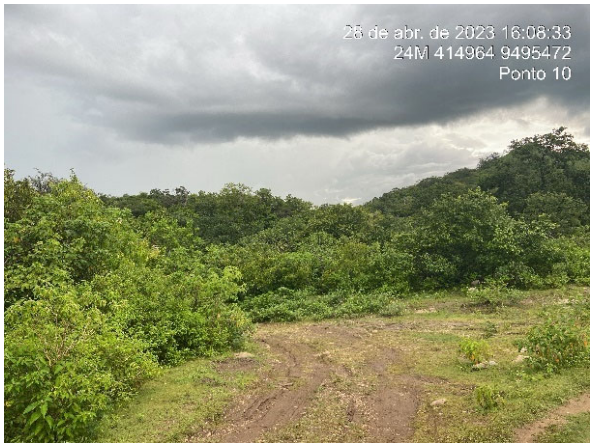


Figura 11.2.1-10: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 10 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-11: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 11 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-12: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 12 de vertebrados – Área de influência direta, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

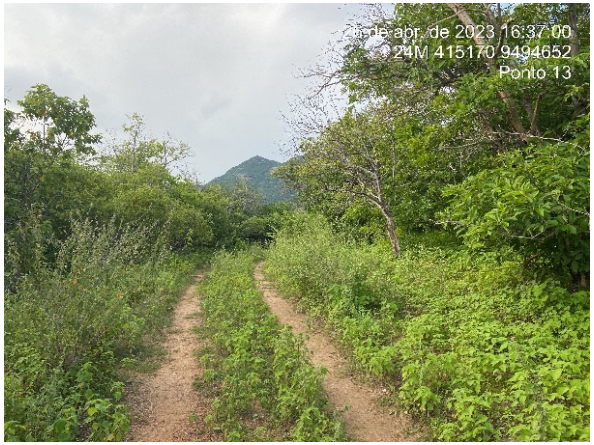


Figura 11.2.1-13: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 13 de vertebrados – Área diretamente afetada, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-14: Da esquerda para a direita, vista geral do ponto amostral 14 de vertebrados – Área controle, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-15: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 1 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-16: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 2 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-17: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 3 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-18: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 4 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-19: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 5 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-20: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 6 de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

Figura 11.2.1-21: Da esquerda para a direita (A – C), vista geral do ponto amostral 7 (controle) de invertebrados, durante a 1ª, 2ª e 3ª campanhas.

O desenho amostral do presente estudo foi baseado em um esforço suficiente para caracterizar a fauna dos diferentes grupos, fazendo uso de métodos consagrados em seus respectivos meios, descritos detalhadamente nos capítulos temáticos específicos abaixo.

As amostragens foram realizadas considerando a média histórica de pluviosidade da região (Figura 11.2.1-22), que mostra que a estação de chuvas ocorre de janeiro a junho, como concentração nos meses de março e abril, e a seca nos meses subsequentes. Foi observado, porém, uma anomalia pluviométrica quando da ocorrência da segunda campanha, na estação chuvosa, cujo atraso no início das chuvas resultou em amostragem em período ainda de baixa pluviosidade. Como dito anteriormente, de modo a corrigir quaisquer eventuais desvios na amostragem provocados por essa situação, em atendimento ao PT nº148/2022, foi realizada uma campanha complementar de amostragem na estação chuvosa.

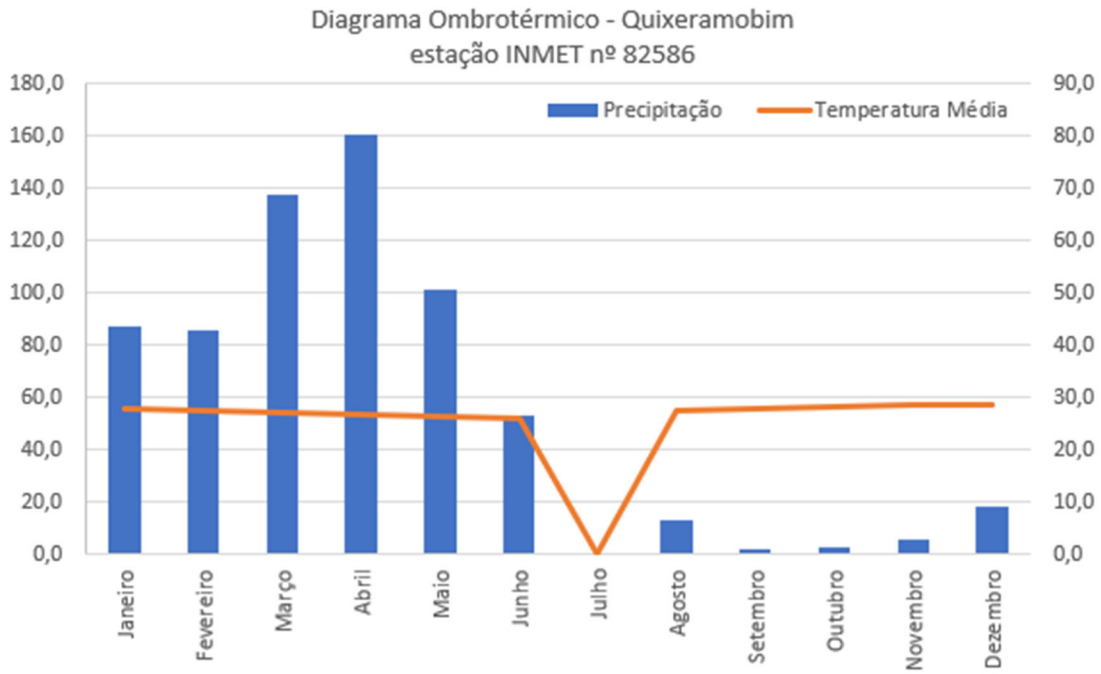


Figura 11.2.1-22: Precipitação média na área do projeto nos últimos onze anos.

*Fonte: INMET, 2023. * a estação não apresenta dados de média de 30 anos para o mês de julho nos dados oficiais.*

Cabe destacar que a estrutura do relatório foi baseada em parâmetros comparativos, sempre considerando as informações regionais disponíveis (dados secundários) com as informações encontradas durante a realização dos trabalhos de campo (dados primários). Os dados secundários fundamentaram-se no Inventário da Fauna Cearense (https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/), que lista as espécies com registro para o estado do Ceará, elaborada por diversos autores especialistas dos diferentes grupos

faunísticos e compilada por iniciativa da SEMACE (Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará). Adicionalmente, foi consultada a plataforma SIBBR-Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira.

11.2.1.1.2 Status de conservação

O grau de ameaça das espécies listadas foi verificado em nível estadual, utilizando a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da Fauna do Ceará (Portaria n° 145/2022; SEMACE, 2022), em nível nacional, com base na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (ICMBIO, 2023; MMA, 2022), e em nível internacional, de acordo com "*The IUCN Red List of Threatened Species*" (IUCN, 2022). Segundos os critérios IUCN, são consideradas ameaçadas as espécies que se enquadraram nos seguintes critérios: criticamente em perigo (CR), em perigo (EN) e vulnerável (VU). As espécies também foram classificadas de acordo com os Apêndices I, II e III da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES, 2023). Embora o último compilado CITES já esteja disponível para consulta, ainda depende de formalização da atualização da portaria por parte do MMA para que esteja em vigor plenamente. Até que essa formalização ocorra, o respaldo jurídico é dado por enquanto pela IN nº 4, de 19 de agosto de 2020 (MMA, 2020).

Segundo a CITES, as espécies são classificadas nos apêndices de acordo com o quão ameaçadas estão pelo comércio internacional. O Apêndice I lista as espécies mais ameaçadas pelo comércio internacional — são espécies ameaçadas de extinção e cujo comércio internacional é proibido para fins comerciais. O Apêndice II lista as espécies que não necessariamente estão ameaçadas no momento, mas que podem se tornar, caso o comércio internacional não esteja sob regulamentação rigorosa. Por fim, a inclusão de espécies no Apêndice III se dá por solicitação direta do país onde sua exploração necessita ser restrita ou impedida e que requer a cooperação de outros países para evitar exploração ilegal ou insustentável.

11.2.1.1.3 Herpetofauna

A. Introdução

Durante muito tempo a herpetofauna da Caatinga, quando comparada aos outros biomas sul-americanos, foi considerada pobre, com baixa riqueza, predominância de espécies generalistas, de ampla distribuição, ou oriunda dos biomas adjacentes, especialmente o Cerrado (VANZOLINI *et al.*, 1980). Gradualmente, porém, com o aumento de estudos na região, a herpetofauna da Caatinga vem se mostrando diversa e com alto grau de endemismos (ARAUJO *et al.*, 2005; RODRIGUES, 2005).

Englobando todas as fitofisionomias inseridas na área geográfica do bioma, inclusive as conhecidas como brejos de altitude (ilhas relictuais de mata, que são favorecidas por condições naturais mais amenas que aquelas das caatingas circundantes), são descritas atualmente cerca de 324 espécies para herpetofauna do bioma, sendo 98 anfíbios e 226 répteis (79 lagartos, 20 anfisbenídeos, 114 serpentes, 10 quelônios, três crocodilianos) (RODRIGUES, 2003; GARDA *et al.*, 2017; MARQUES *et al.*, 2017; MESQUITA *et al.*, 2017).

Entre as espécies da herpetofauna da Caatinga, 22 espécies são consideradas ameaçadas (MMA, 2022). Para os anfíbios há uma espécie listada, já para os répteis são listadas 21. Tais espécies são em sua grande maioria endêmicas e de distribuição bastante restrita ou ocorrendo em habitats específicos. Em nível estadual são listados três anuros e 2 lagartos como ameaçados (SEMACE, 2022). Os anuros *Rhinella casconi* (sapo-de-cascon), *Adelophryne maranguapensis* (rã-de-maranguape), *Proceratophrys ararype Mângia* (sapo-do-araripe) são classificados como criticamente ameaçados. Os Gymnophthalmideos *Leposoma baturitensis* (calango-de-baturité) e *Placosoma limaverdorum* (calango limaverde), por sua vez, são considerados em perigo.

Já no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES (CITES, 2021), três espécies do bioma são citadas como ameaçadas.

Anfíbios e répteis são particularmente vulneráveis aos efeitos das atividades antrópicas que alteram a cobertura vegetal original, como supressão vegetal e fragmentação de habitats. Alguns répteis podem ser importantes em estudos ambientais para a conservação de regiões naturais, já que, por ocuparem o topo de várias cadeias alimentares, eles exigem uma oferta alimentar que sustente suas populações, fazendo com que o grupo funcione como excelente bioindicador de primitividade dos ecossistemas (MOURA-LEITE *et al.*, 1993).

Os anfíbios têm sido sugeridos por vários autores como potenciais indicadores de qualidade ou degradação ambiental. A pele permeável e o ciclo de vida em ambiente aquático e terrestre são características que os tornam suscetíveis a alterações no ambiente, tanto físicas (umidade e temperatura, por exemplo) como químicas (poluição, por exemplo). Muitas espécies dependem simultaneamente de ambientes aquáticos e terrestres, em boas condições de conservação, para sua sobrevivência (VITT *et al.*, 1990).

No que tange aos impactos de empreendimentos minerários sobre a herpetofauna, estas alteram o equilíbrio ecológico da área, afetando o ar, a água, o solo, a fauna e a flora. Em decorrência do conjunto de atividades desenvolvidas durante a implantação e a operação desse tipo de empreendimento, geralmente ocorrem perda do habitat, fragmentação de

populações, o aumento do afugentamento, aumento do risco de atropelamento de animais, o aumento das atividades de caça e captura de animais e da pressão sobre espécies mistificadas (como as serpentes), entre outros possíveis impactos. Também pode ser esperada como resultado de modificações ambientais decorrentes de atividades minerárias a alteração das comunidades de anfíbios nos corpos d'água localizados na área de influência do empreendimento, devido às mudanças da qualidade da água passíveis de acontecer pela entrada de sedimentos, nutrientes e/ou contaminantes no sistema aquático.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo principal diagnosticar a herpetofauna local de modo a compreender a utilização da mesma na paisagem em que o empreendimento está inserido, propiciando, assim, a correta avaliação da viabilidade locacional do empreendimento, além de determinar medidas eficientes para mitigar os possíveis impactos durante a sua instalação e operação.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Herpetofauna – Dados Secundários

O levantamento dos dados secundários referentes à herpetofauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria foi realizado por meio de consulta à bibliografia especializada, publicada em artigos científicos e livros. Devido à escassez de estudos realizados próximos à região de interesse, o Estado do Ceará foi utilizado como referência, porém a grande maioria dos bons inventários para herpetofauna realizados no Estado ocorreram em regiões de fitofisionomias, condições climáticas e ambientais distintas de regiões de Caatinga típica. Assim, foram utilizados estudos geograficamente mais abrangentes, e ainda o Estudo de Impacto Ambiental previamente realizado na área do projeto (ARCADIS LOGOS, 2014). A seguir são listadas as fontes de consulta que foram utilizadas nesse levantamento:

+ BORGES-NOJOSA & CASCON, 2005 - Apresentam um estudo da herpetofauna da área Reserva da Serra das Almas, Ceará.
+ MESQUITA *et al.* (2013) - Estudo de ecologia de serpentes de uma área de Caatinga no Ceará.
+ ARCADIS LOGOS (2014) – Neste trabalho foram reunidas as espécies registradas durante o levantamento dos dados primários necessários para a composição do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria realizado em 2011. Como resultado, o relatório aponta a ocorrência de 46 espécies da herpetofauna na área de estudo.
+ SANTANA *et al.* (2015) - Trazem uma lista de anuros de uma porção ocidental do Ceará.

+ PASSOS *et al.* (2016) - Estudam uma comunidade de lagartos de uma área do semiárido do Ceará.
+ CASTRO *et al.* (2018) – Apresentam o estudo de anuros de uma área de afloramentos rochosos na Caatinga localizado no estado do Ceará.
+ COSTA *et al.* (2018) - Fornecem um levantamento da herpetofauna de uma área de proteção no Ceará. Estação Ecológica Aiuaba.
+ SILVA-NETA *et al.* (2018) - Trazem uma lista da herpetofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Salgado, no estado do Ceará.
+ OLIVEIRA *et al.* (2021) - Apresentam o estudo da Herpetofauna do município Farias Brito, área de domínio da Caatinga no estado do Ceará.

As áreas de influência do empreendimento caracterizam-se por ambientes típicos de Caatinga, com diversidade de fitofisionomias naturais, além de ambientes alterados pelo homem, como açudes e pastagens. Conforme os tipos de ambientes identificados, elaborou-se uma lista de espécies de potencial ocorrência para a área do projeto seguindo os estudos citados anteriormente. Todos esses estudos, além de outros realizados ao longo dos anos no estado do Ceará, possibilitaram a importante compilação da lista de espécies de herpetofauna para todo o estado (BORJES-NOJOSA *et al.*, 2021; CASSIANO-LIMA *et al.*, 2021).

Quanto ao atual sistema de classificação sistemática dos anfíbios, várias transformações significativas vêm ocorrendo. A nomenclatura de vários táxons tradicionalmente considerados na América do Sul foi profundamente modificada, e algumas delas, inclusive, invalidadas para o continente (GARCIA *et al.*, 2007), dificultando a compilação de listas desse grupo. A classificação proposta por FROST lançou nova luz aos padrões de distribuição dos anfíbios (GARCIA *et al.*, 2007) e, diante disso, a classificação taxonômica das espécies de anfíbios seguiu Frost (2023). Já para os répteis, a nomenclatura seguida foi baseada no trabalho mais recente publicado na lista de répteis brasileiros, a saber, Guedes *et al.* (2023).

Para comparações entre a composição faunística nos diferentes municípios e estudos, foram adotados alguns critérios para minimizar problemas de diferenças nos conceitos taxonômicos entre alguns autores. Foram retiradas das listas espécies consideradas como grupo (gr.) e affins (aff.), e aquelas citadas como confer (cf.) foram mantidas como se determinadas. Além disso, entidades classificadas apenas até o gênero, sendo esse único, foram considerados na riqueza atual.

B.2. Levantamento de Herpetofauna – Dados primários

O levantamento de dados ocorreu em três campanhas de campo. A primeira caracterizou-se como seca, entre os dias 07 e 17 de novembro de 2020. A segunda campanha foi realizada dois meses depois, entre os dias 31 de janeiro e 11 de fevereiro de 2021, período caracterizado pela norma climatológica como chuvoso e que, porém, apresentou-se seco devido ao atraso do início desse ciclo chuvoso. Dessa forma foi solicitada por parte do IBAMA a realização de uma campanha adicional. Desse modo, a fim de atender às solicitações do Parecer Técnico N°148 (SEI Nº 14359621), foi executada a terceira campanha no período chuvoso, entre os dias 1º e 10 de maio de 2023. Nessa campanha foi empregado o mesmo esforço amostral de cada uma das duas campanhas anteriores. A localização geográfica e imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico. Sendo assim, em todas as campanhas os dados primários foram coletados na AID, na ADA e no ponto controle. A coleta de dados foi realizada por métodos de busca visual e auditiva ativa e pela utilização de armadilhas de interceptação e queda ("pitfalls").

Em todas as campanhas, as atividades de campo foram de 10 dias efetivos de amostragem. Complementarmente, foram utilizados dados referentes a encontros casuais de animais, fornecidos pelas outras equipes de fauna que estavam em campo. Tais dados não foram utilizados nas análises estatísticas, uma vez que não foram obtidos por metodologias padronizadas de amostragem.

Foram instaladas armadilhas de interceptação e queda nos 14 pontos amostrais. Em cada ponto, foram utilizados 10 baldes de 60 litros, dispostos em linha, enterrados com a boca ao nível do solo, com distância média de 10 metros entre eles e interligados por uma cerca-guia. Feita de lona plástica, a cerca-guia foi mantida em posição vertical por estacas de madeira (Figura 11.2.1-23). As armadilhas foram vistoriadas diariamente para a identificação, coleta ou soltura dos animais capturados. O esforço amostral foi de 140 baldes/dia, totalizando 1.400 baldes/dia por campanha (10 baldes x 10 dias x 14 pontos), perfazendo 4.200 baldes/dia no total (3 campanhas).

A busca ativa ocorreu no período diurno e noturno com registro acústico, fotográfico e captura para identificação dos espécimes. As buscas foram realizadas através de transectos aleatórios em cada ponto amostral (Figura 11.2.1-24), investigando possíveis micro hábitats (e.g. serrapilheira, debaixo de troncos caídos e pedras, buracos no chão ou em árvores, ambientes aquáticos, cupinzeiros, etc.), a fim de se amostrar, ao máximo, a heterogeneidade ambiental presente na área de estudo (VANZOLINI *et al.*, 1980).

Nos transectos de cada um dos 14 pontos amostrais foram dispendidas um total de duas horas de esforço amostral no período diurno e duas horas no período noturno, por três pesquisadores, resultando em um esforço amostral igual a 168 horas de buscas através desse método (04 horas por homem por ponto por campanha). Ao final das três campanhas, um total de 504 horas foram empregadas em buscas ativas (14 pontos x 04 horas x 03 pesquisadores x 03 campanhas).

Figura 11.2.1-23: Armadilhas de Interceptação e queda (AIQ), instaladas para a amostragem da herpetofauna para o diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. (UTM 24M: E 412895, S 9494847).

Figura 11.2.1-24: Método de busca ativa utilizado para diagnostico para herpetofauna do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. (UTM 24M: E 414221, S 9496666; UTM 24M: E 415426, S 9495743).

B.3. Análise de Dados

Para a quantificação da diversidade, foi utilizado o Índice de Shannon-Winner (H'), que é baseado na abundância proporcional das espécies, considerando tanto a riqueza das espécies quanto a sua equidade. Esse método é geralmente escolhido pela sua alta capacidade discriminante (KREBS, 1989; MAGURRAN, 2011). Ainda, o emprego do índice de Shannon-Winner foi atribuído por ser um índice utilizado em situações em que a comunidade inteira não pode ser inventariada (amostras). A equitabilidade foi avaliada utilizando o índice da Equidade de Pielou (J'), associada ao Índice de Shannon.

A eficiência amostral foi determinada pela construção de curvas de acumulações de espécies (*sensu* GOTELLI; COLWELL, 2001). Essas curvas possibilitam avaliar o quanto o número de espécies observadas se aproxima do número de espécies supostamente presentes (riqueza estimada) naquele ambiente. Por meio da análise do comportamento dessa curva, pode-se sugerir, a partir de estimadores de riqueza, o número de espécies que ainda não foram observadas na área (CHAZDON *et al.*, 1998).

Sendo assim, a eficiência da amostragem foi estimada por meio de curvas de rarefação de espécies, baseada em 1000 randomizações da matriz original no programa Estimates v.9.0 (COLWELL, 2013), tendo o número de indivíduos como esforço amostral (EA). Para calcular essa estimativa, foram utilizados os estimadores de riqueza Chao 2 e Jacknife 1, os quais apresentaram melhor *performance* em testes em área de Caatinga. As análises referentes à curva de rarefação e estimativa de riqueza de espécies foram realizadas utilizando-se o software Estimates v.9.0 (COWELL, 2013). Como a área controle corresponde a apenas um ponto amostral dentro do total, a comparação das riquezas entre as áreas de influência (ADA, AID e controle) se deu a partir de curvas de rarefação, tendo como baliza o número de indivíduos para o menor esforço (área Controle). A análise foi executada no programa Past 4.09 (HAMMER *et al.*, 2001).

A fim de verificar a relação entre as áreas de amostragem, de acordo com o compartilhamento de espécies registradas, foi realizada uma análise de agrupamento (UPGMA) a partir do índice de similaridade de Jaccard. Esse índice foi selecionado devido ao conjunto de dados empregados na análise de similaridade utilizar apenas informações de presença e ausência, dessa forma, permitindo o uso de dados métodos que não possibilitam a contabilização de abundância. Os dados de abundância total foram convertidos em dados de abundância relativa. Nessa análise foi utilizado o programa Past 4.09.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

Na primeira campanha, durante a estação seca, foram registrados 493 indivíduos de 22 espécies, sendo três de anfíbios e 19 de répteis (12 de lagartos e sete de serpentes). Entre os anfíbios, a espécie mais abundante foi *Rhinella granulosa* (N=4), entre os répteis foram os lagartos *Tropidurus hispidus* (N=211) e *Ameivula ocellifera* (N=118). Na segunda campanha, também durante a estação seca, foram registrados 541 indivíduos de 21 espécies, sendo três de anfíbios e 18 de répteis (12 de lagartos e 6 de serpentes). Entre os anfíbios, a espécie mais abundante foi *Leptodactylus troglodytes* (N=14), entre os répteis foram os lagartos *Tropidurus hispidus* (N=212) e *Ameivula ocellifera* (N=148). Na terceira campanha, durante a estação chuvosa de 2023, foram registrados 2.893 indivíduos de 41 espécies, sendo 19 de anfíbios e 22 de répteis (13 de lagartos, oito de serpentes e uma de anfisbena). Entre os anfíbios, as espécies mais abundantes foram *Proceratophrys cristiceps* (N=771), *Physalaemus cuvieri* (N=630) e *Leptodactylus troglodytes* (N=554), e entre os répteis foram os lagartos *Ameivula ocellifera* (N=222), *Tropidurus hispidus* (N=190) e *Tropidurus semitaeniatus* (N=121).

Considerando os resultados compilados das três campanhas, foram registrados 3.927 indivíduos, pertencentes a 19 espécies de anfíbios, 14 de lagartos, 13 de serpentes e uma de anfisbena, totalizando 47 espécies para herpetofauna (Quadro 11.2.1-4). As espécies de anfíbios mais abundantes foram *Proceratophrys cristiceps* (N=771), *Physalaemus cuvieri* (N=630) e *Leptodactylus troglodytes* (N=570), e para os répteis as espécies mais abundantes foram os lagartos *Tropidurus hispidus* (N=613) e *Ameivula ocellifera* (N=488). Os anfíbios foram responsáveis por 57,6% dos indivíduos registrados, enquanto os répteis foram responsáveis por 42,4%. (Figura 11.2.1-25). O anuro *Physalaemus cuvieri* foi a espécie mais abundante, com 630 registros. Apenas um indivíduo de *Boana crepitans*, *Corythomantis greeningi*, *Dermatonotus muelleri* foi registrado ao longo do estudo, exclusivamente na terceira campanha.

Entre os répteis, o lagarto *tropidurus hispidus* obteve o maior número de registros, totalizando 613. Já algumas espécies de serpentes foram registradas uma única vez, são elas: *Oxyrhopus trigeminus* (falsa coral), *Philodryas nattereri* (cobra-cipó-verde), *Oxybelis aeneus* (bicuda), *Corallus hortulanus* (suaçuboia) e *Crotalus durissus* (cascavel). O Quadro 11.2.1-4 mostra os resultados das três campanhas.

Na Área Diretamente Afetada (ADA), foram registradas 26 espécies da herpetofauna, sendo 11 lagartos, 10 anfíbios e cinco serpentes. Já na Área de Influência Direta (AID), os registros computaram 39 espécies (16 anfíbios, 14 lagartos e nove serpentes). Uma espécie

de anfíbio (*Dermatonotus muelleri*) e três espécies de serpentes (*Corallus hortulanus*, *Philodryas nattereri* e *Philodryas patagoniensis*) foram registradas exclusivamente na ADA. Foram ainda registradas 11 espécies exclusivamente na Área de Influência Direta (AID) do projeto, a saber: as serpentes *Apostolepis cearensis*, *Boa constrictor*, *Boiruna sertaneja*, *Crotalus durissus*, *Erythrolamprus viridis* e *Oxyrhopus trigeminus*; os anfíbios *Boana crepitans*, *Corythomantis greeningi*, *Leptodactylus caatingae* e *Leptodactylus vastus*; o lagarto *Diploglossus lessonae*. A espécie de serpente *Oxybelis aeneus* e a anfisbena *A. vermicularis* foram registradas por encontro ocasional, fora da ADA e AID (Quadro 11.2.1-4). Porém, todas essas espécies possuem ampla distribuição e são relativamente comuns em inventários para herpetofauna da Caatinga, assim, provavelmente estão presentes em todas as áreas.

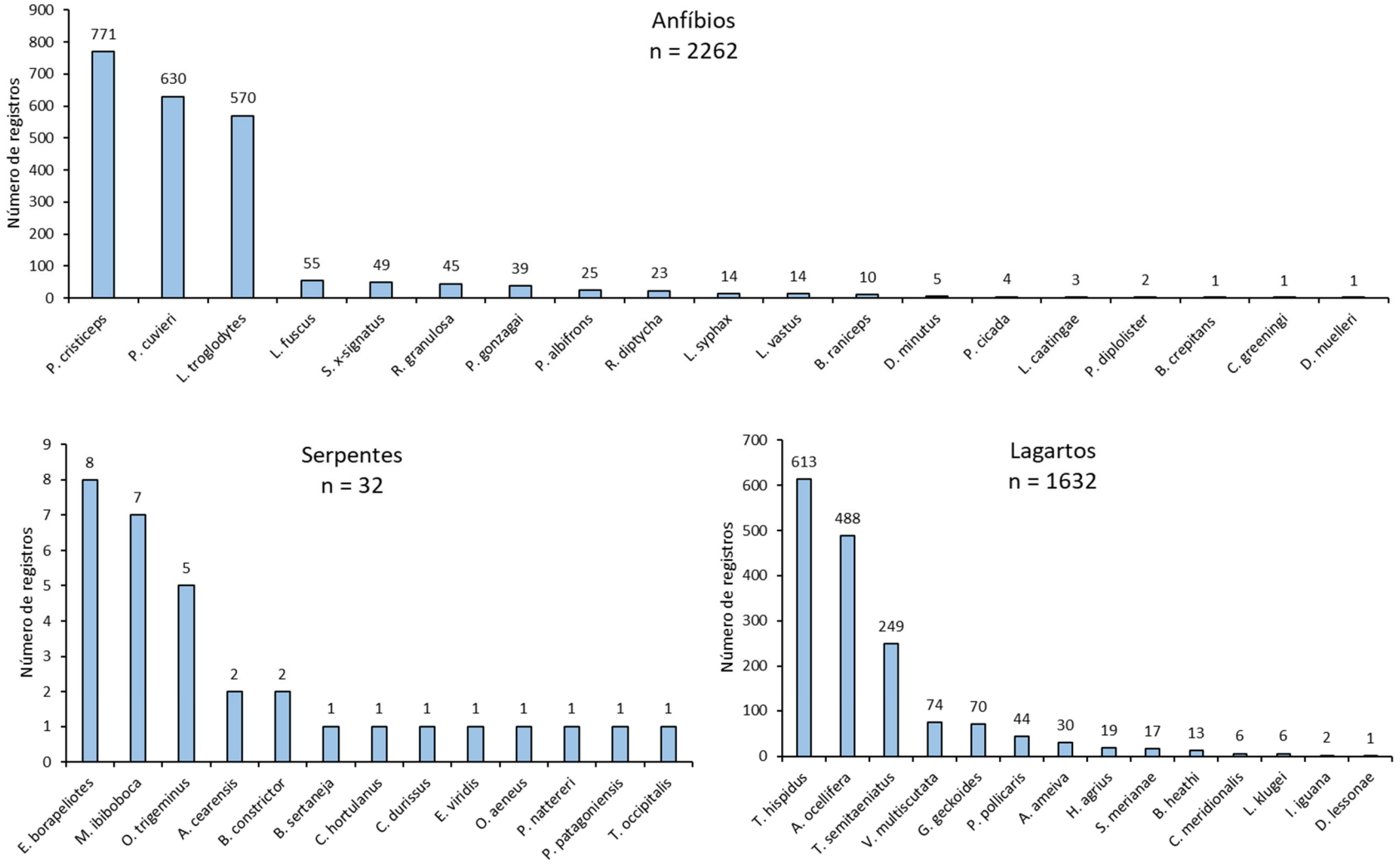


Figura 11.2.1-25: Abundância de espécies da herpetofauna encontrada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE.

Quadro 11.2.1-4: Espécies da herpetofauna registradas na área do empreendimento durante o levantamento de dados primários na área do projeto Santa Quitéria, CE

TÁXON	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA / ENDEMISMO/CINEGÉTICA	ÁREA DE AMOSTRAGEM	ABUNDÂNCIA (MÉTODO AMOSTRAL)
ANURA				
Bufonidae				
Rhinella granulosa (Spix, 1824)	cururuzinho	IUCN (LC)	ADA e AID	45 (AIQ e BA)
Rhinella diptycha (Cope, 1862)	cururu	IUCN (LC)	AID e CON	23 (AIQ e BA)
Hylidae				
Boana raniceps Cope, 1862	perereca-de-bananeira	IUCN (LC)	CON	10 (BA)
Boana crepitans (Wied-Neuwied, 1824)	perereca-da-caatinga	IUCN (LC)	AID	1 (BA)
Corythomantis greeningi Boulenger, 1896	perereca-de-capacete	IUCN (LC)	AID	1 (BA)
Dendropsophus minutus (Peters, 1872)	pererequinha	IUCN (LC)	CON	5 (BA)
Scinax x-signatus (Spix, 1824)	perereca-de-banheiro	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	49 (BA)
Leptodatylidae				
Leptodactylus fuscus (Schneider, 1799)	rã-piadeira	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	55 (AIQ e BA)
Leptodactylus caatingae Heyer & Juncá, 2003	rã	IUCN (LC)	AID	3 (AIQ)
Leptodactylus troglodytes (A. Lutz, 1926)	rã	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	570 (BA e AIQ)

TÁXON	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA ENDEMISMO/CINEGÉTICA	ÁREA DE AMOSTRAGEM	ABUNDÂNCIA (MÉTODO AMOSTRAL)
Leptodactylus vastus A. Lutz, 1930	rã-pimenta	IUCN (LC)	AID	14 (BA)
Leptodactylus syphax Bokermann, 1969	rã-das-rochas	IUCN (LC)	AID e CON	14 (BA e AIQ)
Physalaemus cicada Bokermann, 1966	rãnzinha-cachorro	IUCN (LC)	ADA e AID	4 (BA e AIQ)
Physalaemus albifrons (Spix, 1824)	rãnzinha-choradeira	IUCN (LC)	ADA e AID	25 (BA e AIQ)
Physalaemus cuvieri Fitzinger, 1826	rãzinha-cachorro	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	630 (BA e AIQ)
Pithecopus gonzagai Andrade *et al.*, 2020	perereca-verde	IUCN (DD)	ADA, AID e CON	39 (BA)
Pleurodema diplolister (Peters, 1870)	sapo-coró-coró	IUCN (LC)	AID	2 (AIQ)
Microhylidae				
Dermatonotus muelleri (Boettger, 1885)	sapo-boi	IUCN (LC)	ADA	1 (AIQ)
Odontophrynidae				
Proceratophrys cristiceps (Müller, 1884 “1883”)	sapo-boi-da-caatinga	IUCN (LC)	ADA e AID	771 (BA e AIQ)
SQUAMATA				
Diploglossidae				
Diploglossus lessonae Peracca, 1890	calango-coral	IUCN (LC)	AID	1 (AIQ)
Gekkonidae				

TÁXON	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA ENDEMISMO/CINEGÉTICA	ÁREA DE AMOSTRAGEM	ABUNDÂNCIA (MÉTODO AMOSTRAL)
Lygodactylus klugei (Smith, Martin & Swain, 1977)	bribinha	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	6 (BA)
Hemidactylus agrius Vanzolini, 1978	lagartixa	IUCN (LC) e END (CAA)	ADA e AID	19 (BA e AIQ)
Gymnophthalmidae				
Vanzosaura multiscutata (Amaral, 1933)	lagartinho-do-rabo-vermelho	IUCN (LC) e END (CAA)	ADA, AID e CON	74 (BA, OP e AIQ)
Iguanidae				
Iguana iguana (Linnaeus, 1758)	camaleão	IUCN (LC) e CITES (II)	AID e CON	2 (BA e OP)
Mabuyidae				
Brasiliscincus heathi (Schimidt & Inger, 1951)	calango-liso	IUCN (LC)	AID e CON	13 (BA e AIQ)
Phyllodactylidae				
Gymnodactylus geckoides Spix, 1825	lagartixa	IUCN (LC)	ADA e AID	70 (BA e AIQ)
Phyllopezus pollicaris (Spix, 1825)	lagartixa-de-pedra	IUCN (LC)	ADA e AID	44 (BA e AIQ)
Sphaerodactylidae				
Coleodactylus meridionalis (Boulenger, 1888)	lagartixa-do-mediterrâneo	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	6 (BA e AIQ)
Teiidae				
Ameiva ameiva (Linnaeus, 1758)	calango-do-bico-doce	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	30 (BA e AIQ)

TÁXON	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA ENDEMISMO/CINEGÉTICA	ÁREA DE AMOSTRAGEM	ABUNDÂNCIA (MÉTODO AMOSTRAL)
Ameivula ocellifera (Spix, 1825)	calanguinho	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	488 (BA e AIQ)
Salvator merianae Duméril & Bibron, 1839	teiú	IUCN (LC) e CITES (II)	ADA, AID e CON	17 (BA e AIQ)
Tropiduridae				
Tropidurus hispidus (Spix, 1825)	lagartixa-de-muro	IUCN (LC)	ADA, AID e CON	613 (BA, OP e AIQ)
Tropidurus semitaeniatus (Spix, 1825)	lagartixa-do-lajedo	IUCN (LC) e END (CAA)	ADA, AID e CON	249 (BA e AIQ)
Amphisbaenidae				
Amphisbaena vermicularis Wagler *in* Spix, 1824	cobra-de-duas-cabeças	IUCN (LC)	-	1 (OP)
Boidae				
Boa constrictor (Linnaeus, 1758)	jiboia	IUCN (LC) e CITES (II)	AID	2 (BA e OP)
Corallus hortulanus (Linnaeus, 1758)	suaçuboia	IUCN (LC) e CITES (II)	ADA	1 (BA)
Colubridae				
Oxybelis aeneus (Wagler, 1824)	cobra-cipó	IUCN (LC)	-	1 (BA)
Dipsadidade				
Apostolepis cearensis Gomes, 1915	falsa-coral	IUCN (LC)	AID	2 (AIQ)
Boiruna sertaneja Zaher, 1996	mussurana	IUCN (LC) e END (CAA)	AID	1 (OP)

TÁXON	NOME POPULAR	CATEGORIA DE AMEAÇA	ÁREA DE AMOSTRAGEM	ABUNDÂNCIA
		ENDEMISMO/CINEGÉTICA		(MÉTODO AMOSTRAL)
Erythrolamprus viridis (Gunther, 1862)	cobra-verde	IUCN (LC)	AID	1 (AIQ)
Oxyrhopus trigeminus Duméril, Bibron & Duméril, 1854	cobra-falsa-coral	IUCN (LC)	AID	5 (BA e AIQ)
Philodryas nattereri (Steindachner, 1870)	corre-campo	IUCN (LC)	ADA	1 (BA)
Philodryas patagoniensis (Girard, 1858)	corre-campo	IUCN (LC)	ADA	1 (AIQ)
Taeniophallus occipitalis (Jan, 1863)	corredeira-pintada	IUCN (LC)	AID	1 (BA)
Elapidae				
Micrurus ibiboboca (Merrem, 1820)	cobra-coral	IUCN (LC)	ADA e AID	7 (BA e AIQ)
Viperidae				
Crotalus durissus Linnaeus, 1758	cascavel	IUCN (LC)	AID	1 (BA)
Leptotyphlopidae				
Epictia borapeliotes (Vanzolini, 1996)	cobra-chumbinho	IUCN (LC) e END (CAA)	ADA e AID	8 (AIQ)

Legenda: ADA - área diretamente afetada, AID - área de influência direta, CON - controle, END (CAA) - endêmica da caatinga, IUCN (LC) - pouco preocupante, CITES (II) - cinegética. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.2. Eficiência Amostral

Apesar do esforço de coleta, quando são consideradas todas as áreas amostrais para herpetofauna, a curva de acumulação não atingiu a assíntota, sendo provável a adição de mais espécies na medida em que for empregado maior esforço amostral. O estimador Jackknife 1 estimou um número de 60 espécies da herpetofauna, enquanto o estimador Chao 2 estimou um número levemente superior, 62 (Figura 11.2.1-26). Portanto, os observados para as três campanhas (N=47) representam entre 75% e 78% da riqueza estimada para a área do projeto. Chao, porém, é sensível a "uniques" (espécies registradas apenas uma vez) na amostra, podendo levar a uma distorção na estimativa quando há uma alta porcentagem desses registros. Isso é relevante desde que, no presente estudo, 14 das 47 espécies foram registradas uma única vez (a maioria de serpentes). O mesmo padrão de curva ocorreu no EIA de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

Quando os grupos são analisados separadamente, a baixa riqueza e abundância de espécies pode ter provocado distorções nas análises dos dados de répteis. O estimador Chao 2 tende a superestimar a riqueza, indicando um quantitativo de quase um terço a mais que o número observado de espécies. Como mencionado anteriormente, isso possivelmente resulta do fato de a maior parte das espécies de serpentes (10 das 13 espécies registradas) terem sido representadas por um único indivíduo, o que pode ter contribuído para que o mesmo aconteça quando analisado esse estimador para toda a herpetofauna.

A curva representativa dos dados de riqueza de anfíbios é o que mais se aproxima de uma estabilização tendendo à assíntota, com os estimadores variando de 20 a 22 espécies, indicando que a comunidade de anfíbios foi mais bem amostrada. Isso se dá pelo fato de que a terceira campanha, única no período chuvoso, contribuiu com uma grande abundância de espécies de anfíbios amostradas. Nesse período é comum observar eventos de reprodução explosiva, o que culminou numa elevada abundância de algumas espécies registradas (*Proceratophrys cristiceps*, *Physalaemus cuvieri* e *Leptodactylus troglodytes*). Somado a isso, poucas espécies de anfíbios apresentaram apenas um indivíduo na amostra (*Boana crepitans*, *Corythomantis greeningi* e *Dermatonotus muelleri*), gerando poucos "uniques" e dando mais robustez à análise estatística.

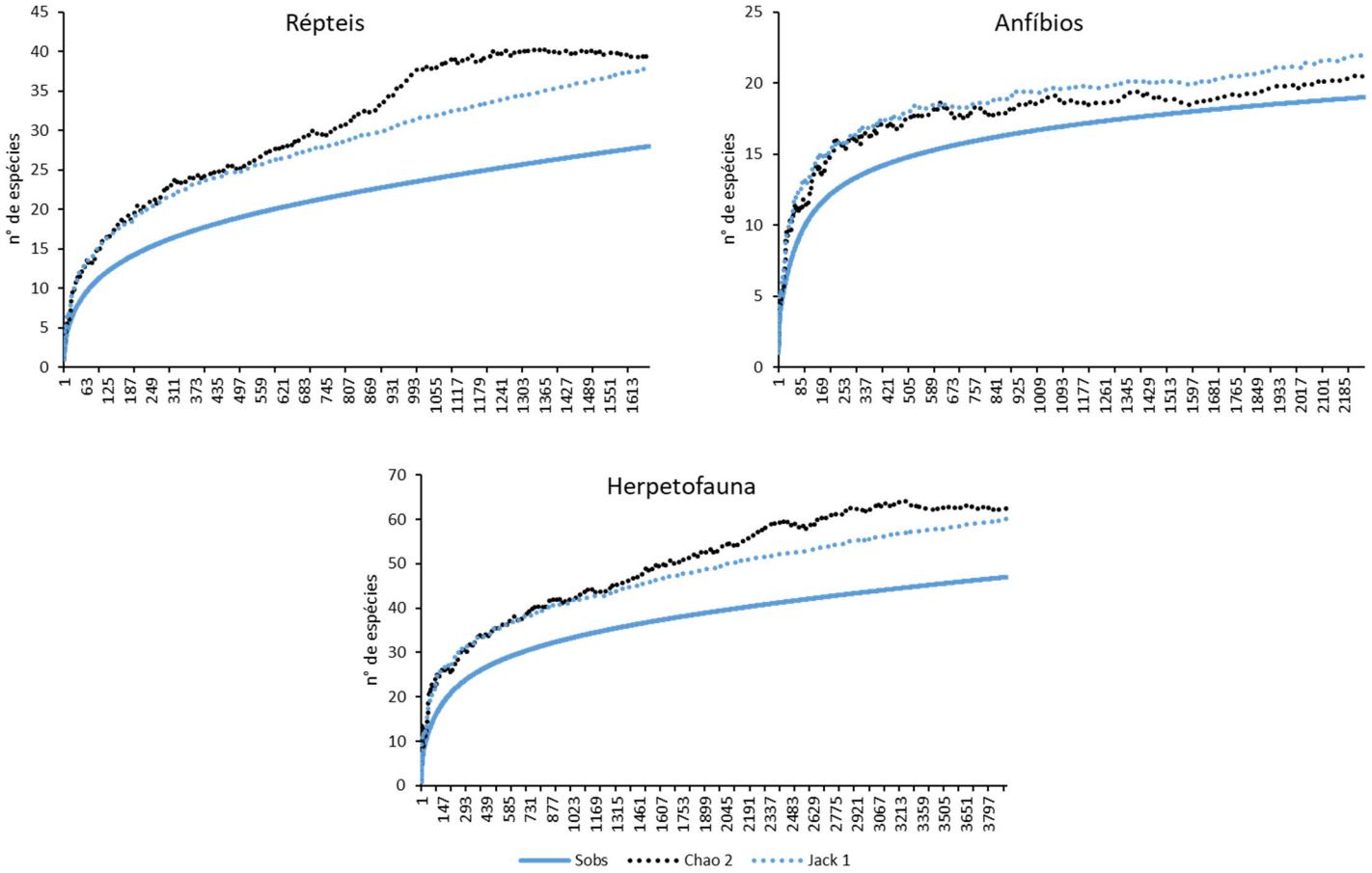


Figura 11.2.1-26: Curvas de acumulação para espécies de répteis e anfíbios, e em conjunto para toda a herpetofauna registrada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. A linha azul clara representa a rarefação dos dados originais (com 1000 randomizações), a linha tracejada cinza representa o estimador de diversidade Chao 2, e a linha tracejada azul representa o estimador de diversidade Jackknife 1.

C.3. Espécies Ameaçadas e Protegidas por Legislação Internacional e/ou Federal e/ou Estadual

Nenhuma das espécies da herpetofauna registradas neste levantamento está listada como ameaçada na Lista Estadual (SEMACE 2022), Lista Nacional do Ministério do Meio Ambiente" (MMA 2022), ou na lista internacional de espécies ameaçadas (IUCN, 2022).

Três espécies (*Boa constrictor*, *Iguana iguana* e *Salvator merianae*) estão listadas no Apêndice II da *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2023), em função de sua venda como animal de estimação e para o uso de suas peles no mercado da moda. Essas espécies são ainda fortemente impactadas devido ao seu uso como alimento pelas populações humanas locais, prática frequente no Nordeste do Brasil (HANAZAKI *et al.*, 2009).

C.4. Espécies Bioindicadoras, Endêmicas, Raras e Não Descritas

De maneira geral, todas as espécies registradas na área do projeto são abundantes e de ampla distribuição geográfica. A despeito disso, foram registradas cinco espécies endêmicas da Caatinga, sendo três lagartos (*Hemidactylus agrius*, *Tropidurus semitaeniatus* e *Vanzosaura multiscutata*) e duas serpentes (*Boiruna sertaneja* e *Epictia borapeliotes*). Mesmo endêmicas da Caatinga, essas espécies são comuns e amplamente distribuídas no bioma e podem ocorrer em áreas de tensão ecológica, na transição com outros biomas (GUEDES *et al.*, 2014; UCHÔA *et al.*, 2022). Vale destacar que nenhuma espécie de anfíbio categorizada como endêmica da Caatinga (GARDA *et al.*, 2017) foi registrada na área de estudo.

Entre as espécies endêmicas registradas, *Hemidactylus agrius* apresenta hábito noturno e é comumente associada à presença de afloramentos rochosos e áreas abertas. Tem hábito alimentar generalista e ocupa uma ampla gama de micro habitats (ANDRADE *et al.*, 2014). Vive em simpatria com *H. mabouia* (não registrada no presente estudo), espécie introduzida de origem europeia, que possui hábito generalista e já se encontra bem estabelecida tanto em ambientes naturais quanto urbanos (ROCHA *et al.*, 2011).

Tropidurus semitaeniatus (Figura 11.2.1-27) é um lagarto de hábito saxícola. Utiliza frestas nas rochas para refugiar-se de predadores e alimenta-se principalmente de aracnídeos solífugos. Geralmente sua ninhada possui no máximo três ovos, o que é um tamanho reduzido se comparado com outros tropidurídeos. Seu corpo achatado dorso-ventralmente, que permite que ele utilize as frestas nas rochas, acaba por limitar a quantidade de ovos por ninhada (VITT, 1981; VITT; GOLDBERG, 1983; VITT, 1995).

Figura 11.2.1-27: Espécie endêmica *Tropidurus semitaeniatus* registrada no Projeto Santa Quitéria, CE (UTM 24M: E 412895, S 9494847).

Uma outra espécie endêmica registrada foi *Vanzosaura multiscutata*, representante do gênero que ocorre na Caatinga (RECODER *et al.*, 2014). É a menor espécie do gênero, apresentando morfologia mais serpentiforme (LIMA 2014). O pico do período reprodutivo da espécie tende a ocorrer nos primeiros meses do ano, após as chuvas. Apresenta hábito fossorial e não difere nos hábitos alimentares em comparação com as outras espécies do gênero (LIMA, 2014).

Entre as serpentes, *Boiruna sertaneja*, conhecida popularmente como mussurana (ANDRADE-OLIVEIRA *et al.*, 2022), é considerada uma serpente de tamanho avantajado em comparação às demais espécies de sua família. É ovípara, com ninhada de quatro a 14 ovos, de hábito terrestre e atividade tanto diurna quanto noturna. Apresenta alimentação ofiófaga, podendo alimentar-se de outras presas oportunisticamente (SALES *et al.*, 2019).

A espécie endêmica *Epictia borapeliotes*, conhecida popularmente como cobra-chumbinho, é uma espécie pequena, de hábito fossorial, e alimenta-se de microinvertebrados. Conta com uma escama pontuda na extremidade da cauda que, quando manipulada, é usada para se defender, mas não inocula veneno e não representa perigo a humanos (ARAÚJO *et al.*, 2020).

C.5. Espécies Cinegéticas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

O presente estudo registrou a ocorrência de quatro espécies cinegéticas: *Boa constrictor*, *Corallus hostulanus*, *Salvator merianae* e *Iguana iguana*, espécies que sofrem pressão em suas populações devido à captura de indivíduos para comércio ilegal, a fim de servirem como animal de estimação, para o uso de suas peles, ou ainda como alimento para as populações locais.

C.6. Espécies de Interesse Médico

São de interesse médico todas as serpentes peçonhentas registradas na área do empreendimento, a saber os viperídeos *Bothrops erythromelas* (jararaca-da-seca) e *Crotalus durissus* (cascavel), além dos elapídeos (corais-verdadeiras) do gênero Micrurus (*Micrurus ibiboboca* e *Micrurus lemniscatus*). Os animais peçonhentos são relevantes também pelo interesse econômico para a fabricação de fármacos derivados da liofilização de seus venenos, área em que há muito a se desenvolver. Por exemplo, o veneno da *Bothrops jararaca* é amplamente utilizado para a fabricação de fenobarbital e derivados para tratamentos. Já a espécie congênere *B. erythromelas* é pouco estudada e considerada como potencial substituta para fabricação de fármacos, pois possui compostos proteicos similares aos isolados em *B. jararaca*.

C.7. Comparação entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

Do total de espécies registradas no levantamento de dados primários no presente estudo (N=47), 26 espécies foram registradas na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, o que representa 55,3% do total de espécies registradas. Já na Área de Influência Direta (AID), foram registradas 39 espécies, totalizando 82,9% dos registros. Na área controle foram registradas 19 espécies (40,4% dos registros), número reduzido provavelmente devido ao efeito de um menor esforço amostral nessa área, representado por um menor número de pontos de amostragem em comparação à AID (das 14 áreas amostrais apenas uma servia como área controle).

Entre todas as espécies registradas de anfíbios (N=19), 10 ocorreram na ADA e 16 na AID, sendo que apenas uma (*Dermatonotus muelleri*) foi registrada exclusivamente na ADA, duas foram registradas exclusivamente na área controle (*Boana raniceps* e *Dendropsophus minutus*) e cinco (*Boana crepitans*, *Corythomantis greeningi*, *Leptodactylus caatingae*, *Leptodactylus vastus* e *Pleurodema diplolister*) foram registradas exclusivamente na AID.

Quanto aos lagartos, das 14 espécies registradas no estudo, 71,4% (N=10) foram registradas na área controle e 78,5% (N=11) foram registrados na ADA, enquanto na AID todas as espécies foram registradas. Cinco espécies de serpentes foram registradas na ADA, o que

representa 38,4% do total de registros (N=13). Na AID foram registradas nove espécies de serpentes, totalizando 69,2% do total de espécies registradas no estudo. Não houve registro de serpentes na área controle.

Ao observar os resultados absolutos, nota-se que a área Controle foi menos representativa em termos de riqueza de espécies, com 478 espécimes registrados (de 19 espécies), enquanto na ADA houve 1.106 registros (de 26 espécies) e na AID houve 2.334 registros (de 39 espécies). No entanto, ao analisar os dados ponderados pelas curvas de rarefação, considerando a menor amostra, percebe-se que não há diferença significativa de riquezas entre a ADA e área Controle (Figura 11.2.1-28).

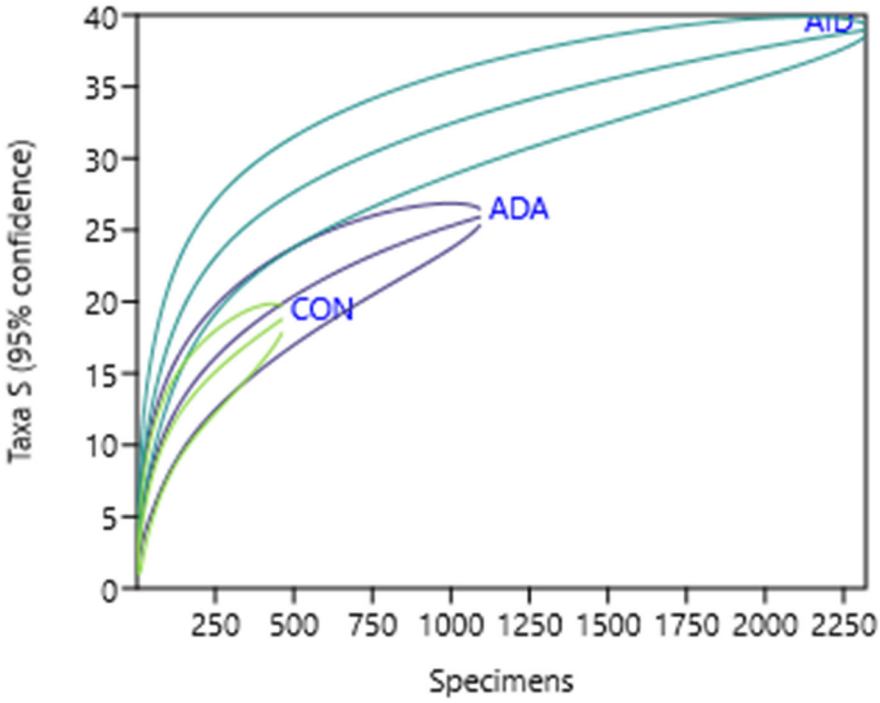


Figura 11.2.1-28: Comparação da riqueza entre as áreas de influência (ADA, AID e controle) a partir de curvas de rarefação, tendo como baliza o número de indivíduos para o menor esforço.

Em relação aos índices ecológicos de diversidade avaliados, os resultados somados de composição de todas as unidades amostrais consideradas estão dentro do intervalo esperado para a fauna de florestas tropicais (H'=2,37; J'=0,61), que varia entre 1,5 e 3,5 (MAGURRAN, 2011). Para as áreas amostrais separadamente, o índice de Shannon foi mais representativo na AID (H'=2,45), onde foi verificado também o maior valor de equitabilidade (J'=0,66; Quadro 11.2.1-5).

Quadro 11.2.1-5: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da herpetofauna, realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE

ÁREA DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	*H'*	D	*J'*
ADA	1106	26	1.76	0.25	0.54
AID	2334	39	2.45	0.12	0.66
Controle	478	19	1.17	0.56	0.39
TOTAL	**3927**	**47**	**2.37**	**0.13**	**0.61**

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

É possível também ver de forma gráfica as diferenças entre os índices de diversidade (Figura 11.2.1-29). No total, *Proceratophrys cristiceps* se comportou como espécie dominante, sozinha representa 19,6% dos registros realizados; além disso, também foi a espécie mais dominante na ADA. Na AID a espécie dominante foi *Tropidurus hispidus,* e na área controle foi *Physalaemus cuvieri*.

Esse resultado é parcialmente explicado pelas características dos grupos envolvidos. As serpentes, por exemplo, que naturalmente apresentam elevada riqueza e baixa abundância, tendem a ter equabilidade elevada, com baixa dominância. O inverso foi observado para os anfíbios: com a realização de uma campanha no período chuvoso, foi possível registrar uma abundância bem elevada de indivíduos, resultando uma equabilidade mais baixa com dominância elevada.

Quando comparamos as áreas de influência, os índices de diversidade avaliados parecem não apresentar nenhum padrão entre ADA, AID e área controle. De fato, na análise de agrupamento, que foi baseada na composição e na abundância de espécies entre os pontos amostrais, o dendrograma resultante não formou grupos que correspondessem às áreas de influência (ADA e AID; Figura 11.2.1-30). De modo geral, os pontos amostrais possuem composição de espécies e abundância semelhantes, tanto quando analisada apenas a composição quanto analisada a abundância das espécies.

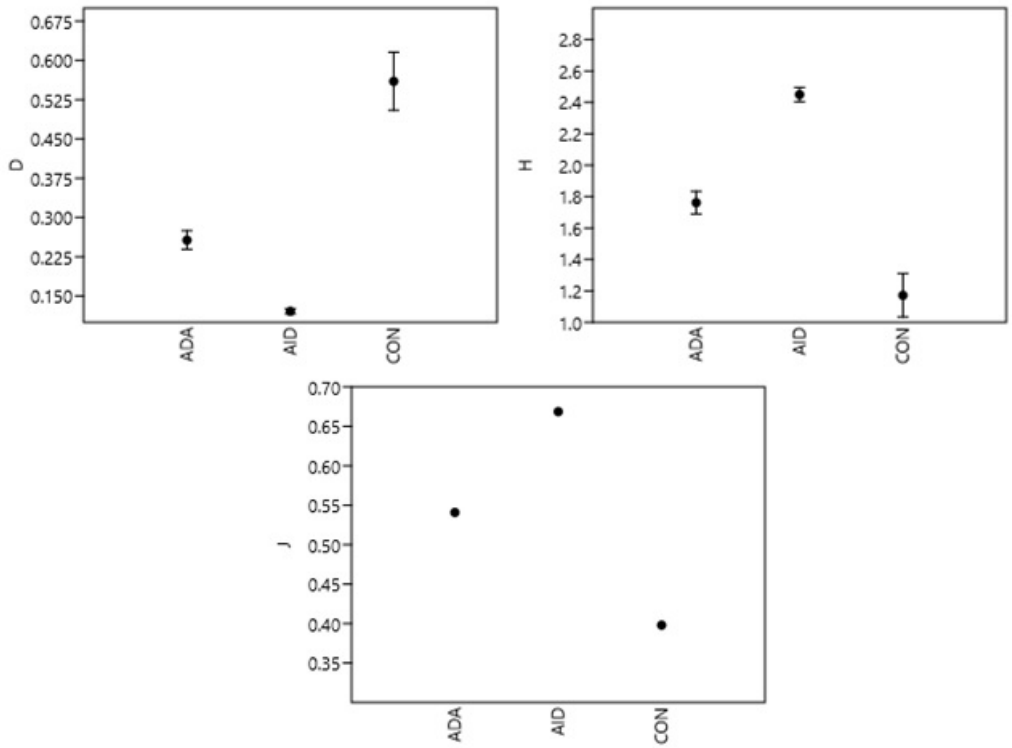


Figura 11.2.1-29: Comparação dos índices de diversidade (D, H e J) entre os três tipos de áreas de influência (ADA, AID e controle) do Projeto Santa Quitéria, CE.

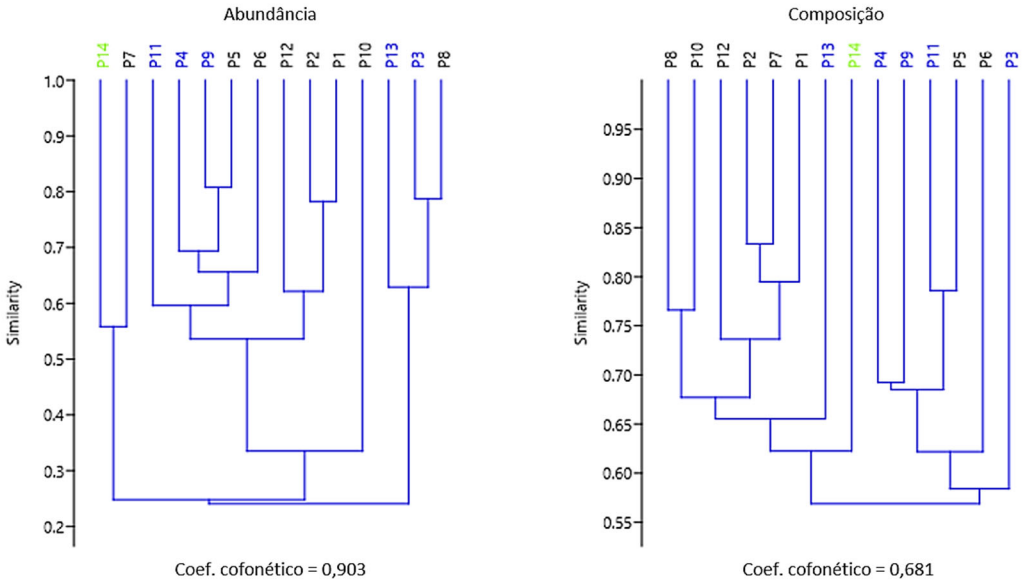


Figura 11.2.1-30: Dendrogramas gerados pela análise de agrupamento do Projeto Santa Quitéria, CE. A esquerda com dados de abundância e a direita com dados de composição de espécies. Os pontos escritos em azul indicam pontos na ADA, pontos escritos em preto indicam pontos da AID, e o ponto verde é o ponto-controle.

C.8. Sazonalidade

Foram comparados os dados de riqueza e abundância entre as campanhas. Para isso foi necessário usar os resultados compilados das duas primeiras campanhas, para representar a estação seca, em relação aos resultados da terceira campanha, única na estação chuvosa. Para riqueza, o número de espécies registradas na campanha da época chuvosa foi maior (41 espécies), em comparação ao registrado nas campanhas realizadas no período seco (28 espécies; Figura 11.2.1-31). No quesito abundância, o aumento foi bem significativo, já que nas campanhas realizadas na estação seca foram registrados 1034 indivíduos, e na campanha da época chuvosa foram inventariados 2893 indivíduos. O fator que mais contribuiu para tal resultado foi a comunidade de anfíbios, que apresentou um incremento de 25 indivíduos de cinco espécies registrados nas campanhas secas para 2237 indivíduos de 19 espécies na campanha chuvosa. Para as comunidades de répteis, os resultados foram opostos, apresentando abundância maior tanto de lagartos quanto de serpentes nas campanhas secas em relação à chuvosa. Porém, é importante lembrar que na estação seca houve o dobro do esforço amostral empregado quando comparado à estação chuvosa, uma vez que foram realizadas duas campanhas durante a estação seca, enquanto houve apenas uma na chuvosa.

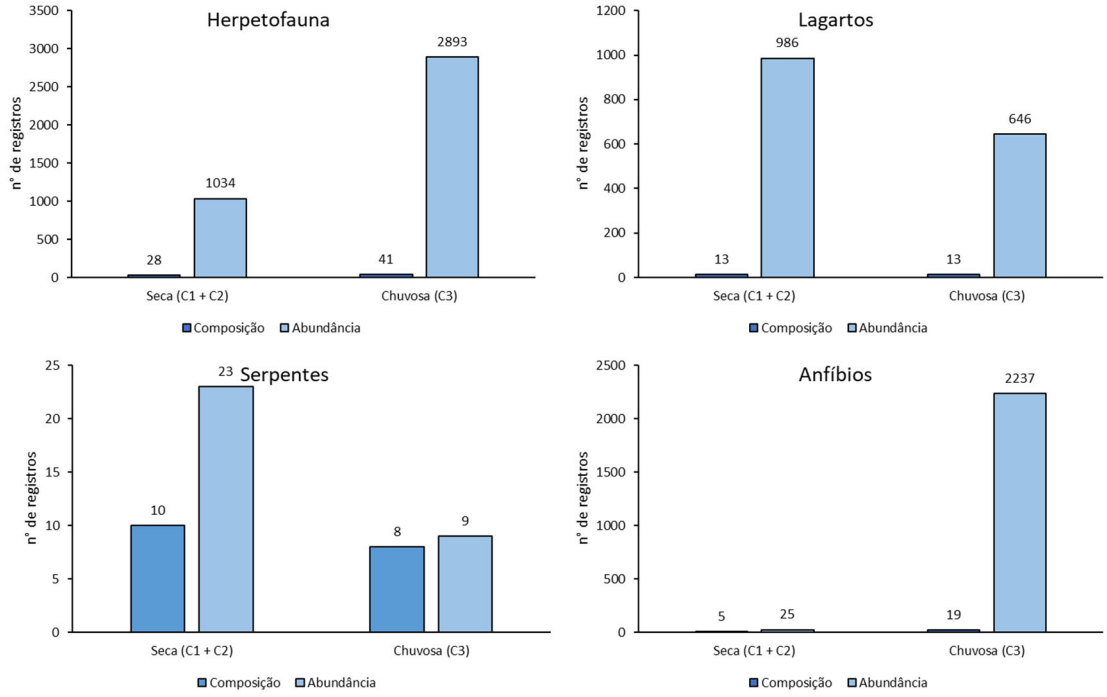


Figura 11.2.1-31: Comparação entre a riqueza e abundância observada nas campanhas da estação seca (C1 e C2) e chuvosa (C3) do Projeto Santa Quitéria, CE.

C.9. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

A riqueza de 47 espécies para herpetofauna obtida no presente estudo ainda se mostra parcial quando comparada com a compilação de dados secundários (n=89) e o resultado da curva de rarefação apresentada. Quando comparada a outros estudos de curto termo, porém, a riqueza levantada foi maior que a riqueza registrada no trabalho realizado por Borges-Nojosa e Cascon (45 spp., 2005) e foi levemente inferior à riqueza registrada em estudos que analisaram a herpetofauna como um todo: 49 (LEITE *et al.*, 2019), 55 (SILVA-NETA *et al.*, 2018), 54 (PEREIRA *et al.*, 2015), e 57 (COSTA *et al.*, 2018), indicando que a amostragem teve um resultado satisfatório se considerado o resultado anterior à realização da campanha chuvosa.

Para os anfíbios (N=19), a riqueza foi semelhante ao registrado para outros estudos em áreas semelhantes de Caatinga, que totalizaram de 19 a 23 espécies (GARDA *et al.*, 2013; PEDROSA *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015; CALDAS *et al.*, 2016; CALIXTO; ABRAHÃO MORATO, 2017). Em regiões onde a precipitação é concentrada em um pequeno período do ano, geralmente há uma sincronia entre a comunidade de anfíbios e a precipitação (ARZABE, 1999), e com a realização de uma campanha no período adequado (chuvosa) foi possível amostrar a comunidade de anfíbios de forma apropriada, adicionando 14 espécies às cinco registradas após as duas campanhas realizadas no período de estiagem.

Entre os répteis, a riqueza de lagartos e serpentes foi similar (14 e 13 espécies, respectivamente). A riqueza de lagartos registrada é compatível àquelas obtidas em outros estudos sobre a herpetofauna da Caatinga, que registraram entre 13 e 16 espécies (ARCADIS LOGOS, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015; CALDAS *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2018). A riqueza de serpentes também foi similar aos resultados obtidos em outros inventários, que registraram entre 8 e 13 espécies (GARDA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015; CALDAS *et al.*, 2016; CALIXTO; ABRAHÃO MORATO, 2017). A despeito de constituir um grupo com elevada riqueza no bioma, geralmente possuem baixa abundância e são de difícil observação. Estudos de longo tempo são os mais apropriados para o adequado levantamento da riqueza de espécies de serpentes. Mesquita e colaboradores (2013), por exemplo, registraram 22 espécies em um estudo de dois anos em uma área de caatinga, uma riqueza significativamente superior à registrada no presente estudo.

Todas as espécies de lagartos registradas no presente estudo já haviam sido listadas no levantamento realizado para o Estudo de Impacto Ambiental elaborado pela Arcadis em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014). Quanto às serpentes, cinco espécies não registradas anteriormente ocorreram no presente estudo: *Apostolepis cearenses*, *Philodryas nattereri*, *Philodryas patagoniensis*, *Oxybelis aeneus*, *Taeniophallus occipitalis* e *Corallus hortulanus*.

Devido às características já mencionadas de relativamente baixa detectabilidade em inventários faunísticos, é comum encontrar novos registros de espécies para o grupo à medida que amostragens adicionais são realizadas em uma área. Em relação aos anfíbios foram duas as espécies registradas que não haviam sido listadas em estudos anteriores: *Dendropsophus minutus* e *Leptodactylus caatingae*.

Em relação ao grau de ameaça da herpetofauna listada, os resultados mostram que, das 89 espécies identificadas para as áreas do empreendimento, 11 delas (*Boa constrictor*, *Corallus hortulana*, *Caiman crocodilos*, *Elachistocleis piauienses*, *Epicrates assisi*, *Iguana iguana*, *Kinosternon scorpioides*, *Micrurus ibiboboca*, *Proceratophrys ararype*, *Rhinella diptycha* e *Tropidurus jaguaribanus*) constam com alguma classificação nas listas de fauna ameaçada (Quadro 11.2.1-4).

Entre as espécies com algum grau de ameaça, uma delas merece maior atenção, trata-se de *Proceratophrys ararype*, a única considerada como ameaçada de extinção, sendo classificada como criticamente ameaçada (CR) em duas listas consideradas (lista de espécies ameaçadas para o estado do Ceará e na lista do MMA). Quanto às outras espécies, *Micrurus ibiboboca*, *Rhinella diptycha* e *Tropidurus jaguaribanus* constam como "dados deficientes" (DD) na lista da IUCN, e *Boa constrictor*, *Caiman crododilus*, *Corallus hortulana*, *Epicrates assisi*, *Iguana iguana*, e *Kinosternon scorpioides* estão em apêndices da lista CITES. Nenhuma dessas espécies, porém, foi registrada por meio de dados primários no presente estudo.

O Quadro 11.2.1-6 mostra a lista de espécies registradas pelos dados secundários e indica as que foram efetivamente registradas pelo levantamento de dados primários, considerando as três campanhas realizadas.

Quadro 11.2.1-6: Lista compilada de registros de dados e primários secundários das espécies de herpetofauna com potencial ocorrência para as áreas de influência do empreendimento em questão, os respectivos autores de cada uma das espécies e o *status* de conservação das mesmas segundo IUCN, MMA, CITES e a lista do Ceará

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
AMPHIBIA							
Anura							
Bufonidae							
Rhinella diptycha	(Cope, 1862)	1,2,3,4,6,8,9	X	DD	-	-	-
Rhinella granulosa	(Spix, 1824)	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Hylidae							
Boana crepitans	(Wied-Neuwied, 1824)	2	X	LC	-	-	-
Boana raniceps	(Cope, 1862)	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Corythomantis greeningi	Boulenger, 1896	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Dendropsophus minutus	(Peters, 1872)	-	X	LC	-	-	-
Dendropsophus nanus	(Boulneger, 1869)	2,4,6,8		LC	-	-	-
Dendropsophus rubicundulus	(Reinhardt; Lütken, 1862)	3		LC	-	-	-
Dendropsophus soaresi	(Caramaschi & Jim, 1983)	1,2,4,8		LC	-	-	-
Pithecopus gonzagai	Andrade *et al.*, 2020	1,2,3,4,6,8,9	X	-	-	-	-
Scinax x-signatus	(Spix, 1824)	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Trachycephalus atlas	Bokermann, 1966	2		LC	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Trachycephalus "vermiculatus"	(Linnaeus, 1758)	3		-	-	-	-
Leptodactylidae							
Leptodactylus fuscus	(Schneider, 1799)	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Leptodactylus caatingae	Heyer e Juncá, 2003	-	X	LC	-	-	-
Leptodactylus macrosternum	Miranda-Ribeiro, 1926	1,2,3,4,6,8,9		LC	-	-	-
Leptodactylus mystaceus	(Spix, 1824)	8		LC	-	-	-
Leptodactylus syphax	Bokermann, 1969	8	X	LC	-	-	-
Leptodactylus troglodytes	A. Lutz, 1926	1,2,3,4,8,9	X	LC	-	-	-
Leptodactylus vastus	A. Lutz, 1930	1,2,3,4,8,9	X	LC	-	-	-
Physalaemus albifrons	(Spix, 1824)	2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Physalaemus cicada	Bokermann, 1966	2,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Physalaemus cuvieri	Fitzinger, 1826	1,2,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Pleurodema diplolister	(Peters, 1870)	1,2,3,4,6,8	X	LC	-	-	-
Pseudopaludicola mystacalis	(Cope, 1887)	1,2,3,8		LC	-	-	-
Pseudopaludicola pocoto	Magalhães *et al.*, 2014	2,4,6,8		-	-	-	-
Microhylidae							
Dermatonotus muelleri	(Boettger, 1885)	1,2,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Elachistocleis piauienses	Caramaschi; Jim, 1983	2,3,4,6,8		LC	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Odontophrynidae							
Proceratophrys ararype	Mângia *et al.*, 2018	2		-	CR	-	CR
Proceratophrys cristiceps	(Müller, 1884)	1,3,4,6,8,9	X	LC	-	-	-
Pipidae							
Pipa carvalhoi	(Miranda-Ribeiro, 1937)	1,2		LC	-	-	-
REPITILIA							
Crocodylia							
Alligatoridae							
Caiman crocodilos	(Linnaeus, 1758)	1		LC	-	I,II	-
Testudines							
Chelidae							
Mesoclemmys tuberculata	(Lüderwaldt, 1926)	4		-	-	-	-
Phrynops geoffroanus	(Schweigger,1812)	4,8		-	-	-	-
Kinosternidae							
Kinosternon scorpioides	(Linnaeus, 1766)	2,4,8		-	-	II	-
Squamata							
Amphisbaenidae							
Amphisbaena alba	Linnaeus, 1758	1,2,8		LC	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Amphisbaena vermicularis	Wagler, 1824	4,8	X	LC	-	-	-
Diploglossidae							
Diploglossus lessonae	Peracca, 1890	7,8,9	X	LC	-	-	-
Gekkonidae							
Hemidactylus agrius	Vanzolini, 1978	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Hemidactylus brasilianus	(Amaral, 1935)	1,2,4		LC	-	-	-
Hemidactylus mabouia	(Moreau de Jonnès, 1818)	1,2,7		LC	-	-	-
Lygodactylus klugei	(Smith; Martin; Swain, 1977)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Gymnophthalmidae							
Colobosaura modesta	(Reinhardt; Lütken, 1862)	1		LC	-	-	-
Colobosauroides cearensis	Cunha; Lima-Verde; Lima,1991	2		LC	-	-	-
Micrablepharus maximiliani	(Reinhardt; Lutker,1862)	1,2,4,7,8,9		LC	-	-	-
Vanzosaura multiscutata	(Amaral, 1933)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Iguanidae							
Iguana iguana	(Linnaeus, 1758)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	II	-
Mabuydae							
Enyalius bibronii	Boulenger, 1885	1		LC	-	-	-
Mabuydae							

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Copeoglossum arajara	(Rebouças-Spieker, 1981)	8		LC	-	-	-
Brasiliscincus heathi	(Schmidt; Inger, 1951)	2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Phyllodactylidae							
Gymnodactylus geckoides	Spix, 1825	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Phyllopezus pollicaris	(Spix, 1825)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Phyllopezus periosus	Rodrigues, 1987	2		LC	-	-	-
Polychrotidae							
Polychrus acutirostris	Spix, 1825	1,2,4,7,8		LC	-	-	-
Sphaerodactylidae							
Coleodactylus meridionalis	(Boulenger, 1888)	1,4,7,9	X	LC	-	-	-
Teiidae							
Ameiva ameiva	(Linnaeus, 1758)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Ameivula ocellifer	(Spix, 1825)	1,2,4,7,9	X	LC	-	-	-
Ameivula pyrrhogularis	(Basto-da-Silva; Ávila-Pires, 2013)	8		LC	-	-	-
Salvator merianae	(Duméril; Bibron, 1839)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Tropiduridae							
Tropidurus hispidus	(Spix, 1825)	1,2,4,7,8,9	X	LC	-	-	-
Tropidurus jaguaribanus	Passos; Lima; Borges-Nojosa, 2011	4		DD	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Tropidurus semitaeniatus	(Spix, 1825)	1,2,7,8,9	X	LC	-	-	-
Boidae							
Boa constrictor	Linnaeus, 1758	2,4,5,8,9	X	LC	-	I,II	-
Corallus hortulana	(Linnaeus, 1758)	8	X	LC	-	II	-
Epicrates assisi	Machado, 1945	4,5		LC	-	II	-
Colubridae							
Chironius flavolineatus	(Boettger, 1885)	2		LC	-	-	-
Leptophis sp. nov.		4,5,8,9		-	-	-	-
Oxybelis aeneus	(Wagler, 1824)	2,4,5,8	X	LC	-	-	-
Spilotes pullatus	(Linnaeus, 1758)	8,9		LC	-	-	-
Tantilla melanocephala	(Linnaeus, 1758)	5		LC	-	-	-
Dipsadidae							
Apostolepis cearenses	Gomes, 1915	4,5,8	X	LC	-	-	-
Boiruna sertaneja	Zaher, 1996	5	X	LC	-	-	-
Erythrolamprus mossoroensis	(Hoge; Lima-Verde, 1972)	5		LC	-	-	-
Erythrolamprus poecilogyrus	(Schlegel, 1837)	4,5,8,9		LC	-	-	-
Eryhtrolamprus viridis	(Gunther, 1862)	4,5,8	X	LC	-	-	-
Leptodeira annulata	(Linnaeus, 1758)	2,4,5,9		LC	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Lygophis dilepis	Cope, 1862	2,5,8		LC	-	-	-
Mastigodryas bifossatus	(Raddi, 1820)	5		LC	-	-	-
Oxyrhopus trigeminus	Duméril; Bibron; Duméril, 1854	1,2,4,5,8,9	X	LC	-	-	-
Philodryas nattereri	Steindachner, 1870	1,2,4,5,8	X	LC	-	-	-
Philodryas olfersii	(Lichtenstein, 1823)	2,4,5,8		LC	-	-	-
Philodryas patagoniensis	(Girard, 1858)	-	X	LC	-	-	-
Pseudoboa nigra	(Duméril; Bibron; Duméril, 1854)	2,4,5,8,9		LC	-	-	-
Psomophis joberti	(Sauvage, 1884)	2,5,8		LC	-	-	-
Taeniophallus occipitalis	(Jan, 1863)	2	X	LC	-	-	-
Thamnodynastes Phoenix	Franco *et al.*, 2017	8		LC	-	-	-
Xenodon merremii	(Wagler, 1824)	2,5,8		LC	-	-	-
Elapidae							
Micrurus ibiboboca	(Merrem, 1820)	1,2,4,5,9	X	DD	-	-	-
Micrurus lemniscatus	(Linnaeus, 1758)	9		LC	-	-	-
Leptotyphlopidae							
Epictia borapeliotes	(Vanzolini, 1996)	4,8,9	X	LC	-	-	-
Viperidae							
Bothrops erythromelas	Amaral, 1923	1,2,4,8,9		LC	-	-	-

TÁXON	AUTORES	DADOS SECUNDÁRIOS REFERÊNCIAS	DADOS PRIMÁRIOS EIA	*STATUS* DE CONSERVAÇÃO			
				IUCN	MMA	CITES	SEMACE
Bothrops "aff" *leucurus*	Wagler, 1824	4		-	-	-	-
Bothrops lutzi	(Miranda-Ribeiro, 1915)	1		LC	-	-	-
Crotalus durissus	Linnaeus, 1758	1,4,5,9	X	LC	-	-	-

Legenda: Referências, (1) Borges-Nojosa e Cascon, 2005; (2) Silva-Neta et al., 2018; (3) Castro et al.,2018; (4) Costa et al., 2018; (5) Mesquita et al., 2013; (6) Santana et al., 2015; (7) Passos et al.,2016; (8) Oliveira et al., 2021; (9) ARCADIS LOGOS, 2014. Stauts de conservação, (LC) pouco preocupante; (DD) Dados deficientes; (CR) criticamente ameaçadas de extinção. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

D. Considerações Finais

De forma geral, a área do empreendimento é caracterizada por uma vegetação com predominância de uma savana estépica com presença de Caatinga arbórea-arbustiva densa, associadas às alterações decorrentes da presença humana, e a diversidade de anfíbios e répteis acompanhou essas características. Os resultados encontrados revelaram a presença de espécies da herpetofauna típicas da Caatinga e com ampla distribuição, mesmo aquelas endêmicas do bioma.

A amostragem de anfíbios é muito influenciada pela presença de água, principalmente em ambientes sazonalmente secos, como a Caatinga da região amostrada. Com a realização de uma campanha no período chuvoso, foi possível acessar adequadamente a comunidade de anfíbios na área de estudo, confirmando que a riqueza observada é semelhante aos registrados em outras áreas de Caatinga.

Assim, considerando os dados obtidos no presente estudo, incluindo as adendas às espécies de serpentes previamente registradas e o conhecimento prévio da herpetofauna obtido no levantamento anterior, realizado em 2011, verifica-se que o conhecimento da fauna na área do Projeto Santa Quitéria é suficiente para subsidiar a avaliação de impacto do empreendimento.

Figura 11.2.1-32: *Ameiva ameiva*.

Figura 11.2.1-33: *Ameiva ocellifera*.

Figura 11.2.1-34: *Brasiliscincus heathi*.

Figura 11.2.1-35: *Vanzosaura multiscutata*.

Figura 11.2.1-36: *Tropidurus semitaeniatus*.

Figura 11.2.1-37: *Tropidurus hispidus*.

Figura 11.2.1-38: *Phyllopezus pollicaris*.

Figura 11.2.1-39: *Phylodrias nattereri*.

Figura 11.2.1-40: *Micrurus ibiboboca*.

Figura 11.2.1-41: *Leptodactylus troglodytes*.

Figura 11.2.1-42: Armadilhas de interceptação e queda instaladas na ADA (Ponto 04).

Figura 11.2.1-43: Armadilhas de interceptação e queda instaladas na ADA (Ponto 11).

Figura 11.2.1-44: Armadilhas de interceptação e queda instaladas no ponto controle (Ponto 14).

11.2.1.1.4 Avifauna

A. Introdução

Atualmente, são reconhecidas 1.971 espécies de aves com ocorrência no Brasil (PACHECO *et al.*, 2021). Destas, 548 espécies ocorrem dentro do domínio morfoclimático da Caatinga, compreendendo cerca de 28% da avifauna já registrada no território brasileiro (ARAUJO; SILVA, 2017). Do total de espécies conhecidas para a Caatinga, 509 são de aves residentes, ou seja, espécies que apresentam períodos reprodutivos dentro dos limites do domínio. Ainda, 32 espécies de aves são visitantes, das quais 22 provêm do Hemisfério Norte e 10 são oriundas do Hemisfério Sul (ARAUJO; SILVA, 2017).

Do total de espécies conhecidas na Caatinga, 67 táxons (sendo estes espécies ou subespécies) são apontados como tendo origem dentro desse domínio morfoclimático, ou seja, são táxons considerados endêmicos à região. No que diz respeito à conservação da avifauna da Caatinga, 35 espécies, cerca de 6%, são classificadas como ameaçadas de extinção, tanto em nível global (IUCN, 2022) quanto nacional (MMA, 2022). Não obstante, 83% das aves ameaçadas apresentam uma baixa capacidade adaptativa, ou seja, são espécies encontradas majoritariamente em paisagens com ecossistemas intactos ou quase não perturbados (ARAUJO; SILVA, 2017). Além disso, a Caatinga é reconhecida por ser uma região bastante heterogênea ambientalmente, o que reflete em uma avifauna nativa adaptada a um complexo de gradientes e condições ambientais e em uma grande variação de composição e riqueza das comunidades no tempo e no espaço (ARAUJO; SILVA, 2017). Localmente, as comunidades de aves na Caatinga são distintamente sazonais, sendo o número de espécies e indivíduos nitidamente maiores na estação chuvosa em relação à seca (OLMOS *et al.*, 2005; ARAUJO, 2009).

Já com relação à avifauna de ocorrência no estado do Ceará, são apontadas entre 443 e 461 espécies de aves para o estado (SEMACE, 2022; WIKIAVES, 2023), o que corresponde a cerca de 23% da avifauna conhecida e registrada no Brasil. Essas espécies de aves ocorrem desde os ambientes costeiros até as áreas típicas das Caatingas de baixada, bem como em áreas de florestas secas localizadas nas áreas de chapada, como nas Chapadas do Araripe e de Ibiapaba. Ainda, podem ser observadas espécies de aves típicas das florestas úmidas encontras nos topos de serra, localmente conhecidas como “Brejos de altitude”, como as da região das serras de Baturité, Maranguape e Aratanha (NASCIMENTO *et al.*, 2000a; FARIAS, 2005; OLMOS *et al.*, 2005; ALBANO; GIRÃO, 2008). De acordo com a lista de espécies de aves ameaçadas do estado do Ceará, e considerando o total de espécies listadas para o estado, 75 espécies de aves são apontadas como ameaçadas de extinção, 12 são indicadas como

extintas ou regionalmente extintas, e 71 espécies são categorizadas com dados insuficientes ou não são classificadas quanto a esses critérios de avaliação (SEMACE, 2022).

A partir dessa contextualização, é possível afirmar que a conservação efetiva da biodiversidade requer um mínimo de conhecimento sobre os alvos dessa proteção. Nessa perspectiva, os estudos ambientais associados à implantação de empreendimentos diversos tornaram-se uma necessidade, tendo em vista as crescentes alterações às quais os habitats naturais estão submetidos (TAUK-TORNISIELO *et al.*, 1995). Ainda que muitos desses estudos apresentem amostragens espacial e temporalmente reduzidas, os dados que estes geram são de grande interesse (CHEREM, 2005), pois podem contribuir para o conhecimento da distribuição e da ecologia dos distintos táxons e são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo das espécies (MARES *et al.*, 1985; CHEREM, 2005). Desta forma, a utilização de comunidades biológicas para avaliação de mudanças e impactos ambientais vem sendo amplamente difundida, tornando-se uma ferramenta útil na determinação da qualidade ambiental (AMÂNCIO *et al.*, 2008). É neste sentido, portanto, que alguns exemplares da fauna podem ser considerados como bioindicadores, uma vez que estabelecem relações recíprocas com o meio físico (PINTO-COELHO, 2009), respondendo às influências externas de acordo com os seus níveis de sensibilidade e em função das alterações presentes no ambiente.

Nesse panorama, o estudo da avifauna pode revelar distintos níveis de interferência antrópica no ambiente. Por exemplo, as espécies da avifauna apresentam diferentes exigências ecológicas e reagem com relativa rapidez às mudanças ambientais, ampliando a riqueza de informações para a caracterização das áreas de estudo e para a discussão em termos da previsão dos potenciais impactos futuros de ações e empreendimentos humanos (ARAUJO, com. Pess.). Diante disso, o conhecimento das exigências ecológicas das espécies indica as condições ambientais às quais são sensíveis e, assim, diferentes níveis de alterações de habitat podem ser diagnosticados com a ocorrência ou ausência de espécies, comparando com o esperado naturalmente (DONATELLI *et al.*, 2004).

Dito isso, o presente levantamento foi executado visando atingir demandas específicas do processo de licenciamento ambiental do empreendimento Projeto Santa Quitéria, a fim de determinar medidas eficientes para mitigar os possíveis impactos sobre a biodiversidade e os ecossistemas naturais durante a instalação e operação do empreendimento em questão. A adoção futura dessas medidas tem o potencial de proteger as funções ecossistêmicas locais, com consequente fornecimento dos serviços que são tão necessários à manutenção da biodiversidade e, consequentemente, ao usufruto humano. Tais serviços incluem a provisão de recursos alimentares à fauna, o armazenamento de carbono pela vegetação, a

polinização e dispersão de sementes e, em outras instâncias, o fornecimento de espaços para lazer, contemplação e manifestações culturais para as populações humanas locais. Desta forma, o planejamento de estratégias para proteger as espécies e os ecossistemas, baseado nos levantamentos feitos nestes estudos, pode, por fim, trazer benefícios socioambientais também às populações humanas impactadas indiretamente pelo empreendimento.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Avifauna – Dados Secundários

O levantamento dos dados secundários acerca da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria se deu através da consulta à bibliografia especializada, principalmente artigos científicos e livros, dando preferência aos dados provenientes de localidades mais próximas possíveis ao empreendimento. Adicionalmente, foi realizada uma revisão da ocorrência de espécies em um raio de 50 km a partir do município de Santa Quitéria, Ceará, por meio da base de dados on-line Wikiaves (2023). Por fim, foram utilizados relatórios técnicos de pesquisas realizadas na área de estudo. Seguem as bases de consulta utilizadas nesse levantamento:

FARIAS *et al.* (2005) – Neste trabalho os autores inventariaram a avifauna de 11 fitofisionomias inseridas em três áreas de Caatinga consideradas prioritárias para conservação nos estados de Pernambuco, Paraíba e Ceará. Como resultado, foram listadas 249 espécies de aves, porém, para compor os dados secundários do presente estudo, foram considerados somente os registros de 174 espécies observadas na localidade Serra das Almas, Crateús, localizada no estado do Ceará, acerca de 130 km do município de Santa Quitéria.

OLMOS *et al.* (2005) – Neste trabalho os autores catalogaram a avifauna em oito localidades entre os estados do Ceará e Pernambuco. Para compor os dados secundários do presente estudo, foram considerados os registros nos municípios de Mombaça e Pedra Branca, no estado do Ceará, cerca de 220 e 200 km do município de Santa Quitéria. Assim, foram incorporados aos dados secundários o registro de 123 espécies de aves listadas pelos autores.

ARCADIS LOGOS (2014) – Neste trabalho foram reunidas as espécies registradas durante o levantamento dos dados primários realizado para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria realizado em 2011. Como resultado, o relatório aponta a ocorrência de 144 espécies de aves na área de estudo.

WIKIAVES (2023) – Wikiaves é uma plataforma on-line (www.wikiaves.com) que organiza e disponibiliza registros sonoros e/ou fotográficos de espécimes de aves feitos por ornitólogos amadores ou profissionais em todo o Brasil. Com base nesse banco de dados, foi realizada uma pesquisa considerando as espécies registradas dentro de um raio de 50 km do município de Santa Quitéria, Ceará, município no qual o empreendimento está localizado. Como resultado, foi compilada uma lista com 232 espécies de aves com potencial de ocorrência nas áreas de influência do empreendimento, porém três espécies não foram consideradas, pois apresentam um único registro, e este foi realizado durante as atividades do atual estudo. Dessa forma, a lista de aves utilizada foi composta por 229 espécies de aves.

B.2. Levantamento de Avifauna – Dados Primários

As três amostragens de campo ocorreram durante 14 dias consecutivos cada. A primeira campanha ocorreu entre os dias 5 e 18 de novembro de 2020, referente à estação seca I, enquanto a segunda campanha foi realizada entre 31 de janeiro e 13 de fevereiro de 2021, também durante a estação seca e alusiva à estação seca II, pois, embora considerado como período chuvoso, naquele ano a chuva tardou, e a amostragem ocorreu em um ambiente de vegetação típica da época de seca com poucas árvores ou arbustos apresentando folhas verdes. A terceira campanha ocorreu entre 24 de abril e 07 de maio de 2023, durante a estação chuvosa (estação chuvosa I. Desta forma, as campanhas para o grupo de avifauna, para compor o presente diagnóstico, abrangeram o período de seca e chuva.

Em cada campanha, as atividades *in situ* foram desenvolvidas ao longo de um dia em cada ponto amostral (Quadro 11.2.1-7). A localização geográfica e imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico. As mesmas ocorriam no início da manhã a partir do alvorecer até por volta das 10 horas, e no fim tarde, a partir das 16 horas até o escurecer, períodos de maior atividade das aves. Nesse período, a avifauna foi inventariada a partir da utilização de metodologia não interventiva, aplicando o método de Listas de Mackinnon. Esse método foi escolhido por ser especialmente recomendado para inventários rápidos em comunidades de aves tropicais, sobretudo em áreas pouco conhecidas e quando se pretende obter uma maior relação custo-benefício entre o tempo gasto no campo e a quantidade e expressividade dos dados coletados (POULSEN *et al.*, 1997; HERZOG *et al.*, 2002; RIBON, 2010). Assim, foram dispensados métodos não sistemáticos e entrevistas que são pouco produtivos para o levantamento da avifauna, além de métodos interventivos (e.g., capturas por redes-neblina). Contudo, foram incluídos também registros ocasionais feitos por outros integrantes da equipe de monitoramento de fauna.

Quadro 11.2.1-7: Relação dos pontos amostrais e datas de amostragem durante as quais foram feitos os levantamentos da avifauna nas áreas de influência e controle do empreendimento

UA	DATA DE AMOSTRAGEM			FITOFISIONOMIA	ÁREA DE INFLUÊNCIA
	C1	C2	C3		
UA1	16/11/20	07/02/21	27/04/23	SEA	AID
UA2	05/11/20	31/01/21	25/04/23	SEF	AID
UA3	11/11/20	02/02/21	04/05/23	SEA	ADA
UA4	08/11/20	06/04/21	05/05/23	SEF	AID
UA5	14/11/20	04/02/21	30/04/23	SEF	AID
UA6	15/11/20	11/02/21	02/05/23	SEF	AID
UA7	09/11/20	01/02/21	24/04/23	SEA	AID
UA8	17/11/20	09/02/21	06/05/23	SEA	AID
UA9	07/11/20	05/02/21	29/04/23	SEA	AID
UA10	13/11/20	03/02/21	01/05/23	SEF	AID
UA11	06/11/20	13/02/21	28/04/23	SEF	ADA
UA12	10/11/20	10/02/21	03/05/23	SEA	AID
UA13	12/11/20	12/02/21	26/04/23	SEA	ADA
UA14	18/11/20	08/02/21	07/05/23	SEA	Controle

Legenda: UA – unidade amostral; C – campanha. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Listas de Mackinnon (LM): O método de Listas de Mackinnon (MACKINNON; PHILLIPS, 1993) constitui-se pelo levantamento e registro de todas as espécies detectadas durante os trabalhos de campo, em listagens consecutivas compostas pelo mesmo número de espécies. Nessa metodologia cada espécie que não tenha sido anteriormente detectada é registrada de forma consecutiva, formando uma lista, até se atingir um número predeterminado de espécies (e.g., 10 espécies), quando então se inicia uma nova lista e repete-se todo o processo (HERZOG *et al.*, 2002; RIBON, 2010). Dessa forma, cada lista é composta por um número igual de diferentes espécies, entretanto, listas diferentes podem conter espécies coincidentes, desde que não sejam os mesmos indivíduos. No estudo em questão, foram utilizadas listas de 10 espécies, conforme recomendado por Herzog *et al.* (2002) e Ribon

(2010). Adicionalmente, a frequência de ocorrência das espécies nas listas produzidas é considerada um confiável e consistente índice de abundância (MACLEOD *et al.*, 2011) e foi empregado neste trabalho para o cálculo de outros índices de Diversidade, como Shannon-Wiener e Pielou (ver seção de Análise de dados).

Com o objetivo de padronizar o esforço em cada um dos pontos amostrais, foi estabelecido um número mínimo de 10 listas de Mackinnon em cada um dos 14 pontos a serem amostrados. Contudo, devido às diferenças entre os ambientes encontrados em campo, esse número pode ter variado um pouco para mais ou para menos, porém sem prejudicar a metodologia proposta. De modo a incluir o período de maior atividade das aves, os trabalhos de campo ocorreram desde a alvorada, por volta das 5 horas, até aproximadamente 10 horas da manhã. Adicionalmente foram realizadas amostragens no período vespertino, entre 16 e 19 horas, contemplando amostragens noturnas. Cada ponto amostral foi visitado pelo menos uma vez (um dia), somando 8 horas por dia e 112 horas por campanha, totalizando 336 horas ao longo do estudo (8 horas/dia *14 dias *3 campanhas).

Durante as observações em campo, os especialistas utilizaram binóculo Nikon Monarch 10x42, recomendado para estudos ornitológicos (Figura 11.2.1-45 e Figura 11.2.1-46). Os espécimes de aves foram identificados em nível específico por observação ou por meio do reconhecimento de suas vocalizações, que geralmente é responsável por até 90% dos contatos ornitológicos em trabalhos de campo (SICK, 1997). Quando necessário, foram realizados registros sonoros com o auxílio de um gravador digital TASCAM MD com microfone embutido, para posterior identificação ou confirmação de espécies. Adicionalmente, espécimes de aves foram fotografadas com câmera fotográfica acoplada a uma lente 300 mm ou similar, de uso recorrente em trabalhos de campo de ornitologia.

Ressalta-se mais uma vez que nenhum indivíduo foi capturado ou coletado durante o levantamento da avifauna e, tampouco, foram aplicados métodos invasivos, como a captura com redes-neblina ou marcação com anilhas. Tais métodos são mais recomendados em estudos de longo prazo, quando o objetivo é monitorar a avifauna local (VON MATTER *et al.*, 2010). Considerando que o presente inventário enquadra-se no conceito de Avaliação Ecológica Rápida (AER), cujo foco está na amostragem qualitativa, a aplicação dos métodos supracitados despenderia um esforço maior de campo, sem necessariamente resultar em uma lista mais completa de aves, uma vez que possuem abrangência limitada à avifauna de sub-bosque, formada quase sempre por indivíduos conspícuos e de vocalização audível, sendo rapidamente registradas por meio das amostragens pelas Listas de Mackinnon (RIBON, 2010).

Os registros obtidos durante as três campanhas de levantamento da avifauna foram organizados em uma base de dados contendo a lista de espécies e número de indivíduos registrados em cada ponto amostral (cada lista de Mackinnon). A classificação taxonômica e nomenclatura das espécies seguiu a classificação proposta pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – CBRO (PACHECO *et al.*, 2021). Ainda, as espécies registradas foram categorizadas quanto à sua dependência de floresta em três categorias, são elas: independente (IND) - espécie associada apenas à vegetação aberta; semidependente (SMD) - espécie que ocorre nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semiabertas, e dependente (DEP) - espécie que ocorre em ambientes florestais. Tal classificação foi baseada em informações contidas na literatura (PARKER III *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2003; RODA, 2003). As espécies também foram verificadas quanto à sua importância econômica e cinegética (CITES, 2023) e padrão de migração (RODA, 2003; SOMENZARI *et al.*, 2018; CEMAVE, 2020).

Figura 11.2.1-45: Levantamento da avifauna a partir das listas de Mackinnon.

Figura 11.2.1-46: Levantamento da avifauna a partir das listas de Mackinnon.

Adicionalmente, as espécies registradas foram classificadas quanto ao endemismo da Caatinga (ARAUJO; SILVA, 2017), além de serem classificadas quanto à sensibilidade a distúrbios no habitat, sendo: Alta (A) - apresenta alta sensibilidade aos distúrbios ambientais; Média (M) - apresenta média sensibilidade aos distúrbios ambientais; e Baixa (B) - apresenta baixa sensibilidade aos distúrbios ambientais. Tal classificação foi baseada em informações contidas na literatura (PARKER III et al., 1996; SILVA et al., 2003; ARAUJO; SILVA, 2017). Também foram classificadas quanto ao seu grupo trófico, sendo: IN – espécies que apresentam invertebrados como principal item alimentar; ON – espécies que apresentam diversos itens alimentares em sua dieta, sem a predominância de um item; PS – espécies que consomem grãos e outras partes vegetais, exceto frutos e néctar, como principais itens alimentares; FN – espécies que apresentam frutos e/ou néctar como principais itens

alimentares; VFS – espécies que apresentam outros vertebrados como principais itens alimentares (SILVA *et al.*, 2003; RODA, 2003; WILMAN *et al.*, 2014).

B.3. Análise de Dados

Para a quantificação e análise da diversidade entre os pontos amostrais, foi utilizado o Índice de Shannon-Wiener (H'), que é baseado na abundância proporcional das espécies e, portanto, considera tanto a riqueza das espécies quanto a sua equidade. Esse método é geralmente escolhido pela sua alta capacidade discriminante entre amostras (MAGURRAN, 1988; KREBS, 1989), além de ser o índice mais frequentemente utilizado em trabalhos com avifauna. A equitabilidade foi avaliada utilizando o índice da Equidade de Pielou (J'). Esse índice varia entre 0 e 1, em que valores menores do que 0,5 indicam que existe a dominância de uma ou mais espécies na comunidade estudada, enquanto valores maiores do que 0,5 indicam uma distribuição mais uniforme entre as abundâncias das espécies na amostra (MARTINS; SANTOS, 1999).

Adicionalmente, foi calculada a frequência de ocorrência (FO) das aves registradas ao longo do estudo nas áreas de influência (ADA e AID) e na área controle do empreendimento. Para tanto, foi usada a seguinte equação: FO=nx100/N (VIELLIARD; SILVA, 1990), sendo n o número de vezes que a espécie "i" aparece na amostra, ou seja, no número de pontos amostrais em que a espécie "i" foi registrada, e N o número total de visitas aos pontos amostrais (3 campanhas x 14 pontos amostrais, N=42). Foram consideradas as seguintes categorias quanto à frequência de ocorrência (FO), de acordo com as espécies de aves registradas, são elas: espécies regulares (com FO > 25%), espécies comuns (FO entre 10,0 e 24,99%), espécies pouco comuns (FO entre 3,0 e 9,99%) e espécies raras (FO < 2,99% (MACHADO, 1999).

Adicionalmente, foi calculado o Índice de Frequência nas Listas (IFLs), seguindo a seguinte fórmula: IFL=n(i)/LM, em que n(i)=número de contatos (listas) com a espécie i; LM=número total de listas de Mackinnon construídas durante o estudo (RIBON, 2010).

A eficiência amostral foi determinada pela construção de curvas de acumulação de espécies (*sensu* GOTELLI; COLWELL, 2001). Essas curvas consistem em um procedimento para avaliar o quanto o número de espécies observadas se aproxima do número real das espécies supostamente presentes (p. ex: riqueza estimada) naquele ambiente (CULLEN Jr. *et al.*, 2012). Fundamentado no comportamento dessa curva, pode-se predizer, a partir de estimadores de riqueza, o número de espécies que ainda não foram observadas na área (CHAZDON *et al.*, 1998). Nessa análise, cada lista de Mackinnon foi considerada uma unidade amostral (UA), totalizando 436 UAs, das quais 146 UAs foram obtidas na primeira campanha,

132 UAs na segunda campanha e 158 UAs na terceira campanha. Para balizar essa estimativa, foram utilizados os estimadores de riqueza Chao 2 e Jackknife 1, os quais apresentaram melhor *performance* em testes em áreas de Caatinga (ARAUJO, 2009). As análises referentes à curva de acumulação e estimativa de riqueza de espécies foram realizadas utilizando-se o software Estimates 9.1 (COLWELL, 2013).

Em seguida, com base no índice de similaridade de Jaccard, foi realizada uma análise de agrupamentos (UPGMA), a fim de verificar a relação entre as áreas amostradas, de acordo com o compartilhamento de espécies registradas ao longo de cada ponto amostral. Esse índice foi selecionado devido ao conjunto de dados empregados na análise de similaridade utilizar apenas informações de presença e ausência, dessa forma, permitindo o uso de dados obtidos a partir de métodos que não possibilitam a captura de índices relativos à abundância, como as Listas de Mackinnon, além de métodos não sistemáticos (encontros ocasionais) ao longo da coleta de dados. Assim, foram incluídas espécies que ocorrem nas áreas amostradas, porém não foram registradas pelos métodos padronizados, o que possibilitou uma maior representatividade das espécies que ocorrem nas áreas estudadas. Nessa análise foi utilizado o programa PAST® versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001) para construção do dendrograma.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

Durante as atividades em campo, foram realizados 4361 registros que culminaram em 161 espécies de aves inventariadas pertencentes a 46 famílias e 23 ordens (Quadro 11.2.1-8), sendo que 157 destas foram registradas por meio das listas de Mackinnon e quatro incluídas por meio de registros ocasionais. Do total de espécies de aves inventariadas, 126 (78,26%) foram observadas na primeira campanha, 129 (80,12%) foram catalogadas durante a segunda campanha e 118 (73,29%) espécies foram inventariadas no decorrer da terceira campanha, indicando uma riqueza similar entre as três campanhas realizadas, principalmente entre aquelas realizadas na estação seca (primeira e segunda campanhas).

A riqueza total observada no presente estudo (N=161 espécies) foi superior à riqueza apontada no EIA de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), que registrou 146 espécies na região. Comparando com outros estudos em áreas de Caatinga com fitofisionomias semelhantes, verificou-se que a riqueza observada na AI do empreendimento foi similar ou um pouco inferior às riquezas relatadas em alguns outros estudos. Por exemplo, os estudos de ARAUJO *et al.* (2012) e VIEIRA-FILHO *et al.* (2018) registraram 162 e 164 espécies de aves em áreas de caatinga arborizada e florestada, respectivamente, na Paraíba, o que foi similar ao encontrado no presente levantamento. Ainda, Nascimento *et al.* (2000a) e Nascimento *et*

al. (2000b) registraram, respectivamente, 193 espécies de aves na Chapada do Araripe e 154 na Estação Ecológica de Aiuaba. Já Farias *et al*. (2005) observaram 174 espécies de aves para a Serra das Almas. Todos esses levantamentos foram conduzidos no estado do Ceará em áreas que apresentam algum grau de conservação, o que pode favorecer o registro de uma maior diversidade de espécies de aves.

Por outro lado, Pereira *et al*. (2014) registraram 112, 121 e 137 espécies de aves em três áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte e Nascimento (2000b) observou 116 espécies na Estação Ecológica do Seridó, também no Rio Grande do Norte. Já Olmos *et al*.(2005) catalogaram 102 e 91 espécies de aves na região de Mombaça e Pedra Branca, ambos municípios no estado do Ceará. Tais riquezas amostradas nesses estudos foram inferiores à encontrada na AI do Projeto Santa Quitéria. Diante desse resultado, pode-se inferir que a riqueza de aves encontrada no presente estudo foi semelhante à riqueza de espécies em áreas de Caatinga com fitofisionomias similares e em bom estado de conservação.

No que diz respeito às famílias com maior diversidade de espécies, verificou-se que, no presente estudo, as famílias mais representativas foram: Tyrannidae, com 24 (14,81%) espécies, Thraupidae, com 14 (8,64%) espécies, Columbidae, com nove espécies (5,56%) e Picidae, com sete (4,32%) espécies (Figura 11.2.1-47). Essas famílias também estiveram entre as mais diversas ao longo das atividades desenvolvidas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), indicando que a diversidade da avifauna local foi mantida quase que semelhante durante os últimos 12 anos, no que diz respeito à representatividade das famílias de aves registradas. Além disso, estudos realizados em outras áreas de Caatinga observaram essas famílias entre as mais diversas (*e.g.*, NASCIMENTO *et al*., 2000a; NASCIMENTO *et al*., 2000b; SANTOS, 2004; ROOS *et al*., 2006; ARAUJO; RODRIGUES, 2011; NUNES; MACHADO, 2012; LAS-CASAS *et al*., 2012; OLMOS; ALBANO, 2012; SILVEIRA; MACHADO, 2012; SILVEIRA; SANTOS, 2012; VASCONCELOS *et al*., 2013). Ainda, ao analisar a comunidade de aves na Caatinga em sua totalidade, essas famílias foram sempre apontadas como as mais diversas em termos de quantidade de espécies (ARAUJO; SILVA, 2017). Dessa forma, a comunidade de aves aqui observada refletiu o padrão de riqueza dentre famílias de aves encontradas no domínio da Caatinga como um todo.

Quanto à frequência de ocorrência, verificou-se que a maioria das espécies foram classificadas como regulares (N=68; 43%), enquanto 27 espécies (17%) foram classificadas como comuns. Por sua vez, 39 espécies (25%) foram classificadas como pouco comuns e 23 espécies (15%) como raras (Quadro 11.2.1-9). Essa predominância de espécies regulares não é surpreendente, visto que 509 das 548 espécies já registradas na Caatinga são de espécies residentes (ARAUJO; SILVA, 2017).É esperado, contudo, que os levantamentos rápidos,

costumeiramente realizados no âmbito dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), possam reduzir a chnace de detecção das espécies, especialmente das raras, que são registradas com esforço amostral contínuo (OLMOS *et al.*, 2005; SILVEIRA, 2010). A despeito disso, obteve-se uma amostra representativa e significativa da comunidade no que tange à compreensão dos imapctos ambientais que poderão advir do empreendimento. Os monitoramentos futuros do grupo servirão ao registro das espécies de menor detectabilidade.

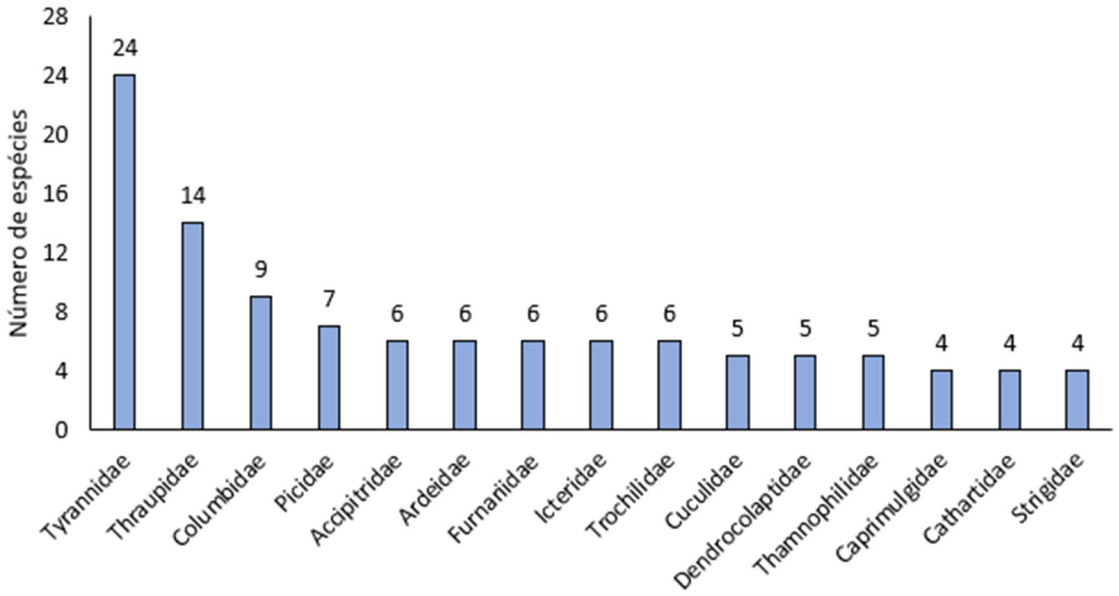


Figura 11.2.1-47: Famílias mais representativas quanto ao número de espécies de aves catalogadas a partir dos dados primários na área influência do Projeto Santa Quitéria.

De toda forma, as espécies regulares, ou seja, as mais frequentes detectadas a partir das listas de Mackinnon, foram espécies comuns aos ambientes de Caatinga e, no geral, também foram apontadas entre as espécies mais frequentes em outros estudos realizados no domínio, (*e.g.* SANTOS, 2004; OLMOS *et al.*, 2005; ROOS *et al.*, 2006; ARAUJO; RODRIGUES, 2011), como *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza), *Myiarchus tyrannullus* (maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado), *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga) e *Polioptila atricapilla* (balança-rabo-do-nordeste), espécies amplamente distribuídas pela Caatinga e facilmente detectadas. Essas espécies também são regulares quando se avalia a FO por ponto amostral, o que reforça o quanto comum essas espécies são à região amostrada, pois podem ser facilmente observadas em diversos pontos dentro das áreas de influência e da área controle do Consórcio Santa Quitéria.

Quadro 11.2.1-8: Lista de espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria no decorrer do levantamento da avifauna

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Tinamiformes Huxley, 1872												
Tinamidae Gray, 1840												
Crypturellus parvirostris (Wagler, 1827)	inhambu-chororó	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		
Crypturellus tataupa (Temminck, 1815)	inhambu-chintã	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	ON	Cin		
Nothura maculosa (Temminck, 1815)	codorna-amarela	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Cin		
Anseriformes Linnaeus, 1758												
Anatidae Leach, 1820												
Dendrocygna viduata (Linnaeus, 1766)	Irerê	3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		
Amazonetta brasiliensis (Gmelin, 1789)	marreca-ananaí	3ª	LC	LC	LC			B	ON	Cin		
Galliformes Linnaeus, 1758												
Cracidae Rafinesque, 1815												
Penelope jacucaca Spix, 1825	Jacucaca	1ª	VU	VU	VU		3	A	FN	Cin	CAA	
Podicipediformes Fürbringer, 1888												
Podicipedidae Bonaparte, 1831												
Tachybaptus dominicus (Linnaeus, 1766)	mergulhão-pequeno	2ª	LC	LC	LC			M	IN			

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Podilymbus podiceps (Linnaeus, 1758)	mergulhão-caçador	1ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Suliformes Sharpe, 1891												
Phalacrocoracidae Reichenbach, 1849												
Nannopterum brasilianum (Gmelin, 1789)	Biguá	3ª	LC	LC	LC			B				
Pelecaniformes Sharpe, 1891												
Ardeidae Leach, 1820												
Tigrisoma lineatum (Boddaert, 1783)	socó-boi	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Butorides striata (Linnaeus, 1758)	Socozinho	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Bubulcus ibis (Linnaeus, 1758)	garça-vaqueira	3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Ardea cocoi Linnaeus, 1766	garça-moura	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Ardea alba Linnaeus, 1758	garça-branca-grande	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Egretta thula (Molina, 1782)	garça-branca-pequena	2ª; 3ª	LC	LC	LC			B	ON			
Cathartiformes Seebohm, 1890												
Cathartidae Lafresnaye, 1839												
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	urubu-de-cabeça-vermelha	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Cathartes burrovianus Cassin, 1845	urubu-de-cabeça-amarela	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	VFS			

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Coragyps atratus (Bechstein, 1793)	urubu-preto	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Sarcoramphus papa (Linnaeus, 1758)	urubu-rei	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	VFS			
Accipitriformes Bonaparte, 1831												
Accipitridae Vigors, 1824												
Geranospiza caerulescens (Vieillot, 1817)	gavião-pernilongo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	VFS			
Heterospizias meridionalis (Latham, 1790)	gavião-caboclo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Rupornis magnirostris (Gmelin, 1788)	gavião-carijó	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Geranoaetus albicaudatus (Vieillot, 1816)	gavião-de-rabo-branco	1ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Geranoaetus melanoleucus (Vieillot, 1819)	águia-serrana	2ª	LC	LC	LC		1	M	VFS			
Buteo nitidus (Latham, 1790)	gavião-pedrês	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	M	VFS			
Gruiformes Bonaparte, 1854												
Rallidae Rafinesque, 1815												
Aramides cajaneus (Statius Muller, 1776)	saracura-três-potes	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	A	ON	Cin		
Gallinula galeata (Lichtenstein, 1818)	galinha-d'água	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Cin		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Charadriiformes Huxley, 1867												
Charadriidae Leach, 1820												
Vanellus chilensis (Molina, 1782)	quero-quero	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Recurvirostridae Bonaparte, 1831												
Himantopus mexicanus (Statius Muller, 1776)	pernilongo-de-costas-negras	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Scolopacidae Rafinesque, 1815												
Tringa solitaria Wilson, 1813	maçarico-solitário	2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			MGT
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854												
Jacana jacana (Linnaeus, 1766)	Jaçanã	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Columbiformes Latham, 1790												
Columbidae Leach, 1820												
Columbina passerina (Linnaeus, 1758)	rolinha-cinzenta	1ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Cin		
Columbina minuta (Linnaeus, 1766)	rolinha-de-asa-canela	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		
Columbina talpacoti (Temminck, 1811)	rolinha-roxa	1ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		
Columbina squammata (Lesson, 1831)	rolinha-fogo-apagou	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Columbina picui (Temminck, 1813)	rolinha-picuí	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		
Patagioenas picazuro (Temminck, 1813)	pomba-asa-branca	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	PS	Cin		
Zenaida auriculata (Des Murs, 1847)	avoante	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Cin		ND
Leptotila verreauxi Bonaparte, 1855	juriti-pupu	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	PS	Cin		
Leptotila rufaxilla (Richard & Bernard, 1792)	juriti-de-testa-branca	1ª	LC	LC	VU		3	M	PS	Cin		
Cuculiformes Wagler, 1830												
Cuculidae Leach, 1820												
Piaya cayana (Linnaeus, 1766)	alma-de-gato	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Crotophaga major Gmelin, 1788	anu-coroca	3ª	LC	LC	LC			M	ON			
Crotophaga ani Linnaeus, 1758	anu-preto	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON			
Guira guira (Gmelin, 1788)	anu-branco	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Tapera naevia (Linnaeus, 1766)	saci	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Strigiformes Wagler, 1830												

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Strigidae Leach, 1820												
Megascops choliba (Vieillot, 1817)	corujinha-do-mato	1ª; 2ª	LC	LC	LC	II	2	B	IN			
Glaucidium brasilianum (Gmelin, 1788)	caburé	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	2	B	IN			
Athene cunicularia (Molina, 1782)	coruja-buraqueira	2ª	LC	LC	LC	II	1	M	VFS			
Aegolius harrisii (Cassin, 1849)	caburé-acanelado	3ª	LC	LC	LC	II		A	ON			
Nyctibiiformes Yuri, Kimball, Harshman, Bowie, Braun, Chojnowski, Hackett, Huddleston, Moore, Reddy, Sheldon, Steadman, Witt & Braun, 2013												
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851												
Nyctibius griseus (Gmelin, 1789)	urutau	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Caprimulgiformes Ridgway, 1881												
Caprimulgidae Vigors, 1825												
Nyctidromus albicollis (Gmelin, 1789)	bacurau	1ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Nyctidromus hirundinaceus (Spix, 1825)	bacurauzinho-da-caatinga	1ª	LC	LC	LC		1				CAA	
Hydropsalis parvula (Gould, 1837)	bacurau-chintã	1ª	LC	LC	LC		1	B	IN			MP R
Nannochordeiles pusillus (Gould, 1861)	bacurauzinho	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1					
Apodiformes Peters, 1940												
Apodidae Olphe-Galliard, 1887												

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Chaetura meridionalis Hellmayr, 1907	andorinhão-do-temporal	2ª	LC	LC	LC			M	IN			MG T
Tachornis squamata (Cassin, 1853)	andorinhão-do-buriti	2ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Trochilidae Vigors, 1825												
Anopetia gounellei (Boucard, 1891)	rabo-branco-de-cauda-larga	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	3	-	FN		CAA	
Eupetomena macroura (Gmelin, 1788)	beija-flor-tesoura	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	1	B	FN			
Chrysolampis mosquitus (Linnaeus, 1758)	beija-flor-vermelho	1ª; 3ª	LC	LC	LC	II	1	B	FN			
Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812)	besourinho-de-bico-vermelho	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	2	B	FN			
Chionomesa fimbriata (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-garganta-verde	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	2	B	FN			
Heliomaster squamosus (Temminck, 1823)	bico-reto-de-banda-branca	1ª; 3ª	LC	LC	LC	II	3	M	FN			
Coraciiformes Forbes, 1844												
Alcedinidae Rafinesque, 1815												
Megaceryle torquata (Linnaeus, 1766)	martim-pescador-grande	1ª	LC	LC	LC		1	B	VFS			
Galbuliformes Fürbringer, 1888												

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Bucconidae Horsfield, 1821												
Nystalus maculatus (Gmelin, 1788)	rapazinho-dos-velhos	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN			
Piciformes Meyer & Wolf, 1810												
Picidae Leach, 1820												
Picumnus limae Snethlage, 1924	picapauzinho-da-caatinga	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN		CAA	
Melanerpes candidus (Otto, 1796)	pica-pau-branco	1ª	LC	LC	LC		2	B	FN			
Veniliornis passerinus (Linnaeus, 1766)	pica-pau-pequeno	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Piculus chrysochloros (Vieillot, 1818)	pica-pau-dourado-escuro	1ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Colaptes melanochloros (Gmelin, 1788)	pica-pau-verde-barrado	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Celeus ochraceus (Spix, 1824)	pica-pau-ocráceo	1ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Campephilus melanoleucos (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-topete-vermelho	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Cariamiformes Fürbringer, 1888												
Cariamidae Bonaparte, 1850												
Cariama cristata (Linnaeus, 1766)	seriema	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Falconiformes Bonaparte, 1831												

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Falconidae Leach, 1820												
Caracara plancus (Miller, 1777)	carcará	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	1	B	VFS			
Herpetotheres cachinnans (Linnaeus, 1758)	acauã	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	2	B	VFS			
Falco femoralis Temminck, 1822	falcão-de-coleira	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	1	B	ON			
Psittaciformes Wagler, 1830												
Psittacidae Rafinesque, 1815												
Primolius maracana (Vieillot, 1816)	maracanã	1ª; 2ª; 3ª	NT	LC	EN	I	2	M	PS	Xer		
Eupsittula cactorum (Kuhl, 1820)	periquito-da-caatinga	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	2	M	PS	Xer	CAA	
Forpus xanthopterygius (Spix, 1824)	tuim	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC	II	1	B	ON	Xer		
Passeriformes Linnaeus, 1758												
Thamnophilidae Swainson, 1824												
Myrmorchilus strigilatus (Wied, 1831)	tem-farinha-aí	1ª; 2ª	LC	LC	LC		2	M	IN			
Formicivora melanogaster Pelzeln, 1868	formigueiro-de-barriga-preta	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN			
Thamnophilus capistratus Lesson, 1840	choca-barrada-do-nordeste	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN		CAA	

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Thamnophilus pelzelni Hellmayr, 1924	choca-do-planalto	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Taraba major (Vieillot, 1816)	choró-boi	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Dendrocolaptidae Gray, 1840												
Sittasomus griseicapillus (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Campylorhamphus trochilirostris (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-beija-flor	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	A	IN			
Dendroplex picus (Gmelin, 1788)	arapaçu-de-bico-branco	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Lepidocolaptes angustirostris (Vieillot, 1818)	arapaçu-de-cerrado	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Xiphocolaptes falcirostris (Spix, 1824)	arapaçu-do-nordeste	1ª; 2ª	VU	VU	VU		3	M	IN		CAA	
Furnariidae Gray, 1840												
Furnarius figulus (Lichtenstein, 1823)	casaca-de-couro-da-lama	2ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Furnarius leucopus Swainson, 1838	casaca-de-couro-amarelo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Pseudoseisura cristata (Spix, 1824)	casaca-de-couro	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN		CAA	

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Certhiaxis cinnamomeus (Gmelin, 1788)	curutié	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	IN			
Synallaxis frontalis Pelzeln, 1859	petrim	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Synallaxis scutata Sclater, 1859	estrelinha-preta	1ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN			
Tityridae Gray, 1840												
Pachyramphus polychopterus (Vieillot, 1818)	caneleiro-preto	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	ON			MP R
Pachyramphus validus (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-de-chapéu-preto	2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			MP R
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907												
Tolmomyias flaviventris (Wied, 1831)	bico-chato-amarelo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Todirostrum cinereum (Linnaeus, 1766)	ferreirinho-relógio	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Hemitriccus margaritaceiventer (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	sebinho-de-olho-de-ouro	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	-		2	M	IN			
Tyrannidae Vigors, 1825												
Hirundinea ferruginea (Gmelin, 1788)	gibão-de-couro	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Stigmatura napensis Chapman, 1926	papa-moscas-do-sertão	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	NA		1	M	IN			

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Euscarthmus meloryphus Wied, 1831	barulhento	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Camptostoma obsoletum (Temminck, 1824)	risadinha	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Elaenia flavogaster (Thunberg, 1822)	guaracava-de-barriga-amarela	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	ON			
Elaenia spectabilis Pelzeln, 1868	guaracava-grande	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	ON			MP R
Elaenia chilensis Hellmayr, 1927	guaracava-de-crista-branca	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	ON			MG T
Myiopagis viridicata (Vieillot, 1817)	guaracava-de-crista-alaranjada	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN			MP R
Phaeomyias murina (Spix, 1825)	bagageiro	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			ND
Phyllomyias fasciatus (Thunberg, 1822)	piolhinho	1ª	LC	LC	LC		2	M	IN			
Myiarchus tyrannulus (Statius Muller, 1776)	maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Casiornis fuscus Sclater & Salvin, 1873	caneleiro-enxofre	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			MP R
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)	bem-te-vi	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON			MP R
Machetornis rixosa (Vieillot, 1819)	suiriri-cavaleiro	2ª	LC	LC	LC		1	B	IN			

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Myiodynastes maculatus (Statius Muller, 1776)	bem-te-vi-rajado	2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	ON			MP R
Megarynchus pitangua (Linnaeus, 1766)	neinei	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Myiozetetes similis (Spix, 1825)	bentevizinho-de-penacho-vermelho	2ª	LC	LC	LC		2	B	ON			
Tyrannus melancholicus Vieillot, 1819	suiriri	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			MP R
Empidonomus varius (Vieillot, 1818)	peitica	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			MP R
Myiophobus fasciatus (Statius Muller, 1776)	filipe	2ª	LC	LC	LC		1	B	IN			MP R
Sublegatus modestus (Wied, 1831)	guaracava-modesta	2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	IN			MP R
Fluvicola albiventer (Spix, 1825)	lavadeira-de-cara-branca	2ª; 3ª	LC	LC	LC			M	IN			MP R
Fluvicola nengeta (Linnaeus, 1766)	lavadeira-mascarada	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Arundinicola leucocephala (Linnaeus, 1764)	freirinha	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1		IN			
Vireonidae Swainson, 1837												
Cyclarhis gujanensis (Gmelin, 1789)	pitiguari	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Hylophilus amaurocephalus (Nordmann, 1835)	vite-vite-de-olho-cinza	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Vireo chivi (Vieillot, 1817)	juruviara	2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			MP R
Corvidae Leach, 1820												
Cyanocorax cyanopogon (Wied, 1821)	gralha-cancã	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	M	ON	Xer		
Hirundinidae Rafinesque, 1815												
Progne tapera (Linnaeus, 1766)	andorinha-do-campo	1ª	LC	LC	LC		1	B	IN			MP R
Troglodytidae Swainson, 1831												
Troglodytes musculus Naumann, 1823	corruíra	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN	Xer		
Cantorchilus longirostris (Vieillot, 1819)	garrinchão-de-bico-grande	1ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Polioptilidae Baird, 1858												
Polioptila atricapilla (Swainson, 1831)	balança-rabo-do-nordeste	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	IN			
Turdidae Rafinesque, 1815												
Turdus rufiventris Vieillot, 1818	sabiá-laranjeira	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Xer		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Turdus amaurochalinus Cabanis, 1850	sabiá-poca	2ª	LC	LC	LC		2	B	FN	Xer		MP R
Mimidae Bonaparte, 1853												
Mimus saturninus (Lichtenstein, 1823)	sabiá-do-campo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850												
Zonotrichia capensis (Statius Muller, 1776)	tico-tico	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Xer		
Ammodramus humeralis (Bosc, 1792)	tico-tico-do-campo	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS			
Arremon taciturnus (Hermann, 1783)	tico-tico-de-bico-preto	1ª	LC	LC	LC		3	M	ON			
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer, 1947												
Basileuterus culicivorus (Deppe, 1830)	pula-pula	1ª; 3ª	LC	LC	LC		3	M	IN			
Icteridae Vigors, 1825												
Icterus pyrrhopterus (Vieillot, 1819)	encontro	1ª; 2ª	LC	LC	LC		2	M	IN	Xer		
Icterus jamacaii (Gmelin, 1788)	corrupião	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	ON	Xer	CAA	
Gnorimopsar chopi (Vieillot, 1819)	pássaro-preto	1ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Xer		
Chrysomus ruficapillus (Vieillot, 1819)	Garibaldi	1ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	PS			
Agelaioides fringillarius (Spix, 1824)	asa-de-telha-pálido	1ª; 2ª	LC	LC	LC		1	B	IN		CAA	

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Molothrus bonariensis (Gmelin, 1789)	chupim	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN			
Thraupidae Cabanis, 1847												
Paroaria dominicana (Linnaeus, 1758)	cardeal-do-nordeste	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	IN	Xer	CAA	
Thraupis sayaca (Linnaeus, 1766)	sanhaço-cinzento	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	FN	Xer		
Nemosia pileata (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Compsothraupis loricata (Lichtenstein, 1819)	tiê-caburé	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	A	IN		CAA	
Conirostrum speciosum (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho	2ª; 3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Sicalis luteola (Sparrman, 1789)	tipio	1ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Xer		
Hemithraupis guira (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	2ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Volatinia jacarina (Linnaeus, 1766)	tiziu	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	B	ON	Xer		
Coryphospingus pileatus (Wied, 1821)	tico-tico-rei-cinza	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	ON	Xer		
Tachyphonus rufus (Boddaert, 1783)	pipira-preta	3ª	LC	LC	LC		3	B	IN			
Coereba flaveola (Linnaeus, 1758)	cambacica	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	FN	Xer		

NOME DO TÁXON	NOME COMUM	CA	IUCN	ICMBIO	CE	CITES	UH	SENS	GT	CIN/XER	END	MIG
Sporophila nigricollis (Vieillot, 1823)	baiano	3ª	LC	LC	LC		1	B	PS	Xer		
Sporophila albogularis (Spix, 1825)	golinho	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		1	M	PS	Xer	CAA	
Sporophila bouvreuil (Statius Muller, 1776)	caboclinho	2ª	LC	LC	VU			M	PS	Xer		MPR
Cardinalidae Ridgway, 1901												
Cyanoloxia brissonii (Lichtenstein, 1823)	azulão	1ª; 2ª	LC	LC	DD		3	M	FN	Xer		
Fringillidae Leach, 1820												
Euphonia chlorotica (Linnaeus, 1766)	fim-fim	1ª; 2ª; 3ª	LC	LC	LC		2	B	FN	Xer		
Passeridae Rafinesque, 1815												
Passer domesticus (Linnaeus, 1758)	pardal	2ª	LC	LC	NA		1	B	PS	Ex		

Legenda: CA – Campanha de amostragem – 1ª: primeira campanha; 2ª: segunda campanha; 3ª: terceira campanha. Status de ameaça: IUCN - Categoria de ameaça de acordo com a International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2022): (LC – Pouco preocupante=não ameaçada); NA – Não avaliada; VU – Vulnerável, NT – Quase Ameaçada); MMA - Categoria de ameaça de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022): EN – Em perigo, VU – Vulnerável. CE – Lista de espécies ameaçadas de extinção do estado do Ceará (SEMACE, 2022): (DD – Dados insuficientes; EN – Em perigo; LC – Pouco preocupante=não ameaçada); NA – Não avaliada; VU – Vulnerável). CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (2023) - Apêndice I e II. UH – Uso de Habitat (Parker III et al., 1996; Silva et al., 2003): 1 – Espécie independente de floresta; 2 – Espécie semidependente de floresta; 3 – Espécie dependente de floresta. Sens – Sensibilidade a distúrbios ambientais: A –Espécies com alta sensibilidade a distúrbios ambientais.; M – Espécies com média sensibilidade a distúrbios ambientais.; B – baixa – Espécies com baixa sensibilidade a distúrbios ambientais. GT - Grupos tróficos: VFS – carnívoro e/ou detritívoro; FN – frugívoro-nectarívoro; PS – plantas e/ou sementes, menos néctar e frutos; IN – insetívoro; ON – onívoro; Cin/Xer: Cin – Cinegética; Xer – Xerimbabo (espécies criadas como pets); Ex – Exótica; End - Endemismo: Caa – Espécies endêmicas da Caatinga; Mig – espécies com comportamento migratório (Somenzari et al., 2018): MGT – espécie de ave migrante dos Hemisférios Norte ou Sul; MPR – espécie de ave que apresenta parte de sua população migrante e parte residente; ND – dados insuficientes. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Também merece destaque o registro de *Zenaida auriculata* (avoante), espécie bastante comum na região Nordeste do Brasil. Outros estudos mostraram que essa espécie apresenta flutuações populacionais de acordo com a época do ano, sendo possível visualizar suas aglomerações com centenas de indivíduos em áreas com vegetação rasteira/arbustiva e seu deslocamento entre locais de alimentação e descanso (SICK, 1997).

Ainda com relação às espécies consideradas de ocorrência regular, observa-se que estas também foram as mais comuns na área de estudo, de acordo com os IFLs (Índice de Frequência nas Listas), dentre elas, podem ser mencionadas as seguintes: *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga), espécie endêmica da Caatinga usualmente observada em diversas fitofisionomias dentro desse domínio, *Hemitriccus margaritaceiventer* (sebinho-de-olho-de-ouro), *Myiarchus tyrannulus* (maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado), *Polioptila atricapilla* (balança-rabo-do-nordeste) e *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza), as quais, em geral, são espécies facilmente avistadas ao longo da distribuição da Caatinga (OLMOS *et al.*, 2005; ARAUJO; RODRIGUES, 2011). Além dessas espécies, a ocorrência de *Primolius maracana* (maracanã-verdadeira) entre as comumente encontradas na AI do Consórcio Santa Quitéria deve ser destacada. Essa espécie de psitacídeo é comum na sua área de ocorrência (NUNES, 2003), porém apresenta poucos registros no estado do Ceará (OLMOS *et al.*, 2005).

A presença de espécies com menores IFLs, tais como *Molothrus bonariensis* (chupim), *Sicalis luteola* (tipio) e *Sporophila albogularis* (golinho; Quadro 11.2.1-9), que são espécies de aves facilmente observadas em Caatingas abertas ou com alto grau de antropização, pode ter ocorrido por dois fatores principais. Primeiro, sua presença pode ser um reflexo do atual estado de conservação da região estudada, quando relativamente mais conservada. E segundo, pode ser explicada pela predominância de uma vegetação de savana estépica-arborizada e florestada, onde predomina vegetação densa de médio porte, dificulta a ocorrência dessas espécies. Contudo, essas espécies foram regulares em alguns pontos amostrais, incluindo o ponto controle, corroborando que, apesar dos valores baixos de IFLs, essas espécies podem ser facilmente observadas em áreas onde ocorrem, como na vegetação às margens de corpos aquáticos (Ponto 7).

Além dessas espécies, *Picumnus limae* (picapauzinho-da-caatinga) e *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste) merecem menção entre as espécies regulares ou pouco comuns, respectivamente, visto que são espécies endêmicas da Caatinga e, no caso de *X. falcirostris* (arapaçu-do-nordeste), ameaçada de extinção (IUCN, 2022; MMA 2022; SEMACE, 2022). Além disso, essas espécies podem ser consideradas bioindicadoras da qualidade ambiental segundo Olmos *et al.* (2004). Assim, a presença delas entre outras espécies

bioindicadoras, somada à raridade de algumas espécies típicas de Caatingas abertas, como *Agelaioides fringillarius* (asa-de-telha-pálido), pode ser um indicativo do bom estado de conservação da área de estudo.

Quadro 11.2.1-9: Índice de frequência nas listas (IFL), frequência de ocorrência (FO) e categoria de Frequência de Ocorrência (FO) com base na frequência de ocorrência das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, em ordem decrescente

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Coryphospingus pileatus	55,275	100,00	Regular
Myiarchus tyrannulus	47,936	100,00	Regular
Eupsittula cactorum	32,110	97,62	Regular
Polioptila atricapilla	39,450	97,62	Regular
Columbina picui	30,275	95,24	Regular
Cyanocorax cyanopogon	30,963	95,24	Regular
Hemitriccus margaritaceiventer	38,761	95,24	Regular
Troglodytes musculus	24,083	95,24	Regular
Euphonia chlorotica	24,541	92,86	Regular
Tolmomyias flaviventris	33,716	90,48	Regular
Camptostoma obsoletum	20,872	88,10	Regular
Lepidocolaptes angustirostris	17,202	88,10	Regular
Zenaida auriculata	23,853	88,10	Regular
Chlorostilbon lucidus	19,495	85,71	Regular
Cyclarhis gujanensis	24,083	85,71	Regular
Rupornis magnirostris	19,266	85,71	Regular
Todirostrum cinereum	21,330	85,71	Regular
Columbina squammata	16,284	73,81	Regular
Sittasomus griseicapillus	16,514	71,43	Regular
Veniliornis passerinus	13,761	71,43	Regular
Nystalus maculatus	12,385	69,05	Regular
Paroaria dominicana	13,303	69,05	Regular
Pitangus sulphuratus	11,927	69,05	Regular
Crypturellus tataupa	10,321	64,29	Regular
Formicivora melanogaster	9,862	64,29	Regular

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Primolius maracana	15,138	61,90	Regular
Cathartes aura	8,945	59,52	Regular
Cariama cristata	7,339	57,14	Regular
Myiopagis viridicata	11,468	57,14	Regular
Thamnophilus pelzelni	11,697	57,14	Regular
Coragyps atratus	8,028	54,76	Regular
Glaucidium brasilianum	8,257	54,76	Regular
Megarynchus pitangua	8,716	54,76	Regular
Synallaxis frontalis	8,716	54,76	Regular
Elaenia spectabilis	8,486	52,38	Regular
Empidonomus varius	11,927	50,00	Regular
Herpetotheres cachinnans	5,505	50,00	Regular
Thamnophilus capistratus	8,257	50,00	Regular
Tyrannus melancholicus	12,385	50,00	Regular
Leptotila verreauxi	7,339	47,62	Regular
Coereba flaveola	6,881	45,24	Regular
Colaptes melanochloros	6,193	45,24	Regular
Furnarius leucopus	7,569	45,24	Regular
Icterus jamacaii	7,110	45,24	Regular
Pachyramphus polychopterus	10,092	45,24	Regular
Ammodramus humeralis	7,339	42,86	Regular
Anopetia gounellei	7,569	38,10	Regular
Casiornis fuscus	7,798	38,10	Regular
Cathartes burrovianus	5,963	38,10	Regular
Chionomesa fimbriata	4,587	38,10	Regular
Nemosia pileata	4,587	38,10	Regular
Turdus rufiventris	5,275	38,10	Regular
Myiodynastes maculatus	6,651	35,71	Regular
Patagioenas picazuro	5,734	35,71	Regular
Volatinia jacarina	8,028	35,71	Regular

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Forpus xanthopterygius	4,358	33,33	Regular
Pseudoseisura cristata	5,505	33,33	Regular
Sporophila albogularis	5,275	33,33	Regular
Vireo chivi	8,028	33,33	Regular
Caracara plancus	3,899	30,95	Regular
Compsothraupis loricata	3,899	30,95	Regular
Molothrus bonariensis	4,128	30,95	Regular
Phaeomyias murina	3,670	30,95	Regular
Picumnus limae	3,899	30,95	Regular
Piaya cayana	3,670	28,57	Regular
Chrysolampis mosquitus	4,817	26,19	Regular
Columbina minuta	3,899	26,19	Regular
Euscarthmus meloryphus	5,046	26,19	Regular
Campephilus melanoleucos	2,752	23,81	Comum
Cyanoloxia brissonii	2,752	23,81	Comum
Geranospiza caerulescens	2,294	23,81	Comum
Guira guira	2,752	23,81	Comum
Mimus saturninus	3,440	23,81	Comum
Taraba major	2,752	23,81	Comum
Zonotrichia capensis	2,523	23,81	Comum
Crypturellus parvirostris	3,211	21,43	Comum
Thraupis sayaca	2,752	21,43	Comum
Conirostrum speciosum	1,835	16,67	Comum
Crotophaga ani	1,835	16,67	Comum
Dendroplex picus	1,835	16,67	Comum
Eupetomena macroura	1,835	16,67	Comum
Hirundinea ferruginea	1,606	16,67	Comum
Icterus pyrrhopterus	1,606	16,67	Comum
Vanellus chilensis	3,670	16,67	Comum
Campylorhamphus trochilirostris	1,606	14,29	Comum

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Hylophilus amaurocephalus	1,606	14,29	Comum
Falco femoralis	1,147	11,90	Comum
Heterospizias meridionalis	1,147	11,90	Comum
Megascops choliba	1,147	11,90	Comum
Myrmorchilus strigilatus	1,147	11,90	Comum
Nannochordeiles pusillus	1,376	11,90	Comum
Nothura maculosa	1,606	11,90	Comum
Pachyramphus validus	1,606	11,90	Comum
Sarcoramphus papa	1,376	11,90	Comum
Tapera naevia	1,147	11,90	Comum
Phyllomyias fasciatus	1,147	9,52	Pouco comum
Piculus chrysochloros	1,376	9,52	Pouco comum
Aramides cajaneus	0,688	7,14	Pouco comum
Ardea alba	0,917	7,14	Pouco comum
Arundinicola leucocephala	0,688	7,14	Pouco comum
Basileuterus culicivorus	0,917	7,14	Pouco comum
Cantorchilus longirostris	0,917	7,14	Pouco comum
Celeus ochraceus	0,917	7,14	Pouco comum
Certhiaxis cinnamomeus	0,917	7,14	Pouco comum
Elaenia flavogaster	0,688	7,14	Pouco comum
Gallinula galeata	0,688	7,14	Pouco comum
Jacana jacana	1,376	7,14	Pouco comum
Nannopterum brasilianum	1,147	7,14	Pouco comum
Nyctidromus hirundinaceus	0,917	7,14	Pouco comum
Stigmatura napensis	0,688	7,14	Pouco comum
Xiphocolaptes falcirostris	1,147	7,14	Pouco comum
Agelaioides fringillarius	0,459	4,76	Pouco comum
Ardea cocoi	0,459	4,76	Pouco comum
Bubulcus ibis	0,459	4,76	Pouco comum
Buteo nitidus	0,459	4,76	Pouco comum

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Butorides striata	0,688	4,76	Pouco comum
Chrysomus ruficapillus	0,459	4,76	Pouco comum
Columbina talpacoti	0,459	4,76	Pouco comum
Crotophaga major	0,688	4,76	Pouco comum
Dendrocygna viduata	0,688	4,76	Pouco comum
Egretta thula	0,688	4,76	Pouco comum
Elaenia chilensis	0,459	4,76	Pouco comum
Fluvicola albiventer	0,459	4,76	Pouco comum
Fluvicola nengeta	0,917	4,76	Pouco comum
Heliomaster squamosus	0,688	4,76	Pouco comum
Hemithraupis guira	0,459	4,76	Pouco comum
Himantopus mexicanus	0,917	4,76	Pouco comum
Melanerpes candidus	0,459	4,76	Pouco comum
Myiozetetes similis	0,459	4,76	Pouco comum
Sicalis luteola	0,459	4,76	Pouco comum
Sublegatus modestus	0,459	4,76	Pouco comum
Synallaxis scutata	0,459	4,76	Pouco comum
Tigrisoma lineatum	0,459	4,76	Pouco comum
Tringa solitaria	0,459	4,76	Pouco comum
Amazonetta brasiliensis	0,229	2,38	Rara
Arremon taciturnus	0,229	2,38	Rara
Athene cunicularia	0,229	2,38	Rara
Chaetura meridionalis	0,229	2,38	Rara
Columbina passerina	0,229	2,38	Rara
Furnarius figulus	0,229	2,38	Rara
Geranoaetus albicaudatus	0,229	2,38	Rara
Gnorimopsar chopi	0,229	2,38	Rara
Hydropsalis parvula	0,229	2,38	Rara
Leptotila rufaxilla	0,229	2,38	Rara
Machetornis rixosa	0,229	2,38	Rara

NOME DA ESPÉCIE	IFL	FO	CATEGORIA DE FO
Megaceryle torquata	0,229	2,38	Rara
Myiophobus fasciatus	0,229	2,38	Rara
Nyctidromus albicollis	0,229	2,38	Rara
Passer domesticus	0,229	2,38	Rara
Podilymbus podiceps	0,229	2,38	Rara
Progne tapera	0,229	2,38	Rara
Sporophila bouvreuil	0,229	2,38	Rara
sporophila nigricollis	0,229	2,38	Rara
Tachornis squamata	0,229	2,38	Rara
Tachybaptus dominicus	0,229	2,38	Rara
Tachyphonus rufus	0,229	2,38	Rara
Turdus amaurochalinus	0,229	2,38	Rara

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.2. Eficiência Amostral

Com base no esforço amostral empregado na área de estudo utilizando as Listas de Mackinnon para o presente estudo, foi realizado o registro de 157 espécies de aves, representando cerca de 91% (N=198 +/- 8) e 87% (N=180 +/- 4) das espécies estimadas por Chao 2 e Jackknife 1, respectivamente (Figura 11.2.1-48). Esse resultado é considerado satisfatório, uma vez que o estudo já permitiu observar uma riqueza de aves semelhante às riquezas observadas em outras áreas de Caatinga em bom estado de conservação (FARIAS *et al.*, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2000a; NASCIMENTO *et al.*, 2000b; ARAUJO *et al.*, 2012), bem como já superou a riqueza de espécies listadas para o EIA realizado em 2011 (N=146; ARCADIS LOGOS, 2014). A tendência à estabilização da curva é clara, no entanto, novas espécies podem ser adicionadas à lista no futuro, mediante maior esforço de campo.

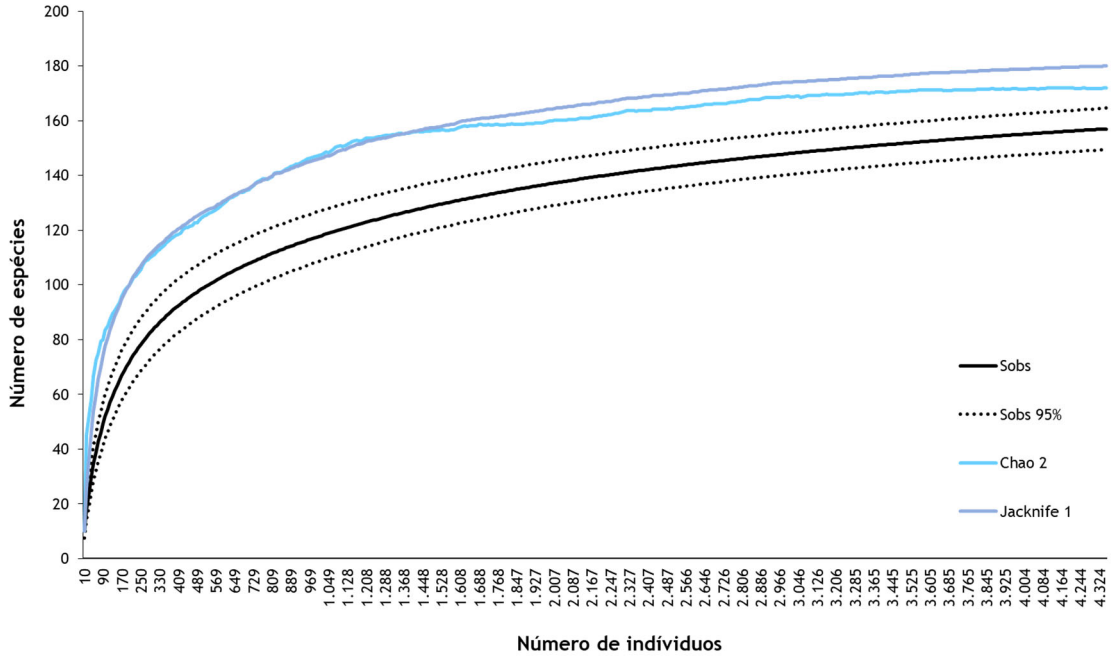


Figura 11.2.1-48: Curva de acumulação obtida para a avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria.

C.3. Espécies Ameaçadas e Protegidas por Legislação Internacional e/ou Federal e Espécies Cinegéticas e/ou de Interesse Econômico

Durante as três campanhas de campo, foram registradas três espécies de aves classificadas como ameaçadas de extinção, de acordo com a IUCN (2022). Duas dessas foram classificadas como vulneráveis, *Penelope jacucaca* (jacucaca) e *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste), e uma classificada como quase ameaçada, *Primolius maracana* (maracanã-verdadeiro; Quadro 11.2.1-10). Por sua vez, duas das espécies observadas foram classificadas como vulneráveis em nível nacional (MMA, 2022), são elas: *P. jacucaca* (jacucaca) e *X. falcirostris* (arapaçu-do-nordeste; Quadro 11.2.1-10).

Ainda, cinco espécies são classificadas como ameaçadas de extinção, segundo a recente lista de espécies ameaçadas de extinção do estado do Ceará (SEMACE, 2022), sendo que quatro dessas espécies foram listadas como vulneráveis: *P. jacucaca* (jacucaca), *Leptotila verreauxi* (juriti-de-testa-branca), *X. falcirostris* (arapaçu-do-nordeste) e *Sporophila bouvreuil* (caboclinho); e uma foi listada como em perigo (*P. maracana* - maracanã-verdadeiro; Quadro 11.2.1-10). Do total de espécies ameaçadas de extinção catalogadas, somente *P. maracana* (maracanã-verdadeiro) foi registrada no decorrer das três campanhas, enquanto *X. falcirostris* (arapaçu-do-nordeste) foi registrada na primeira e segunda campanhas. Por fim, *P. jacucaca* (jacucaca) e *L. verreauxi* (juriti-de-testa-branca) foram registradas apenas na primeira campanha e *S. bouvreuil* (caboclinho) foi observada

apenas na segunda campanha. Abaixo, seguem algumas informações relevantes sobre as espécies mencionadas neste parágrafo:

+ *Penelope jacucaca* (jacucaca): espécie da família Cracidae, que habita florestas secas semidecíduas e Caatingas de porte mais alto, com o estrato superior não inferior a 3-4 metros. Os indivíduos dessa espécie também podem ser vistos em áreas seletivamente exploradas ou degradadas, porém são mais numerosos próximos a rios temporários (del HOYO; KIRWAN, 2020a). Originalmente ocorria nas Caatingas arbóreas do Maranhão a Minas Gerais (SICK, 1997). Atualmente, a espécie está extinta em boa parte da sua distribuição original, sendo encontrada geralmente em unidades de conservação nos estados do Piauí, Ceará, Pernambuco e Bahia (MACHADO *et al.*, 2008). Ainda, essa ave é altamente sensível a alterações ambientais e pressões antrópicas (REDIES, 2013), tendo como principais ameaças o desmatamento e a pressão de caça (SILVEIRA, 2008), comuns na região Nordeste do Brasil (BEZERRA *et al.*, 2011; ALVES *et al.*, 2012; FERNANDES-FERREIRA, *et al.*, 2012).
+ *Primolius maracana* (maracanã-verdadeiro): espécie de psitacídeo que ocorre desde a região nordeste da Argentina e leste do Paraguai até o estado do Maranhão (SICK, 1997; NUNES, 2003). Indivíduos dessa espécie são vistos habitando florestas sempre-verdes e caducifólias, tanto na Mata Atlântica como nas savanas do Cerrado e florestas de galeria, especialmente na região da Caatinga (SICK 1997; PARR; JUNIPER, 2010). De acordo com a IUCN (2022), a espécie tem como principais ameaças a expansão da agricultura e o comércio ilegal para criação de indivíduos como animais de estimação (xerimbabos).
+ *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste) espécie que habita essencialmente as matas deciduais do Nordeste do Brasil, com ocorrência também em áreas de Caatinga arbórea e até mesmo em matas de beira de rios (STRAUBE; PIACENTINI, 2008). Essa espécie é incomum ou rara em muitos locais onde originalmente se distribuía (MARANTZ *et al.*, 2020). Além disso, é apontada como principal ameaça a essa espécie a perda de habitat decorrente de ações antropogênicas (SILVEIRA; STRAUBE, 2008).
+ *Leptotila rufaxilla* (juriti-de-testa-branca): espécie de juriti amplamente distribuída no Brasil, sendo facilmente observada em ambientes florestais com sub-bosque fechado (SICK, 1997). No entanto, o histórico de caça em todo o Brasil, especialmente na região Nordeste, pode ter contribuído para o atual estado de conservação da espécie no estado do Ceará.
+ *Sporophila bouvreiul* (caboclinho): espécie de traupídeo com ocorrência desde o estuário do rio Amazonas (Amapá e Pará), passando pelo Maranhão, ao Rio Grande

do Sul (SICK, 1997). Assim como a espécie anterior, o histórico de captura pode ter levado a espécie a ser categorizada como ameaçada no estado do Ceará, visto que espécies do gênero Sporophila são bastante procuradas por criadores de aves canoras (SICK, 1997) e são facilmente encontradas em feiras livres e em gaiolas nas residências rurais (PEREIRA; BRITO, 2005; ARAUJO; RODRIGUES, 2011; ALVES *et al.*, 2012; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Adicionalmente, destacamos aqui os Apêndices I e II da Convenção Internacional sobre Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagem (CITES, 2023), que listam todas as espécies ameaçadas de extinção e de interesse do comércio intenacional (Apêndice I) bem como as espécies que podem chegar ao *status* de ameaçadas de extinção em função da livre comercialização, como os raptores (gaviões, falcões ou corujas), os beija-flores e os psitacídeos (Apêndice II; Quadro 11.2.1-10). Do total de espécies registradas na AI do empreendimento, uma espécie foi listada no Apêndice I, *Primolius maracana* (maracanã-verdadeiro), e 15 espécies foram listadas no Apêndice II (2022). Dentre estas, os psitacídeos são dignos de menção, como *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga) e *Forpus xanthopterygius* (tuim), pois compreendem espécies comumente encontradas em gaiolas na região Nordeste além de serem de interesse do comércio ilegal (PEREIRA; BRITO, 2005; ALVES *et al.*, 2010; ARAUJO; RODRIGUES, 2011; ALVES *et al.*, 2012; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Ainda com relação ao tráfico de animais em nível nacional, algumas outras espécies, entre elas alguns passeriformes, merecem destaque relacionado à sua conservação, como *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã), *Icterus pyrrhopterus* (inhapim), *Icterus jamacaii* (corrupião) e *Tangara sayaca* (sanhaçu-cinzento), além de outras espécies de traupídeos (Quadro 11.2.1-10).

Quadro 11.2.1-10: Espécies de aves registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria categorizadas como ameaçadas de extinção segundo a IUCN (2022), o MMA (2022), estadual (SEMACE, 2022) e CITES (2023)

TÁXON	NOME COMUM	MMA	IUCN	CE	CITES
Galliformes					
Cracidae					
Penelope jacucaca	jacucaca	VU	VU	VU	
Columbiformes					
Columbidae					
Leptotila rufaxilla	juriti-de-testa-branca	-	LC	VU	
Strigiformes					

TÁXON	NOME COMUM	MMA	IUCN	CE	CITES
Strigidae					
Megascops choliba	corujinha-do-mato	-	LC	-	II
Glaucidium brasilianum	caburé	-	LC	-	II
Athene cunicularia	coruja-boraqueira	-	LC	-	II
Aegolius harrisii	caburé-acanelada	-	LC	LC	II
Apodiformes					
Trochillidae					
Anopetia gounellei	rabo-branco-de-cauda-larga	-	LC	-	II
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura	-	LC	-	II
Chrysolampis mosquitus	beija-flor-vermelho	-	LC	-	II
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho	-	LC	-	II
Chiomesa fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	-	LC	-	II
Heliomaster squamosus	bico-reto-de-banda-branca	-	LC	-	II
Falconiformes					
Falconidae					
Caracara plancus	carcará	-	LC	-	II
Herpetotheres cachinnans	acauã	-	LC	-	II
Falco femoralis	falcão-de-coleira	-	LC	-	II
Psittaciformes					
Psittacidae					
Primolius maracana	maracanã	-	NT	EN	I
Eupsittula cactorum	periquito-da-caatinga	-	LC	-	II
Forpus xanthopterygius	tuim	-	LC	-	II
Passeriformes					
Dendrocolaptidae					
Xiphocolaptes falcirostris	arapaçu-do-nordeste	VU	VU	VU	-
Thraupidae					
Sporophila bouvreuil	caboclinho	-	LC	VU	-

Legenda: Status de ameaça: IUCN (2022): LC=preocupação menor; EN=em perigo; VU=vulnerável; NT - quase ameaçada. MMA (2022) CR= criticamente em perigo, EN= em perigo e VU= vulnerável. SEMACE (2022): EN=em perigo; VU=vulnerável. CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (2023); I – Apêndice I; II – Apêndice II da lista CITES. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Essas espécies foram categorizadas como xerimbabos (criados como animais de estimação), e já foram visualizadas em gaiolas ou viveiros nas residências rurais e nas cidades no entorno da área amostrada, bem como em cidades vizinhas (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012) e outras regiões no interior do Nordeste (ALVES *et al.*, 2010; ARAUJO; RODRIGUES, 2011; ALVES *et al.*, 2012).

No que diz respeito à importância econômica e cinegética, as aves constituem um dos grupos de vertebrados de maior relevância em todo o mundo e, no Nordeste brasileiro, apresentam um importante valor econômico e cultural (PEREIRA; BRITO, 2005; ALVES *et al.*, 2010; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012). Neste sentido, as espécies pertencentes às famílias Tinamidae (macucos, inhambus, perdizes e codornas), Anatidae (patos e marrecos), Cracidae (jacus e mutuns) e Columbidae (rolinhas, pombas, juritis e avoante) merecem destaque por apresentarem maior potencial cinegético e, possivelmente, serem alvo frequente de caça na região. Esse fato justifica-se por terem sido encontradas evidências da presença de caçadores, como armadilhas do tipo espera, na AI do empreendimento, o que é reforçado pela caça ser uma atividade bastante comum no interior do Nordeste (PEREIRA; BRITO, 2005; ALVES *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011), especificamente do Ceará (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Nesse contexto, novamente o registro de *Penelope jacucaca* (jacucaca) merece destaque. Essa espécie é endêmica e ameaçada de extinção tanto em nível nacional como internacional, além de ser historicamente caçada na Caatinga devido ao seu valor alimentício (OLMOS *et al.*, 2005; BEZERRA *et al.*, 2011; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012). Também a ocorrência de *Primolius maracana* (maracanã-verdadeiro) deve ser ressaltada, devido ao grau de ameaça em nível global, além de a espécie apresentar longo histórico de capturas e poucos registros no estado do Ceará (NUNES, 2003; OLMOS *et al.*, 2005; WIKIAVES, 2023). Além dessas, outras espécies comuns à Caatinga, que geralmente são abundantes na natureza e pouco caçadas, merecem destaque, como espécies pertencentes à ordem Columbiformes (rolinhas, pombas e avoante). Esse grupo é conhecido ao redor do mundo, em especial na região Nordeste do Brasil, devido à importância dos seus usos tradicionais para as culturas locais (OLMOS *et al.*, 2005). Além dessas, foram registradas *Gallinula galeata* (galinha-d'água) e *Cariama cristata* (seriema), espécies apontadas como de interesse alimentício em toda a região Nordeste (OLMOS *et al.*, 2005; BEZERRA *et al.*, 2011; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Nessa perspectiva, a literatura indica que o monitoramento dessas espécies tem se mostrado um importante indicador da interferência antrópica, uma vez que as aves cinegéticas foram aquelas intensamente caçadas ou capturadas pelos humanos. Essas ações

de caça/captura podem ocasionar graves danos às populações de aves, uma vez que estão entre os principais fatores responsáveis pelas reduções populacionais observadas em muitas espécies (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Além dessas espécies, aves canoras são muito apreciadas na região Nordeste do Brasil com grande importância econômica devido ao seu comércio ilegal (OLMOS *et al.*, 2005). Essas espécies são conhecidas como xerimbabos (animais de estimação) e geralmente são pássaros canoros, dotados de vocalizações melodiosas e/ou de grande habilidade de imitação. As aves que melhor se enquadram nessa categoria são espécies das famílias Psittacidae, Thraupidae e Icteridae (Quadro 11.2.1-8). Contudo, somente os psitacídeos são listados pela CITES (2023). No presente estudo, 22 espécies de aves tradicionalmente criadas como xerimbabos foram registradas na AI do empreendimento, com destaque para *Paroaria dominicana* (cardeal-do-nordeste), *Icterus jacamacaii* (corrupião) e espécies do gênero *Sporophila*, especialmente *Sporophila bouvreuil* (caboclinho), espécie ameaçada de extinção em nível estadual. Essas aves são comumente vistas em gaiolas pelo interior do Nordeste do Brasil, como dito anteriormente, além de estarem entre as espécies mais comercializadas em feiras livres em diversas cidades dessa região (PEREIRA; BRITO, 2005; ALVES *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012).

Além do registro dessas espécies, Pereira e Brito (2005) encontraram diversas outras aves sendo comercializadas em feiras livres na região metropolitana do Recife, entre elas: *Butorides striata* (socozinho), *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó) e *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeiras), espécies que tradicionalmente não aparecem como cinegéticas ou xerimbabos, mas podem ser capturadas para atender ao mercado ilegal de animais silvestres na região, sendo todas registradas na AI do Projeto Santa Quitéria.

C.4. Espécies Bioindicadoras, Endêmicas, Raras e Não Descritas

Frequentemente as aves têm sido utilizadas como bioindicadoras da qualidade ambiental por possuírem taxonomia e sistemática bem conhecidas (FURNESS; GREENWOOD, 1993; BIERREGAARD; STOUFFER, 1997), bem como por muitas espécies ocuparem altos níveis na cadeia alimentar (BIERREGAARD, 1990) e por serem sensíveis à perda e fragmentação de hábitat (TERBORGH, 1977; TURNER, 1996). Nesse contexto, Olmos *et. al.* (2004) consideram como bioindicadoras espécies de aves pertencentes a duas grandes categorias. A primeira engloba as espécies que sofrem ação direta do homem através de atividades de caça, tanto para subsistência como esportiva, e aquelas que são capturadas para o comércio ilegal. A segunda categoria é formada pelas espécies que podem indicar uma ruptura nos processos ecológicos ou alguma perturbação na estrutura do ambiente.

Além disso, é possível verificar a qualidade do ambiente com base no uso do habitat pelas espécies, como mencionado anteriormente. Assim, ao analisar a listagem total de espécies a partir dos dados primários, verificou-se que cerca de 18% (N=29) das espécies foram dependentes de florestas, enquanto aproximadamente 34% (N=54) foram semidependentes. Ainda, foram registradas cinco espécies (3,11%) com alta sensitividade a distúrbios ambientais e 51 espécies (31,68%) com média sensitividade. A ocorrência dessas espécies nas áreas de influência do empreendimento possivelmente ocorreu devido à presença de uma savana estépica florestada ou arborizada, principalmente no sopé da serra do Céu e/ou às margens de um riacho temporário (Ponto amostral 10). Tais características sugerem que a região estudada ainda apresenta um bom estado de conservação, mesmo com a presença de residências rurais e a criação de animais domésticos.

Não obstante, é necessário acompanhar e monitorar as espécies enquadradas na primeira categoria indicada por Olmos *et. al.* (2004). Esse monitoramento diz respeito tanto às espécies independentes de florestas, representadas aqui por *Columbina picui* (rolinha-picui), *Zenaida auriculata* (avoante) e *Paroaria dominicana* (cardeal-do-nordeste), como às que apresentam alguma dependência, como *Leptotila verreauxi* (juriti-pupu), *Eupsitulla cactorum* (periquito-da-caatinga), a *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã) e *Cyanoloxia brissonii* (azulão), visto que são espécies caçadas na Caatinga tanto para fins de subsistência como para fins recreativos (xerimbabos; BEZERRA *et. al.*, 2011; ALVES *et. al.*, 2012; FERNANDES-FERREIRA *et. al.*, 2012). Essas espécies possibilitaram o entendimento sobre os diversos usos do habitat na região estudada, uma vez que as espécies independentes tenderam a ser mais abundantes em habitats alterados enquanto as que apresentam alguma dependência tenderam a ser mais raras (ARAUJO, 2009).

Adicionalmente, é preciso também acompanhar as espécies frugívoras de grande e médio portes que são apontadas como indicadoras de qualidade ambiental, de acordo com o sugerido por Pizo (2001). Tais espécies foram consideradas importantes frugívoras e se enquadram tanto no primeiro como no segundo grupo de espécies biodicadoras apontadas por Olmos *et. al.* (2004), aqui representadas por *Penelope jacucaca* (jacucaca) e *Primollius maracana* (maracanã-verdadeira). Além disso, *P. maracana* (maracanã-verdadeira) possui uma das poucas populações registradas para o estado do Ceará (NUNES, 2003; OLMOS *et. al.*, 2005; WIKIAVES, 2023).

C.5. Espécies Cinérgicas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

No decorrer das atividades de campo, foram registradas 13 espécies de aves que possuem distribuição restrita ao Nordeste brasileiro, especificamente à Caatinga, ou que têm sua origem dentro da Caatinga (ARAUJO; SILVA, 2017; Quadro 11.2.1-11). Destas, podem ser destacadas as espécies: *P. jacucaca* (jacucaca), ameaçada de extinção e historicamente caçada na região; *Nyctidromus hirundinaceus* (bacurauzinho-da-caatinga), espécie de bacurau que habita as matas secas e Caatingas arbóreas com enclaves rochosos (SIGRIST, 2013); *Picumnus limae* (picapauzinho-da-caatinga), espécie de pica-pau localmente comum em áreas de Caatinga no Ceará até 1000 metros de altitude (SIGRIST, 2013); e *Anopetia gounelei* (rabo-branco-de-cauda-larga), espécie de beija-flor que habita áreas mais úmidas com arbustos ou árvores e vegetação rasteira densa, além de ser observada em áreas abertas e semiabertas ou até mesmo em ambientes perturbados (HINKELMANN *et. al*,. 2020).

Quadro 11.2.1-11: Espécies de aves endêmicas registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria

TÁXON	NOME COMUM	CAMPANHA	Nº DE IND.
Penelope jacucaca	jacucaca	1ª	1
Nyctidromus hirundinaceus	bacurauzinho-da-caatinga	1ª	4
Anopetia gounellei	rabo-branco-de-cauda-larga	1ª; 2ª; 3ª	33
Picumnus limae	picapauzinho-da-caatinga	1ª; 2ª; 3ª	17
Eupsittula cactorum	periquito-da-caatinga	1ª; 2ª; 3ª	140
Thamnophilus capistratus	choca-barrada-do-nordeste	1ª; 2ª; 3ª	36
Xiphocolaptes falcirostris	arapaçu-do-nordeste	1ª; 2ª	5
Pseudoseisura cristata	casaca-de-couro	1ª; 2ª; 3ª	24
Icterus jamacaii	corrupião	1ª; 2ª; 3ª	31
Agelaioides fringillarius	asa-de-telha-pálido	1ª; 2ª	2
Paroaria dominicana	cardeal-do-nordeste	1ª; 2ª; 3ª	58
Compsothraupis loricata	tiê-caburé	1ª; 2ª; 3ª	17
Sporophila albogularis	golinho	1ª; 2ª; 3ª	23

Legenda: Campanha: Indica qual a campanha de amostragem a espécie foi registrada (1ª - Primeira campanha; 2ª - Segunda campanha; 3ª - Terceira campanha). Nº de ind.: Número de indivíduos registrados durante as três campanhas de levantamento da avifauna. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Por sua vez, foram registradas duas espécies de aves domésticas na AI do empreendimento ou áreas vizinhas. Essas espécies, contudo, não foram contabilizadas na listagem geral. São elas: *Gallus gallus* (galinha-doméstica) e *Numida meleagris* (galinha-de-

angola). Essas aves são criadas em todo o Brasil com a finalidade alimentícia, juntamente com outros animais domésticos.

Por fim, foi observada uma espécie de ave exótica (*Passer domesticus* - pardal) na AI do Consórcio Santa Quitéria, especificamente no ponto amostral 01 durante a segunda campanha. Essa espécie é considerada exótica ao Brasil (SICK, 1997) e, neste estudo, foi facilmente observada em locais próximos às áreas de influência do empreendimento, como no distrito de Lagoa do Mato, município de Itatira/CE, bem como próximos às residências localizadas em áreas rurais vizinhas à AI.

C.6. Espécies Migratórias

A migração pode ser definida como um comportamento de movimentação executado por uma população, ou parte de uma população, entre pelo menos um local ao qual exibe fidelidade (local de reprodução) e outro local (ou locais) não reprodutivo, de forma cíclica e sazonal (SOMENZARI *et al.*, 2018). No presente estudo, foram registradas três espécies de aves consideradas migrantes (aproximadamente 1,9% das espécies registradas), das quais duas foram observadas durante a segunda e terceira campanhas (*Tringa solitaria* - maçarico-solitário e *Elaenia chilensis* - guaracava-de-crista-branca), e uma somente no decorrer da segunda campanha (*Chaetura meridionalis* - andorinhão-do-temporal). As espécies *Tringa solitaria* (maçarico-solitário) e *Chaetura meridionalis* (andorinhão-do-temporal) são migrantes do Hemisfério Norte, enquanto *Elaenia chilensis* (guaracava-de-crista-branca) é oriunda do Hemisfério Sul. Esse achado pode ser um reflexo de a segunda campanha de levantamento de dados ter sido realizada ao fim da época de estiagem, o que evidenciou a chegada precoce (antes do início das chuvas) das espécies migrantes na Caatinga e sua permanência no local durante a estação chuvosa subsequente na região (representada aqui pela terceira campanha).

Ainda, foram registradas 17 espécies que são apontadas como migrantes parciais, ou seja, são espécies cujas populações são em parte migrantes e em parte residentes (SOMENZARI *et al.*, 2018; Quadro 11.2.1-8). São elas: *Hydropsalis parvula* (bacurau-chintã), *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto), *Pachyramphus validus* (caneleiro-de-chapéu-preto), *Elaenia spectabilis* (guaracava-grande), *Myiopagis viridicata* (guaracava-de-crista-alaranjada), *Casiornis fuscus* (caneleiro-enxofre), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado), *Tyrannus melancholicus* (suiriri), *Empidonomus varius* (peitica), *Myiophobus fasciatus* (filipe), *Sublegatus modestus* (guaracava-modesta), *Fluvicola albiventer* (lavadeira-de-cara-branca), *Vireo chivi* (juruviara), *Progne tapera* (andorinha-do-campo), *Turdus amaurochalinus* (sabiá-poca) e *Sporophila bouvreuil* (caboclinho).

Do total de espécies migrantes ou migrantes parciais observadas na AI do empreendimento, duas espécies foram registradas durante a primeira campanha, três durante a segunda campanha, seis espécies no decorrer da segunda e terceira campanhas e seis espécies ao longo das três campanhas.

Além das migrações conspícuas e em escala continental efetivadas por certas espécies, existem muitos outros deslocamentos sazonais, denominados migrações regionais, envolvendo populações de aves neotropicais e que são pouco documentados e mal compreendidos (SILVA *et al.*, 2003; OLMOS *et al.*, 2005). A falta de conhecimento sobre as migrações intertropicais e outros deslocamentos de menor escala faz com que seja difícil alocar espécies em grupos migratórios de amplo deslocamento ou que fazem pequenos deslocamentos sazonais (OLMOS *et. al.*, 2005). De qualquer forma, foram registradas algumas espécies que fazem esses deslocamentos entre diferentes regiões neotropicais e aparecem na região durante o período chuvoso (*e.g.*, *Zenaida auriculata* - avoante, *Volatinia jacarina* – tiziu e *Sporophila albogularis* – golinho). Segundo Olmos *et al.* (2005), as comunidades de aves da Caatinga exibem alta heterogeneidade no tempo e no espaço, chegando a apresentar uma baixa similaridade entre elas quando comparadas amostragens obtidas em intervalos de poucos meses, uma vez que diversas espécies de aves somente são observadas ou são mais abundantes na Caatinga durante a estação chuvosa (ARAUJO, 2009; RUIZ-ESPARZA *et al.*, 2011; PEREIRA; AZEVEDO-JÚNIOR, 2013).

No caso de *Elaenia chilensis* (guaracava-de-crista-branca), Marini e Cavalcanti (1990) estabeleceram uma clara rota de migração Sudoeste-Nordeste pela costa do Brasil até a região Nordeste, seguindo para a Amazônia e retornando em uma migração para o sul pelo Brasil Central para a calha do Paraguai. O período de registro dessa espécie na região corrobora com os estudos de Araujo (2009), que registrou indivíduos da espécie entre fevereiro e junho em uma área de Caatinga na Paraíba. Adicionalmente, é apontada a ocorrência de *E. chilensis* (guaracava-de-crista-branca) entre fevereiro e julho em diversas outras áreas na Caatinga (RUIZ-ESPARZA *et al.*, 2011; ARAUJO *et al.*, 2012; SOMENZARI *et al.*, 2018), assim como no presente estudo.

Diante do exposto, verifica-se que, apesar de as duas primeiras campanhas de campo terem ocorrido durante a estação seca, a ocorrência de espécies de aves migratórias, principalmente durante a segunda campanha, sugere que algumas espécies migratórias podem aparecer na região antes do início das chuvas, como apontado para diversos tiranídeos na região central do Brasil (NEGRET, 1988). No entanto, diversas espécies migrantes aqui registradas são consideradas migrantes parciais, espécies cujas populações

são em parte migrantes e em parte residentes, o que explica a ocorrência de indivíduos dessas espécies mesmo na época de seca (OLMOS *et al.*, 2005; SOMENZARI *et al.*, 2018).

C.7. Uso de Habitat, Sensitividade e Categoria Trófica

Entre as espécies de aves registradas ao longo das campanhas de levantamento na AI do Projeto Santa Quitéria, há 78 (48,45%) espécies de aves classificadas como independentes de floresta, ou seja, espécies associadas apenas a vegetações abertas, e outras 54 (33,54%) espécies semidependentes, ou seja, espécies que ocorrem nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetais abertas e semiabertas. Por fim, 29 (18,01%) espécies são dependentes de florestas, uma vez que somente ocorre em ambientes florestais, tais como florestas semiperenes, florestas estacionais, caatingas arbóreas e cerradões (SILVA *et al.*, 2003; Figura 11.2.1-49). No geral, foi observado que as proporções de aves independentes, semidependentes e dependentes de ambientes florestais em cada uma das campanhas realizadas se mantém, indicando uma predominância de espécies independentes de ambientes florestais na região. Ainda, algumas das espécies, como *Coragyps atratus* (urubu), *Pitangus sulphuratus* (bem-ti-vi), *Tyrannus melancholicus* (suiriri), *Progne tapera* (andorinha-do-campo), *Turdus rufiventris* (sábiá-laranjeira) e *Coereba flaveola* (cambacica), são indicadoras de habitats perturbados, tais como florestas secundárias, segundo Stotz *et al.*, (1996), conforme encontrado em alguns pontos amostrais na AI, onde essas espécies foram observadas.

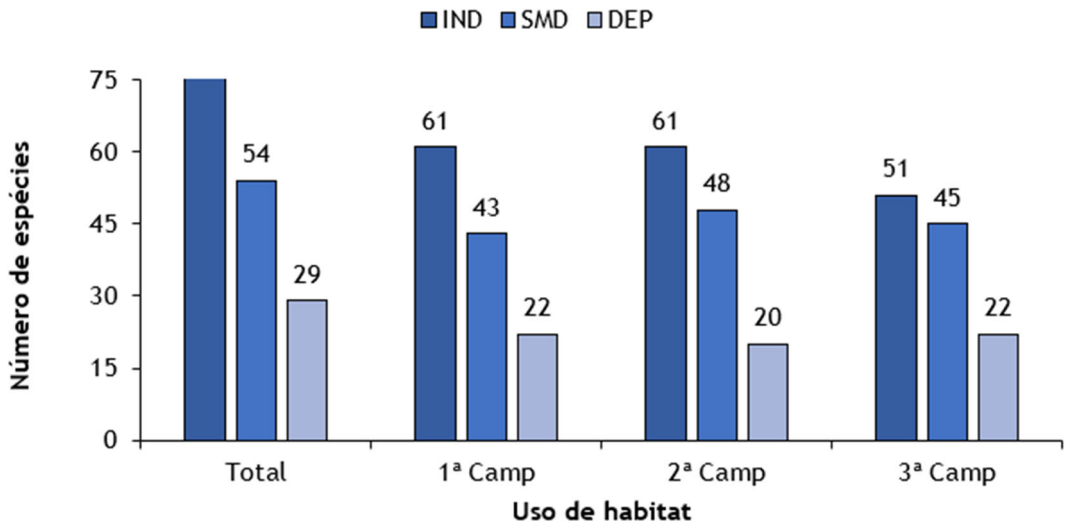


Figura 11.2.1-49: Riqueza relativa das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, de acordo com o uso de habitat (PARKER III *et al.*, 1996).

IND – Independente de ambientes florestados; SMD – Semidependente de ambientes florestados.

De toda forma, há uma predominância de espécies independentes de florestas na Caatinga. Silva *et. al.* (2003) apontam que, do total de espécies de aves da Caatinga (N=548), 185 espécies, aproximadamente 40%, são de espécies de aves associadas apenas a vegetações abertas, proporção semelhante à encontrada no presente levantamento. Além disso, em estudos realizados em outras áreas de Caatinga também foi observada a predominância de espécies independentes de florestas (ARAUJO *et al.*, 2012; SILVEIRA; MACHADO, 2012). Apesar disso, deve-se destacar a importância da manutenção dos fragmentos com vegetação de Caatinga arbórea/arbustiva e florestais na área estudada, visto que as espécies dependentes dessas formações são as que mais sofrem com a fragmentação da vegetação natural, seja na Caatinga ou em outros tipos vegetacionais (MARINI; GARCIA, 2005).

Apesar da predominância de espécies típicas de ambientes abertos, foram registradas cinco espécies (3,11%) com alta sensibilidade a distúrbios ambientais e 51 espécies (31,68%) com média sensibilidade (Figura 11.2.1-50), evidenciando a importância dos fragmentos florestais, principalmente nos pontos amostrais próximos à Serra do Céu e nas margens dos riachos e rios, para a manutenção dessas espécies. Ainda, o registro de espécies dependentes e semidependentes de ambientes florestados e com média ou alta sensitividade a distúrbios ambientais na AI do empreendimento, como *P. jacucaca* (jacucaca) e *X. falcirostris* (arapaçu-do-nordeste) que, além de serem espécies ameaçadas de extinção, também apresentam populações reduzidas no Ceará, como *P. maracana* (maracanã-verdadeira), o que revela a importância dessas formações na manutenção da avifauna local.

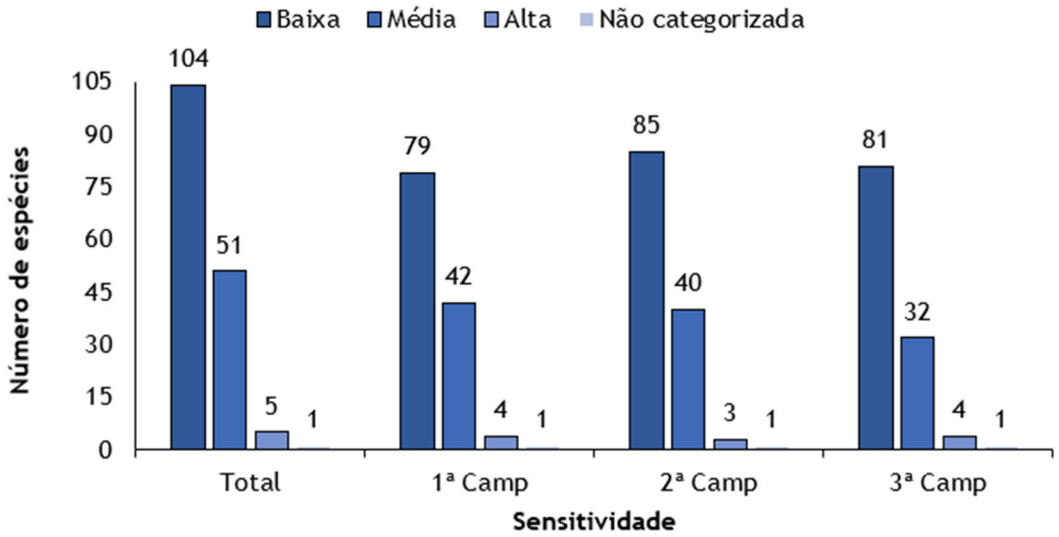


Figura 11.2.1-50: Riqueza relativa das espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria, de acordo com sensitividade a distúrbios ambientais (SILVA et al., 2003).

Baixa - Baixa sensitividade a distúrbios ambientais; Média - Média sensitividade a distúrbios ambientais; Alta - Alta sensitividade a distúrbios ambientais.

Por fim, foram catalogadas 104 (64,60%) espécies de aves com baixa sensibilidade a distúrbios ambientais, indicando que na área de influência do empreendimento há uma predominância de espécies de aves com baixa sensibilidade e independente de habitats florestais, como apontado para a região da Caatinga como um todo (ARAUJO; SILVA, 2017).

Com relação à categoria trófica, verificou-se que, do total de espécies registradas, cerca de 70% (N=83) das espécies são classificadas como insetívoras, ou seja, consomem predominantemente artrópodes. Em seguida, encontrou-se que aproximadamente 22% (N=26) são de espécies classificadas como onívoras, isto é, são espécies que compõem sua dieta com alimentos de origem vegetal e animal, e aproximadamente 17% (N=20) são de espécies de aves granívoras, ou seja, espécies que consomem primariamente sementes e outras partes da planta, exceto frutos e néctar (Figura 11.2.1-51). No geral, essas categorias foram as mais diversas na análise das categorias tróficas predominantes em cada campanha de campo individualmente (Figura 11.2.1-51). Tendo em vista que as aves insetívoras sabidamente migram na Caatinga durante a estação chuvosa acompanhando o aumento da disponibilidade de insetos, o registro significativo de aves insetívoras é esperado na estação chuvosa, indicando que a sazonalidade foi dequadamente cumprida na amostragem.

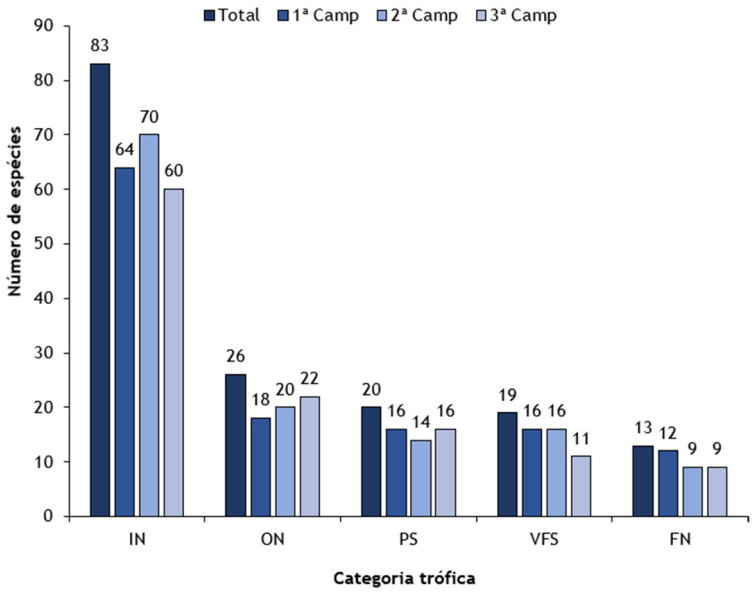


Figura 11.2.1-51: 20 Riqueza de espécies de aves registradas durante o levantamento da avifauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria de acordo com o hábito alimentar, segundo Silva *et al*. (2003) e Wilman *et al*. (2014).

IN – Insetívoros (espécies de aves que apresentam mais de 75% da sua dieta composta por invertebrados, principalmente artrópodes); ON – Onívoros (espécies de aves que apresentam diversos itens alimentares em sua dieta, sem predominância de um item); PS – Granívoros (espécies de aves que apresentam grãos, sementes e outros itens vegetais em sua dieta, exceto frutos e néctar); VFS – Carnívoros e Detritívoros (espécies de aves que apresentam a predominância de outros vertebrados em sua dieta); FN – Frugívoro-nectarívoro (Espécies de aves que apresentam fruto e néctar como os principais itens alimentares).

De fato, é sabido que há uma predominância de espécies insetívoras e onívoras em comunidades de aves em florestas tropicais (MOTTA-JUNIOR, 1990; POULIN *et al.*, 1994). Ainda, a predominância dessas categorias tróficas também foi relatada em outros estudos realizados em áreas de Caatinga (LAS-CASAS *et al.*, 2012; ARAUJO *et al.*, 2012; SILVEIRA; MACHADO, 2012), indicando que os resultados aqui apresentados condizem com o esperado para áreas de Caatinga.

C.8. Comparação entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

Do total de espécies catalogadas a partir das Listas de Mackinnon (N=157), 151 (96,18%) espécies de aves foram registradas na AID do empreendimento, sendo que, destas, 46 espécies foram catalogadas exclusivamente na AID. Por sua vez, 97 (61,78%) foram observadas na ADA e 76 (48,41%) na área-controle, sendo duas espécies exclusivas à ADA e quatro espécies exclusivas à área-controle (Quadro 11.2.1-12). De todo modo, verifica-se uma maior riqueza estimada na AID, enquanto na área controle e na ADA a riqueza estimada é semelhante (Figura 11.2.1-52), isso de forma absoluta.

Porém, como os esforços empregados nas três áreas são distintos, verifica-se a riqueza observada considerando-se a partir da área com menor esforço empregado (Controle); têm-se uma sobreposição entre as riquezas observadas quando se analisam as curvas de rarefeção com seus respectivos intervalos de confiança (Figura 11.2.1-52). Ainda, é possivel verificar que as curvas de rarefação para a Área controle (Controle) e diretamente afetada (ADA) estão ascendentes, indicando que mais espécies podem ser acrescentadas com novos esforços, porém, mesmo com essa ascendência, a riqueza de aves observada na Área de Influência Direta (AID) tende a ser maior do que nas outras duas áreas (Figura 11.2.1-52).

De todo modo, vale salientar que diversas variáveis podem influênciar na capacidade de detecção dos indivíduos pertencentes à aviafauna, como a densidade das espécies, com aquelas consideradas raras apresentando baixa densidade, sendo, portanto, mais difíceis de serem detectadas (GOERCK, 1997), e a distribuição espacial dos recursos alimentares, os quais podem estar distribuídos em manchas dentro do hábitat, impondo deslocamentos e migrações (SOMENZARI *et al.*, 2018), além de outros aspectos que influenciam na distirbuição das espécies no tempo e no espaço, como período reprodutivo e ciclo de muda (SWADDLE; WITTER, 1997; HEMBORG, 1999).

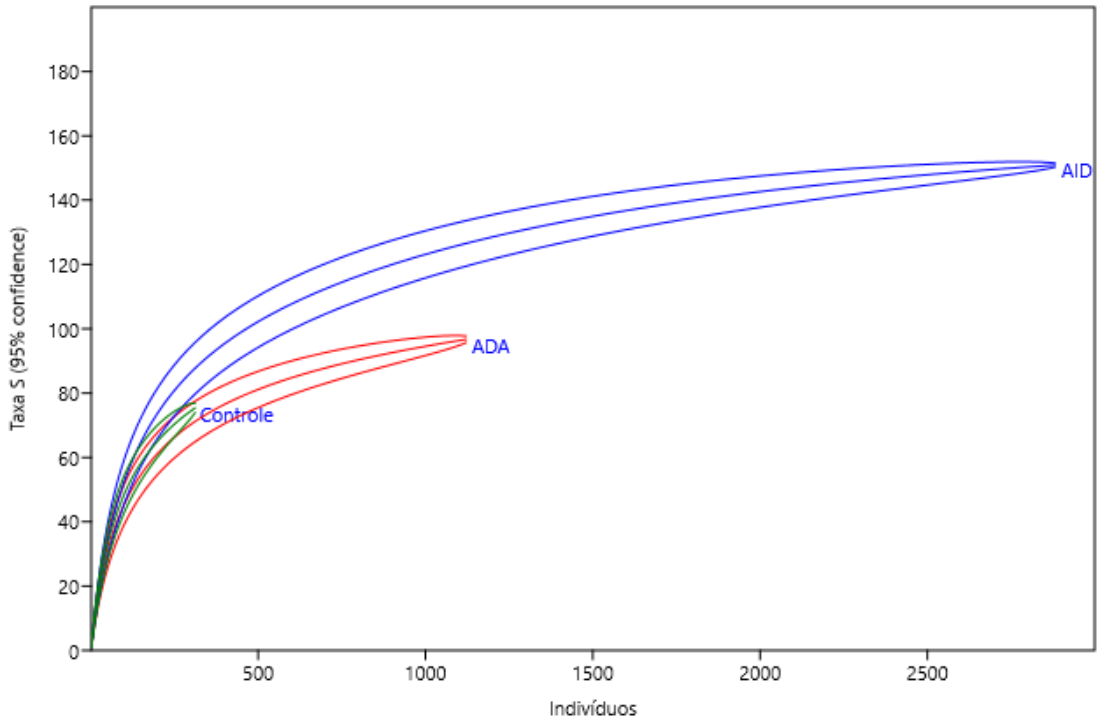


Figura 11.2.1-52: Riqueza de espécies de aves estimada para cada área de influência e controle registradas durante o levantamento da avifauna do Projeto Santa Quitéria.

Com base no índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') estimado para as áreas de influência do empreendimento, observa-se que o valor calculado para a ADA (H'=3,978) e controle (H'=3,992) é inferior ao valor calculado para AID (H'=4,313;Quadro 11.2.1-12; Figura 11.2.1-53). Isso já era esperado, uma vez que a riqueza na ADA e na área controle correspondem a cerca de 61% e 48%, respectivamente, enquanto a riqueza encontrada na AID corresponde a cerca de 96% da riqueza total. Acredita-se que esses resultados reflitam as diferenças de esforço amostral aplicado nas respectivas AI e controle. Assim, para possibilitar a comparação entre as áreas, foi feita uma padronização do esforço, considerando a riqueza obtida em relação ao níumero de registros/indivíduos.

Adicionalmente, as fitofisionomias encontradas na região estudada apresentam uma predominância de savana estépica arborizada com presença de vegetação arbustiva densa e arbustiva-aberta, o que sugeria, inicialmente, uma diversidade semelhante entre as áreas. No entanto, adverte-se que na AID encontra-se uma savana estépica florestada, principalmente próximo ao leito de riachos temporários bem como no sopé da Serra do Céu, o que pode proporcionar uma maior heterogeneidade de habitats nessa área de influência, assim refletindo uma maior riqueza de aves.

Com relação ao índice de equitabilidade (J'), verificou-se que na área controle o índice é um pouco superior (J'= 0,922) ao índice calculado para as áreas diretamente afetadas (ADA; J'= 0,870) e de influência direta (AID; J'= 0,860). Porém, nas três áreas pode-se observar uma distribuição mais uniforme dentro da comunidade de aves inventariada (Quadro 11.2.1-12), visto que valores mais altos e próximo a 1 indicam comunidades com distribuição de abundâncias entre as espécies mais uniformes (MARTINS; SANTOS, 1999).

Quadro 11.2.1-12: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da avifauna realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	*H'*	95% LOWER	95% UPPER	J'
ADA	1.138	97	3,978	4,029	3,926	0,870
AID	2.896	151	4,313	4,347	4,278	0,860
Controle	320	76	3,992	4,047	3,915	0,922
Total	**2.774**	**157**	**-**	**-**	**-**	**-**

Legenda: ADA – Área diretamente afetada; AID – Área de influência direta; Controle – Área controle; H´- Indice de diversidade de Shannon. Int.Conf. 95% - Indice de J – Equitabilidade de Pielou. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

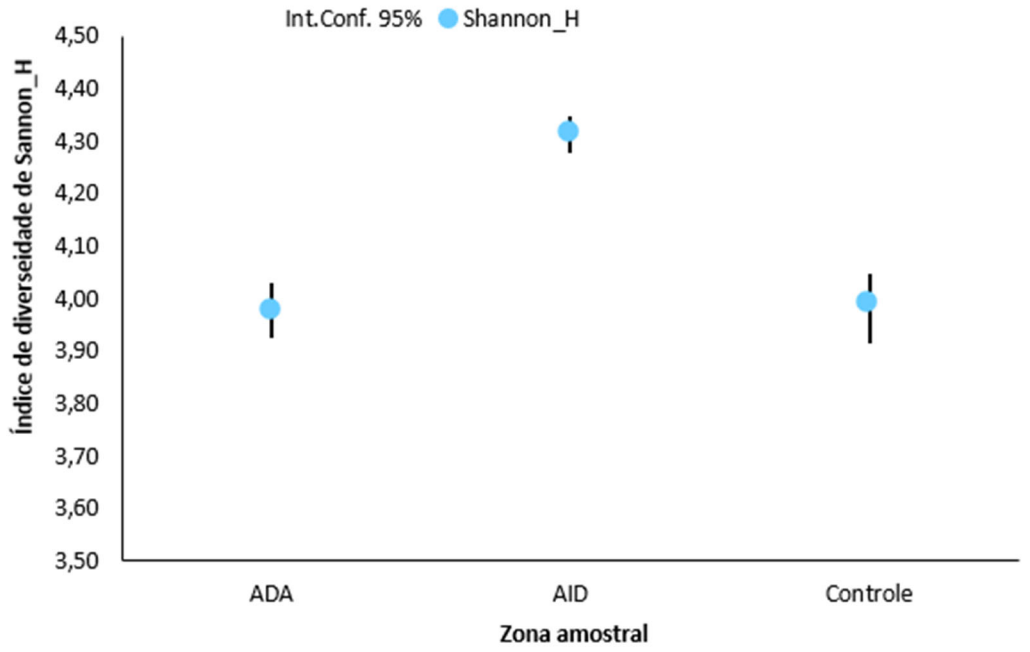


Figura 11.2.1-53: Estimativa de diversidade de acordo com o índice de Shannon-Wiener (Shannon H) por área de influência calculado a partir dos dados obtidos o levantamento da avifauna realizado nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria.

A partir da análise de similaridade na composição de espécies entre os pontos amostrais, observa-se a formação de dois grupos principais (Correlação cofenética: 0,7719; Figura 11.2.1-54): O primeiro (Grupo 1) formado pelo ponto amostral 7 (AID) com a presença de aves associadas a ambientes aquáticos, tais como espécies de anatídeos (marrecos e patos), de garças (gênero *Ardea*) além de *Jacana jacana* (jaçanã), *Gallinula galeata* (galinha-d'água) e alguns passeriformes associados a corpos d'água, como *Certhiaxis cinnamomeus* (curutié) e *Fluvicola nengeta* (lavadeira-mascarada). O segundo (Grupo 2) grupo é formado pelos demais pontos amostrais com espécies associadas à vegetação de caatinga arborizada e/ou arbustiva densa, tais como *Glaucidium brasilianum* (caburé) e *Myiarchus tyrannulus* (maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado). No entanto, o segundo grupo pode ser subdividido em dois subgrupos, o primeiro formado pelos pontos amostrais 1, 2, 8, 9, 11 e 14, mais similares entre si (Subgrupo 1 - pontos da ADA e AID) e o segundo pelos pontos 3, 4, 5, 6, 10, 11 e 13 (Subgrupo 2 - pontos da ADA e AID; Figura 11.2.1-54). Entretanto, no geral, a área estudada apresenta espécies de aves tipicamente de ambientes de Caatinga arborizada com a presença de áreas arbustivas densa e aberta com vegetação florestal conectada, o que permite a presença de espécies mais sensíveis a distúrbios ambientais, tais como *Primolius maracana* (maracanã-verdadeira) e *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste), evidenciando a importância desses fragmentos, principalmente no sopé da Serra do Céu, para a integridade de manutenção da avifauna local.

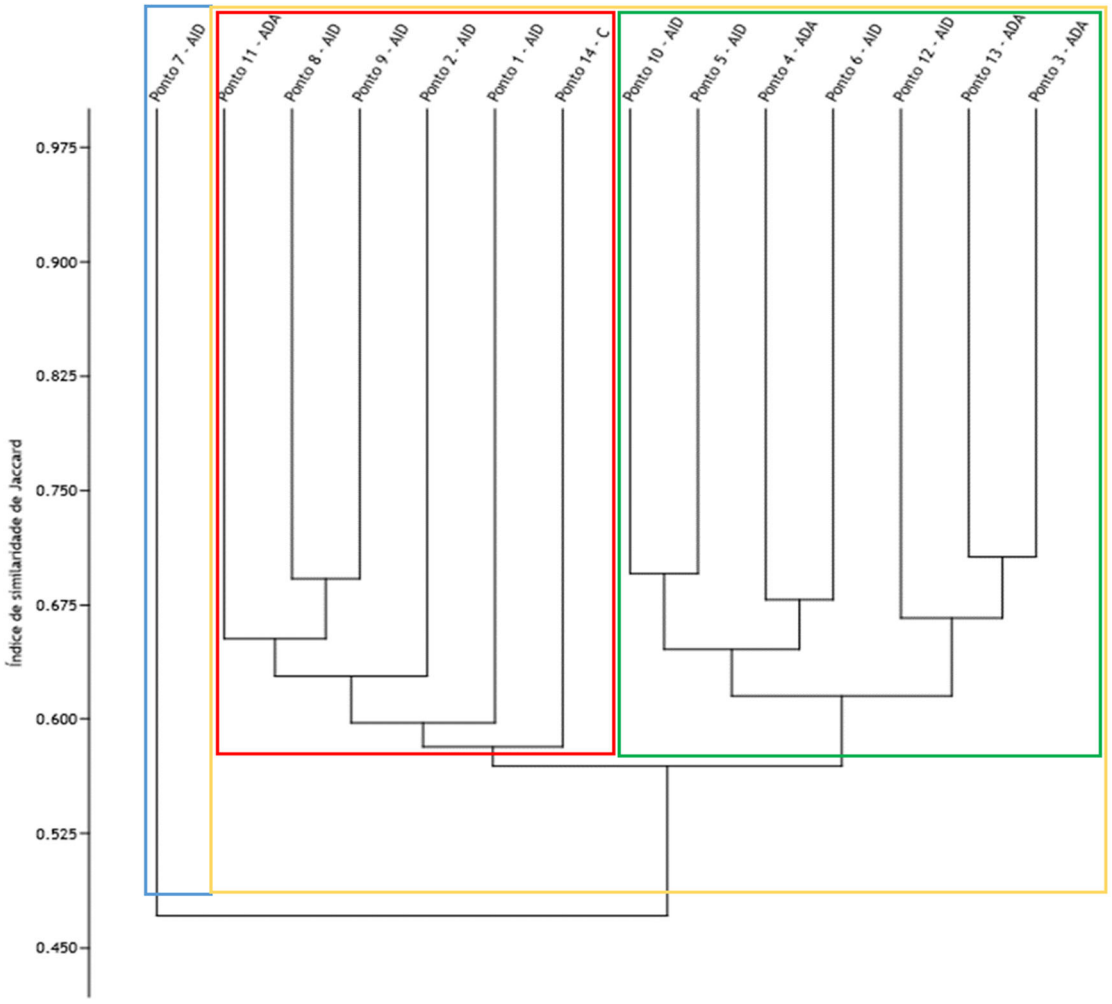


Figura 11.2.1-54: Análise de agrupamento utilizando o método UPGMA com base na composição de espécies de aves registradas ao longo do levantamento da avifauna nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria.

Ponto – Ponto amostral; Grupo 1 - delimitado pelo retângulo azul claro; Grupo 2 – delimitado pelo retângulo amarelo; Subgrupo 1 – delimitado pelo retângulo vermelho; Subgrupo 2 – delimitado pelo retângulo verde claro.

C.9. Sazonalidade

Durante as atividades de campo, foi possível catalogar um total de 161 espécies de aves na AI do Projeto Sta. Quitéria. Destas, 126 e 129 espécies de aves foram observadas na primeira e na segunda campanhas respectivamente, somando 153 espécies de aves registradas durante o período de estiagem (estação seca). Por sua vez, 118 espécies de aves foram inventariadas durante a terceira campanha (estação chuvosa; Figura 11.2.1-55).

Até o momento, foi constatada uma riqueza de aves similar quando comparadas as campanhas individualmente. Porém, na contramão do que é esperado para áreas de Caatinga, domínio marcadamente sazonal quanto ao clima e incidência de chuvas, a riqueza de espécies observada durante o período chuvoso é inferior ao observado durante a

campanha referente à estação chuvosa. De todo modo, a comunidade de aves na Caatinga é predominantemente de espécies residentes ou migrantes parciais, dessa forma, podem ser registradas na Caatinga durante todo o ano.

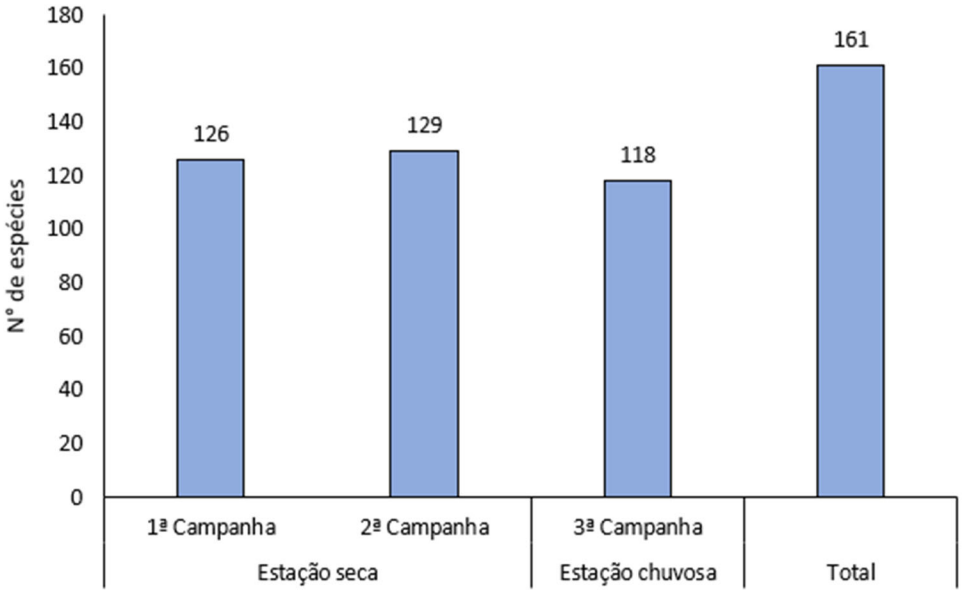


Figura 11.2.1-55: Riqueza de espécies de aves registradas na área de influência do Projeto Santa Quitéria em cada campanha de amostragem.

No entanto, é importante ressaltar a ocorrência de espécies de aves que, apesar de não serem apontadas como migrantes, estão associadas aos ambientes aquáticos, como espécies de anatídeos (marrecos, patos e afins), e que também são espécies mais abundantes ou que ocorrem na região durante a estação chuvosa. Ainda, é possível observar uma maior abundância de tiranídeos e traupídeos durante a terceira campanha (estação chuvosa), o que de fato é observado na Caatinga (OLMOS *et. al.*, 2005). Neste trabalho, os autores indicam que essas espécies são mais abundantes na Caatinga durante a época das chuvas, devido à maior oferta de alimentos, como insetos e grãos durante esse período.

Diante disso, é possível verificar que, apesar da menor riqueza de aves encontrada durante a estação das chuvas, neste período há uma maior abundância de espécies migrantes parciais ou que realizam deslocamentos sazonais na Caatinga, bem como de espécies associadas a corpos aquáticos. Isto indica o uso das áreas de influência do empreendimento como local integrante de rotas migratórias para a avifauna da Caatinga.

C.10. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

Do total de 270 espécies de aves que compõem os dados secundários da AID do Projeto Santa Quitéria (Anexo 11.2.3-1), 161 espécies, ou seja, cerca de 59% da avifauna com potencial de ocorrência na região foi observada em campo (dados primários). No entanto, como já mencionado, a curva de rarefação ainda apresenta alguma ascendência, o que adverte que mais espécies podem ser inventariadas na AI do Projeto Santa Quitéria com uma ampliação do esforço amostral. De toda forma, a riqueza aqui observada já pode ser comparada a outros estudos realizados em áreas de Caatinga próximas ou com tipo vegetacional semelhante e em bom estado de conservação (FARIAS *et al.*, 2005; ROOS *et al.*, 2006; ARAUJO *et al.*, 2012; LAS-CASAS *et al.*, 2012; NUNES; MACHADO, 2012; SILVEIRA; MACHADO, 2012; RUIZ-ESPARZA *et al.*, 2012).

Já comparando a lista de espécies observadas neste trabalho com a lista encontrada nos dados secundários, verificou-se que cinco espécies ainda não tinham sido observadas na região do empreendimento, são elas: *Aegolius harrisii* (caburé-acanelado), *Buteo nitidus* (gavião-pedrês), *Columbina passerina* (rolinha-cinzenta), *Chaetura meridionalis* (andorinhão-do-temporal) e *Elaenia flavogaster* (guaracava-de-barriga-amarela). No entanto, essas espécies apresentam ampla distribuição no Brasil (SIGRIST, 2013), com exceção feita a *A. harrisii* (caburé-acanelado). Segundo o mesmo autor, *B. nitidus* (gavião-pedrês) é uma espécie de gavião adaptada a todo tipo de matas, especialmente as mais secas, como cerrados e Caatingas, enquanto *C. passerina* (rolinha-cinzenta), é espécie de rolinha que habita uma combinação de hábitats naturais e outros modificados pelo homem, todos relativamente secos e abertos e/ou em sucessão inicial (BOWMAN, 2020). Por sua vez, *E. flavogaster* (guaracava-de-barriga-amarela), habita uma variedade de habitats arborizados úmidos e áridos, incluindo vegetação secundária e borda (HOSNER *et al.*, 2020).

Por sua vez, *A. harrisii* (caburé-acanelado), espécie de coruja com ocorrência do Ceará ao Rio Grande do Sul, pode ser observada em áreas abertas, florestas úmidas, zonas secas e bordas de florestas (HOLT *et al.*, 2020). No entanto, apesar de ocorrer em toda região leste do Brasil, até o presente, poucos registros da espécie têm sido realizados, o que pode até subestimar a distribuição e o tamanho de suas populações (WIKIAVES, 2023). Desta forma, o registro na área da AI do empreendimento torna-se relevante. De todo modo, estudos futuros podem revelar a raridade ou não da espécie na área avaliada.

Por sua vez, 99 espécies são exclusivas da lista de dados secundários (Anexo 11.2.3-1). Dentre essas espécies, duas são consideradas ameaçadas em nível internacional (IUCN, 2022) e uma em nível nacional (MMA, 2022), são elas: *Hylopezus ochroleucus* (pompeu) e *Sclerurus cearensis* (vira-folha-cearense). *H. ochroleucus* (pompeu) é uma espécie pertencente à

família Grallaridae, que habita matas semidecíduas e Caatingas mais desenvolvidas do Nordeste do Brasil, entre os estados do Ceará ao norte de Minas Gerais, porém na parte norte de sua distribuição é mais comum em bolsões semiúmidos de floresta em montanhas isoladas (GREENEY, 2020). Já *S. cearensis* (vira-folha-cearense) é uma espécie de vira-folha que habita o sub-bosque no interior de florestas úmidas relictuais (brejos de altitude) em meio à Caatinga, principalmente a 550–1.050 m entre o Ceará e a Bahia (del HOYO *et al.*, 2020).

D. Considerações Finais

De forma geral, a área do presente levantamento é caracterizada pela presença de uma savana estépica e de uma Caatinga arbórea-arbustiva densa, ambas associadas à presença humana e, desta forma, refletindo em uma comunidade de aves composta por táxons a ela adaptados. Porém, a presença de frugívoros de grande e médio portes, como a *Penelope jacucaca* (jacucaca) e *Primolius maracana* (maracanã-verdadeira), a diversidade de insetívoros especializados dependentes de floresta, como algumas espécies de pica-paus (Picidae) e arapaços (Dendrocolaptidae), indicam que a região proporciona condições adequadas para a manutenção de uma avifauna típica das regiões de Caatinga com bom estado de conservação.

Apesar de as espécies de aves, em sua maioria, serem independentes de ambientes florestais e com baixa sensibilidade a distúrbios ambientais, a ocorrência de espécies de aves com alguma dependência de ambientes florestados e com média ou alta sensibilidade a distúrbios ambientais, como *Leptotila rufaxilla* (juriti-de-testa-branca), *Anopetia gounellei* (rabo-branco-de-cauda-larga), *Celeus ochraceus* (pica-pau-ocráceo), *Campylorhamphus trochilirostris* (arapaçu-beija-flor) e *Arremon taciturnus* (tico-tico-de-bico-preto), sugere que estas conseguem permanecer na região amostrada, mesmo a região apresentando algum grau de antropização. Também merecem destaque o registro de espécies com potencial cinegético e xerimbabos, como *Eupsittula cactorum* (periquito-da-caatinga), *Primolius maracana* (maracanã), *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã), *Icterus jamacaii* (corrupião), espécies do gênero Sporophila (golinho, papa-capins, caboclinho e afins) e os traupídeos (família Thraupidae), que possivelmente são caçadas e/ou capturadas na região, visto que essa é uma prática comum na Caatinga e no Nordeste brasileiro (BEZERRA *et al.*, 2011, ALVES *et al.*, 2012; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012). Somando-se a isso, tem-se o registro de espécies de aves ameaçadas de extinção, além de espécies endêmicas da Caatinga nas áreas de influência do empreendimento, principalmente associada à vegetação nas margens dos riachos e no sopé da Serra do Céu (pontos amostrais 4, 5, 6 e 10). Ainda, mesmo que a área de influência direta do empreendimento, atualmente, esteja sujeita às ações antrópicas, a região abriga uma comunidade de aves semelhante a outras regiões com remanescentes de vegetação de Caatinga arbórea-arbustiva com algumas

espécies florestais, o que demonstra, novamente, a importância das áreas com vegetação florestal e arbórea na manutenção da comunidade de aves local.

Com relação à sazonalidade, foi observada uma maior riqueza de aves durante a estação seca, no entanto foram realizadas duas campanhas referentes ao período de estiagem, enquanto somente uma campanha ocorreu durante a época das chuvas. De todo modo, é possível observar um aumento no número de indivíduos de espécies apontadas como migrantes parciais ou que realizam deslocamentos sazonais na Caatinga durante a estação chuvosa, tais como *Euscarthmus meloryphus* (barulhento), *Myiopagis viridicata* (guaracava-de-crista-alaranjada), *Tyrannus melancholicus* (suiriri) e *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto) evidenciando a AI do Projeto Santa Quitéria como possível área de rotas de migração ou de deslocamento dessas espécies ao longo de suas migrações. Ainda, foram adicionadas oito espécies que não tinham sido observadas nas duas campanhas anteriores referentes à estação seca, tais como *Dendrocygna viduata* (irerê), *Amazonetta brasiliensis* (marreca-ananaí) e *Nannopterum brasilianum* (biguá), espécies de aves associadas a corpos aquáticos e *Sporophila nigricollis* (baiano), espécies que realizam deslocamentos sazonais ao longo da Caatinga (OLMOS *et al.*, 2005).

Por fim, assinala-se que a possível perda de habitat como consequência da implementação do futuro empreendimento poderá vir a contribuir, mesmo que com baixa intensidade, com a fragmentação e antropização da região. Esse fato poderá decorrer da redução de habitat ocasionada pelo desflorestamento das áreas necessárias para o processo de mineração, bem como das vias de acesso aos locais da obra. Com a perda de territórios ocupados pelas aves, alguns indivíduos podem chegar à morte em consequência da busca e competição por novos territórios (RODRIGUES, 2006). Essa previsão, contudo, não permite afirmar que a comunidade de aves deixará de existir na sua composição atual, mas sim que a avifauna poderá sofrer algumas alterações com relação à sua composição e que estas devem ser acompanhadas durante a implantação e operação do empreendimento. Neste sentido, estudos futuros são necessários, a fim de fornecer mais informações na tentativa de harmonizar atividades econômicas com a conservação da natureza (KIKUCHI, 2008).

Figura 11.2.1-56: *Crypturellus tataupa* (Inhambu-chintã) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 13.

Figura 11.2.1-57: *Coragyps atratus* (urubu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-58: *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 8.

Figura 11.2.1-59: *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-60: *Anopetia gounellei* (rabo-branco-de-cauda-larga) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5.

Figura 11.2.1-61: *Chionomesa fimbriata* (beija-flor-de-garganta-verde) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 12.

Figura 11.2.1-62: *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 6.

Figura 11.2.1-63: *Chrysolampis mosquitos* (beija-flor-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5.

Figura 11.2.1-64: *Campephilus melanoleucos* (pica-pau-de-topete-vermelho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

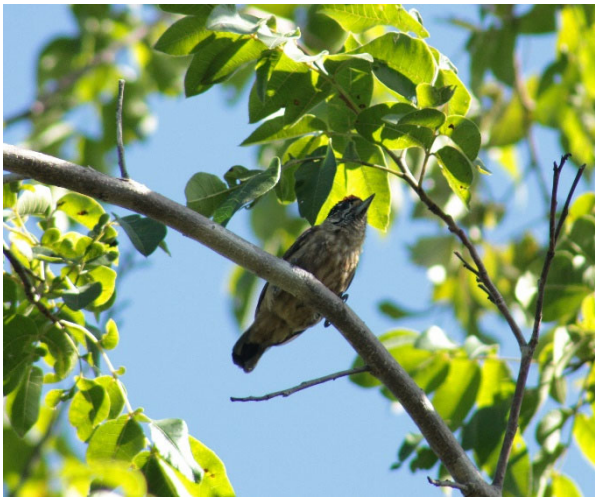


Figura 11.2.1-65: *Picumnus limae* (picapauzinho-da-caatinga) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-66: *Piculus chrysochloros* (pica-pau-dourado-escuro) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 10.

Figura 11.2.1-67: *Veniliornis passerinus* (pica-pau-pequeno) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 10.

Figura 11.2.1-68: *Nystalus maculatus* (rapazinho-dos-velhos) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

Figura 11.2.1-69: *Lepidocolaptes angustirostris* (arapaçu-de-cerrado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

Figura 11.2.1-70: *Synallaxis frontalis* (petrim) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 9.

Figura 11.2.1-71: *Formicivora melanogaster* (formigueiro-de-barriga-preta) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-72: *Thamnophilus capistratus* (choca-barrada-do-nordeste) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-73: *Thamnophilus pelzelni* (choca-do-planalto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5.

Figura 11.2.1-74: *Casiornis fuscus* (caneleiro-enxofre) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 6.

Figura 11.2.1-75: *Myiarchus tyrannulus* (maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 11.

Figura 11.2.1-76: *Myiodynastes maculatus* (bem-te-vi-rajado) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 9.

Figura 11.2.1-77: *Tolmomyias flaviventris* (bico-chato-amarelo) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 13.

Figura 11.2.1-78: *Vireo chivi* (Juruviara) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 5.

Figura 11.2.1-79: *Cyanocorax cyanopogon* (gralha-cancã) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-80: *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-81: *Nemosia pileata* (saíra-de-chapéu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 1.

Figura 11.2.1-82: *Paroaria dominicana* (cardeal-do-nordeste) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

Figura 11.2.1-83: *Sporophila albogularis* (golinho) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

Figura 11.2.1-84: *Molothrus bonariensis* (chupim) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 2.

Figura 11.2.1-85: *Pachyramphus polychopterus* (caneleiro-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 7.

Figura 11.2.1-86: *Pachyramphus validus* (caneleiro-de-chapéu-preto) registrada durante o levantamento da avifauna na Área de influência do Consórcio Santa Quitéria na terceira campanha no ponto 11.

11.2.1.1.5 Mastofauna Terrestre

A. Introdução

O Brasil está entre os países mais ricos em espécies de mamíferos, com 759 espécies distribuídas em 249 gêneros, 51 famílias e 11 ordens (ABREU *et al.*, 2022). Quanto ao estado do Ceará, apesar de apresentar diversas fisionomias de caatinga, brejos de altitude, enclaves de Cerrado e vegetação de tabuleiro litorâneo, é um dos estados brasileiros menos estudados no que tange à sua mastofauna (GURGEL FILHO *et al.*, 2015) e o amplo domínio em seu território (cerca de 90%) de características morfoclimáticas e fitogeográficas da Caatinga

(FUNCEME, 1993) são fatores que certamente dificultam uma amostragem mais completa da diversidade de mamíferos no estado. Para o Ceará, em específico, são conhecidas 115 espécies de mamíferos continentais pertencentes a oito ordens, 20 famílias e 88 gêneros (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2021). A riqueza estadual representa 16% do número de mamíferos continentais do Brasil. As ordens mais especiosas são Chiroptera (53 espécies), Rodentia (25) e Carnivora (14) (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2021). Com relação às famílias, especificamente para os mamíferos não voadores, os maiores números de riqueza estão em Cricetidae (Rodentia; 14 espécies) e Didelphidae (Didelphimorphia; 10 espécies; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2021).

Para a Caatinga, a mastofauna foi por muito tempo negligenciada e costumava ser descrita como uma versão empobrecida dos animais que habitavam as florestas Amazônica e Atlântica (CARMIGNOTTO; ASTÚA, 2017). Os estudos sobre o grupo eram pontuais e escassos (MARES *et al.*, 1985), mas chamavam a atenção para o baixo nível de investimento no conhecimento da mastofauna, assim como de outros grupos zoológicos na Caatinga. No entanto, esse panorama vem sendo alterado nos últimos anos com importantes contribuições (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013). O estudo de Oliveira *et al.* (2003) desmitificou a pobreza relativa de mamíferos na Caatinga, que na última revisão conta com 183 espécies, sendo 11 endêmicas (CARMIGNOTTO; ASTÚA, 2017) para o bioma. Como bem asseguraram Oliveira *et al.* (2003), muitas espécies de mamíferos da Caatinga ainda não foram formalmente descritas, e isso aconteceria à medida que novos estudos e revisões fossem realizados. Recentemente, Feijó e Langguth (2013) descreveram três novas espécies de mamíferos de médio e grande portes (gênero Rodentia, famílias Dasyproctidae e Erethizontidae) para o Nordeste, sendo duas delas com ocorrência para Caatinga. Entre as espécies de mamíferos encontradas na Caatinga, ao menos 10 constam na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção (MMA 2022).

No Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018) são citados 17 tipos de ameaça como as principais causadoras do declínio dos mamíferos ameaçados, com a maioria absoluta representada pela destruição de hábitat (88,4% das espécies) e pelo desmatamento (73,9%). A caça e a perseguição (atividades ilegais) também aparecem em posição de destaque. Outros impactos estão relacionados à implementação de grandes empreendimentos, uma vez que estes estão intrinsecamente relacionados à supressão vegetal e alteração da paisagem (perda de habitat), o que pode acarretar danos, no caso dos mamíferos, principalmente para as espécies mais sensíveis aos distúrbios ambientais e/ou de baixa mobilidade, pois disso depende a sua capacidade de dispersão na paisagem para estabelecer novas áreas de vidas e/ou territórios mediante a perda de hábitat gerada por supressão de vegetação e ouros impactos.

Os mamíferos terrestres, de maneira geral, representam um componente bastante importante nos diversos ecossistemas terrestres, tanto em termos de biomassa quanto em termos dos nichos ecológicos que ocupam (COLE; WILSON, 1996). Esses contribuem também com uma parcela fundamental da macrofauna, desempenhando uma função vital na manutenção dos ecossistemas (DOTTA, 2005). Os representantes desses grupos apresentam uma grande diversidade de formas e funções, desde animais de porte pequeno que desempenham papel fundamental como presas de diversos grupos de vertebrados, até grandes animais terrestres, que atuam regulando o tamanho de populações de outros vertebrados e mesmo de outros mamíferos (VAUGHAN *et al.*, 2015, REIS *et al.*, 2011). Acrescentam-se ainda espécies reconhecidamente importantes na polinização e na dispersão de sementes. Nesse sentido, os vertebrados terrestres estão intimamente relacionados ao ambiente em que vivem, sendo considerados bons indicadores do estado de conservação local, pois as alterações no ambiente podem acarretar mudanças significativas na composição e estrutura da comunidade (WILSON *et al.*, 1996).

A área de influência do futuro empreendimento está inserida no bioma Catinga. A Caatinga está presente em regiões com clima semiárido, caracterizada por arbustos espinhosos resistentes a um regime de precipitação altamente irregular (MARES *et al.*, 1985; STREILEIN, 1982; MACHADO; LOPES, 2004; QUEIROZ *et al.*, 2017; LEAL *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2017; COSTA-PINTO *et al.* 2023). Segundo o Mapa de Vegetação do IBGE (2004), a Caatinga é definida como Savana Estépica Nordestina e compreende várias formações que, na verdade, constituem um "tipo vegetacional" estacional decidual. A região onde se localiza o bioma foi apontada por Oliveira *et al.* (2003) e por Carmignotto e Astúa (2017) como prioritária para realização de inventários de mamíferos.

Esta seção trata do diagnóstico da mastofauna terrestre nas Áreas de Influência do Projeto Santa Quitéria, elaborado com base em dados secundários e primários, tendo sido estes últimos obtidos após a realização de três campanhas de Levantamento de Fauna, 1ª campanha em novembro de 2020; 2ª campanha entre janeiro e fevereiro de 2021; 3ª campanha entre abril e maio de 2023.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Mastofauna – Dados Secundários

O levantamento dos dados secundários sobre a mastofauna terrestre da área de influência do PSQ se deu por meio da consulta à bibliografia especializada. Esse material corresponde a artigos publicados em revistas científicas, livros e fornecidos em sites de órgãos ambientais. Com esse critério, foi dada preferência a fontes de informações confiáveis, obtidas a partir de estudos de autores experientes, evitando possíveis erros de

identificação das espécies. Com exceção do material produzido no processo de licenciamento do PSQ (ARCADIS LOGOS, 2014), não foi possível encontrar nenhuma bibliografia para a região. Dessa forma utilizamos publicações para Caatinga do Ceará e Nordeste brasileiro.

Abaixo segue um breve resumo de cada estudo selecionado para a mastofauna:

+ Feijó e Langguth (2013) – Neste artigo os autores realizaram uma ampla revisão das espécies de mamíferos de médio e grande portes do Nordeste do Brasil, incluindo a descrição de novas espécies. Levando em consideração essa referência, é possível a ocorrência de seis mamíferos de médio e grande portes para região estudada.
+ Arcadis Logos (2014) – Neste estudo foram reunidas as espécies registradas durante o levantamento dos dados primários necessários para a composição do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria realizado em 2011. Esse relatório registrou a ocorrência de 25 espécies de mamíferos terrestres na área de estudo.
+ Gurgel Filho *et al*. (2015) – Nesse artigo, os autores realizaram a mais ampla e atual revisão de pequenos mamíferos e quirópteros para o estado do Ceará. O estudo conta com excelentes descrições das espécies e um catálogo de crânios que auxiliam na identificação. Com ocorrência confirmada para a região de estudo, os autores listaram duas espécies de pequenos mamíferos terrestres.
+ Carmignotto e Astúa (2017) – Esse é o estudo mais atualizado a tratar dos Mamíferos da Caatinga. Ele compila dados de várias referências dos mamíferos da Caatinga, como Oliveira *et al*, 2003 e Carmignotto, Vivo e Langguth, 2012. Neste estudo foi realizado um levantamento atualizado dos mamíferos da Caatinga, levando em conta padrões ecológicos, comportamentais, evolutivos e biogeográficos. Todas as espécies registradas no presente relatório foram listadas por esse *checklist*.
+ Dias *et al*. (2017) – Este artigo realizou o levantamento da mastofauna terrestre da Serra das Almas, área considerada como posto avançado da Reserva da Biosfera. A área de estudo fica a aproximadamente 115 km em linha reta do Projeto Santa Quitéria. Esse artigo registrou 23 espécies em comum com o presente relatório.

Por fim, compilando as informações disponíveis, em 2021, o Ceará publicou a sua lista de mamíferos registrados para o estado (FERNANDES FERREIRA *et al.*, 2021) e, posteriormente, em 2022, foi publicada a lista estadual de espécies ameaçadas.

B.2. Levantamento de Mastofauna – Dados Primários

A primeira campanha de levantamento da mastofauna terrestre ocorreu entre os dias 5 e 17 de novembro de 2020, período considerado como estação seca na região. A segunda campanha ocorreu entre 31 de janeiro e 12 de fevereiro de 2021, período considerado como estação chuvosa na região. Devido à variação comum das chuvas na região da Caatinga, a segunda campanha acabou acontecendo num período de baixa pluviometria, e uma terceira campanha foi realizada com a finalidade de contemplar um período chuvoso mais característico, sendo que esta última amostragem aconteceu entre os dias 30 de abril a 10 de maio de 2023.

Cada campanha teve uma amostragem efetiva (emprego das metodologias e armadilhas em funcionamento) de 10 dias consecutivos, somando 30 dias de esforço de coleta de dados primários para todo o estudo. Foram inventariadas 14 áreas, sendo uma delas o ponto "Controle".

Mamíferos de pequeno porte não voadores

Consideram-se pequenos mamíferos o conjunto de espécies que apresenta peso corporal geralmente igual ou inferior a 1 kg quando adultos, de acordo com Emmons (1987) e Moreno *et al.* (2006). Para a amostragem desses representantes foram utilizadas armadilhas de contenção viva, dos tipos Sherman e Tomahawk, e armadilhas de queda do tipo *pitfall*. O uso de múltiplas armadilhas e métodos de amostragem permite ampliar a diversidade de espécies registradas, com a inclusão tanto de espécies consideradas comuns, como aquelas consideradas mais crípticas ou raras (ASTÚA *et al.*, 2006). A identificação taxonômica em campo foi baseada principalmente na morfologia externa, feita com o auxílio de guia de campo (BONVICINO *et al.*, 2008; FEIJÓ; LANGGUTH, 2013; GURGEL FILHO *et al.*, 2015), e a nomenclatura das espécies e o arranjo taxonômico foram baseados em Patton *et al.* (2015), com consultas a outras fontes (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013; ABREU *et al.*, 2022).

Nas transecções de armadilhas metálicas foram montadas cinco estações de captura ao longo de 80 m, separadas por 20 m entre si, sendo cada estação constituída por duas armadilhas, uma no solo (tipo Tomahawk) e outra (tipo Sherman), quando possível, a altura do sub-bosque (aproximadamente 2 m), totalizando 10 armadilhas por transecto (Figura 11.2.1-87). As armadilhas ficaram estabelecidas próximas de locais que facilitavam a movimentação e captura dos pequenos mamíferos, tais como troncos caídos e árvores mortas, emaranhados de vegetação.

As armadilhas foram iscadas com uma mistura de banana, aveia, sardinha e paçoca de amendoim, sendo vistoriadas diariamente para retirada dos espécimes e reiscadas, quando necessário. Para cada campanha, o período de amostragem foi de 10 noites consecutivas nos 14 transectos de amostragem, totalizando um esforço de 1.400 armadilhas/noite/campanha. A localização geográfica e imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico. O esforço final, após a realização das três campanhas, foi de 4.200 armadilhas/noite.

Figura 11.2.1-87: Armadilhas de contenção viva do tipo Sherman (esquerda) e Tomahawk (direita), instaladas para a amostragem de mamíferos terrestres do diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE.

Para coleta de pequenos mamíferos também foram empregadas armadilhas de interceptação e queda (*pitfall*), amostrando elementos terrestres e escansoriais (Figura 11.2.1-88). A localização das armadilhas de queda e a descrição desse método estão detalhados anteriormente, no item 11.2.1.1.3 e no Quadro 11.2.1-4, que descrevem os métodos utilizados para herpetofauna, pois as armadilhas de interceptação e queda (*pitfall*) foram compartilhadas para amostragem dos dois grupos (pequenos mamíferos e herpetofauna). O esforço amostral empregado para os dois grupos foi o mesmo, 140 armadilhas/dia, totalizando 1.400 armadilhas/dia por campanha (10 baldes x 10 dias x 14 pontos), perfazendo 4.200 armadilhas/dia no total (3 campanhas).

Figura 11.2.1-88: Armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) instalada para a amostragem de mamíferos terrestres durante a 1ª campanha do diagnóstico de fauna na área influência PSQ.

Os espécimes capturados foram identificados, e, sempre que possível, sexados, categorizados quanto à faixa etária e condição reprodutiva, além de marcados com *eartags* (Figura 11.2.1-89), antes da posterior soltura no mesmo local de captura. Eventualmente alguns dos indivíduos capturados foram coletados, catalogados e mensurados (medidas corpóreas padrão; VOSS; EMMONS, 1996). Os espécimes eventualmente sacrificados para identificação em coleção zoológica o foram por meio do uso de anestésico inalatório, em conformidade com a Resolução CFB nº 301/ 2012 e Resolução CRMV nº 1000/2012. e preparados de acordo com os procedimentos sugeridos pela "*American Society of Mammalogists*" (SIKES and ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE, 2016) Reitera-se que foram coletados, respeitando-se as limitações e instruções contidas nas Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico - ABIO emitidas (Nº 1488/2023), ou seja, coletados apenas os espécimes cuja taxonomia não estivesse resolvida ou que não fosse possível de identificação em nível específico a partir de caracteres morfológicos externos ou, ainda, aqueles encontrados mortos na área-estudo, seja o espécime completamente ou parcialmente íntegro. Todo o material coletado foi encaminhado a Coleção de Mamíferos na Universidade Federal da Paraíba, instituição fiel depositária conveniada, onde passará por todos os procedimentos de curadoria (Anexo 11.2.3-2 - Carta de Interesse da UFPB em receber o material zoológico).

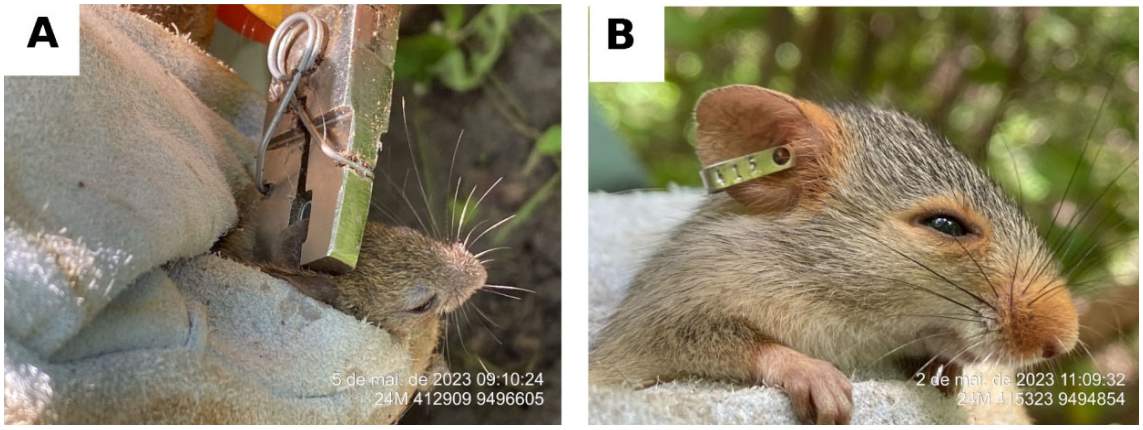


Figura 11.2.1-89: Procedimento de marcação com brincos numerados para o método de captura e recaptura realizado durante levantamento da mastofauna no PSQ.

Mamíferos de médio e grande portes não voadores

A busca ativa foi realizada por um (n=1) pesquisador nos 14 pontos citados anteriormente, no Quadro 11.2.1-14, durante 6 horas em torno de cada ponto, com amostragens diurnas e noturnas, totalizando 84 horas/homem por campanha e 252 horas/homem ao final das três campanhas. Esse método permite o avistamento direto de animais, sendo realizado com um número reduzido de pessoas, em silêncio, percorrendo as trilhas com velocidade constante de 1 km/h, durante as primeiras horas do dia e ao anoitecer. O registro da ocorrência dos vestígios (Figura 11.2.1-90) foi realizado por meio de anotação em caderno de campo e fotografia com a utilização de referência de escala (esquadro, régua ou algum objeto) para posterior identificação com o auxílio de guias específicos (BECKER; DALPONTE, 1999; BORGES; TOMÁS, 2008; PRIST *et al.*, 2020).

As armadilhas fotográficas foram dispostas em pontos considerados de interesse para o grupo, priorizando áreas de dessedentação ou de passagem, sendo instaladas em árvores a uma altura de aproximadamente 40 cm em relação ao solo (Figura 11.2.1-91). Para evitar disparos indesejados pelo movimento das folhagens devido ao vento, foi realizada a remoção da vegetação próximas às armadilhas. Essa medida visou minimizar ocorrências de falsos disparos e garantir que as câmeras fossem acionadas apenas pela presença de animais.

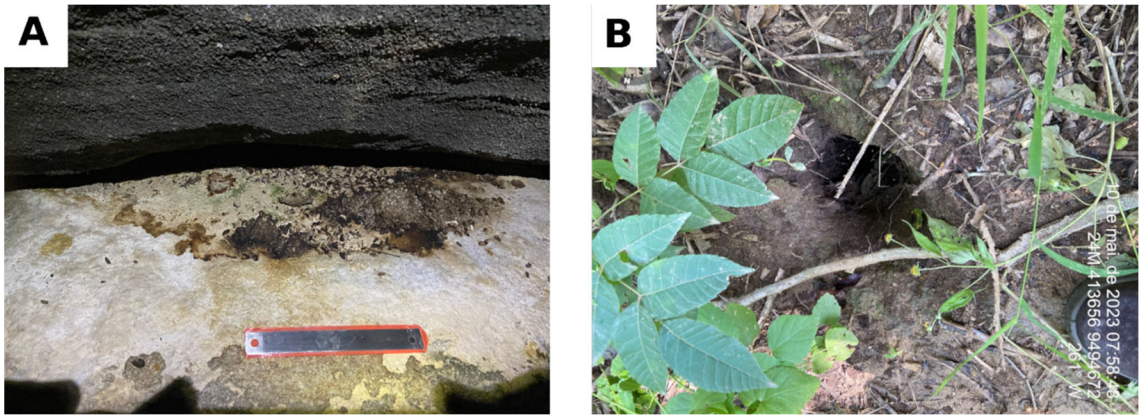


Figura 11.2.1-90: Exemplo de vestígios encontrados durante a amostragem por busca ativa para o PSQ: A) Fezes de *Monodelphis doméstica* e B) Buraco de tatu.

Para atrair mais animais e espécies de comportamento alimentar distintos, foram colocadas iscas em frente às armadilhas (ex. sardinha, sal grosso e uma mistura de frutas contendo laranja, maçã, abacaxi e banana). As iscas são utilizadas como atrativo para atrair diferentes tipos de espécies, maximizando o resultado da amostragem. A utilização de iscas é eficaz, permitindo uma documentação visual detalhada e não invasiva de sua presença e comportamento (TOMAS; MIRANDA, 2012). Esses registros são valiosos para o estudo da fauna local e fornecem subsídios importantes para a conservação e manejo dessas espécies.

Figura 11.2.1-91: Armadilha fotográfica instalada para a amostragem de mamíferos terrestres do diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria (PSQ).

O Quadro 11.2.1-13 exibe as coordenadas onde foram instaladas as armadilhas fotográficas. O esforço amostral, por campanha, para esse método foi de 240 horas (24 horas x 10 dias de amostragem) por ponto amostral, totalizando 3.360 horas (240 horas x 14 pontos) para toda área de estudo. O esforço final, portanto, foi de 10.080 horas (240 horas x 14 pontos x 3 campanhas).

Quadro 11.2.1-13: Relação dos pontos amostrados onde foram instaladas as armadilhas fotográficas durante o levantamento da mastofauna terrestre na área de influência do PSQ

PONTO AMOSTRAL	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE	ÁREA DE INFLUÊNCIA
	X	Y		
Câmera-trap 1	411492	9494473	Savana Arborizada Estépica	AID
Câmera-trap 2	412901	9494849	Savana Florestada Estépica	AID

PONTO AMOSTRAL	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		FITOFISIONOMIA PREDOMINANTE	ÁREA DE INFLUÊNCIA
	X	Y		
Câmera-trap 3	415250	9494330	Savana Arborizada Estépica	ADA
Câmera-trap 4	414140	9496617	Savana Florestada Estépica	ADA
Câmera-trap 5	415300	9496180	Savana Florestada Estépica	AID
Câmera-trap 6	415720	9496200	Savana Florestada Estépica	AID
Câmera-trap 7	413930	9493800	Savana Arborizada Estépica	AID
Câmera-trap 8	415242	9492840	Savana Arborizada Estépica	AI
Câmera-trap 9	413039	9496628	Savana Arborizada Estépica	AID
Câmera-trap 10	415312	9495695	Savana Florestada Estépica	AID
Câmera-trap 11	414063	9496031	Savana Florestada Estépica	ADA
Câmera-trap 12	414130	9496620	Savana Arborizada Estépica	AID
Câmera-trap 13	415253	9494330	Savana Arborizada Estépica	ADA
Câmera-trap 14	419295	9491065	Savana Arborizada Estépica	Controle

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

B.3. Análise de Dados

Os dados obtidos durante as amostragens foram organizados em um banco de dados brutos contendo a classificação taxonômica dos indivíduos registrados com a identificação das espécies até o menor nível taxonômico possível e supraespecíficos (classe, ordem, família e gênero), data e local de registro (sítio amostral), parcela de amostragem, coordenadas em UTM, estação climática, método de amostragem, entre outras informações pertinentes.

Para a quantificação da diversidade, foi utilizado o Índice de Shannon-Wiener (H'), que é baseado na abundância proporcional das espécies, considerando tanto a riqueza das

espécies quanto a sua equidade. Esse método é geralmente escolhido pela sua alta capacidade discriminante (MAGURRAN, 2011; KREBS, 1989). Ainda, o emprego do índice de Shannon-Wiener foi atribuído por ser um índice utilizado em situações em que a comunidade inteira não pode ser inventariada (amostras). A equitabilidade foi avaliada utilizando o índice da Equidade de Pielou (J'), associada ao Índice de Shannon.

A eficiência amostral foi determinada pela construção de curvas de acumulações de espécies (*sensu* GOTELLI; COLWELL, 2001). Essas curvas consistem em um excelente procedimento para avaliar o quanto o número de espécies observadas se aproxima do número real das espécies supostamente presentes (p. Ex.: riqueza estimada) naquele ambiente (CULLEN JR. *et al.*, 2012).

O comportamento dessa curva pode predizer, por meio de estimativas, o número de espécies que ainda não foi observado na área de estudo (CHAZDON *et al.*, 1998). Para calcular essa estimativa, foi utilizado o estimador Jackknife 1, por ter um bom desempenho em amostragens pequenas e na região da Caatinga (HORTAL *et al.*, 2006; ARAÚJO, 2009). As análises referentes à curva de rarefação e estimativa de riqueza de espécies foram realizadas utilizando o software Estimates v.9.1.0 (COLWELL, 2013).

Em seguida, a partir do índice de similaridade de Jaccard, foi gerado um Cluster, a fim de verificar a relação entre as áreas amostradas, de acordo com o compartilhamento de espécies registradas ao longo de cada área amostral. Esse índice foi selecionado devido ao conjunto de dados empregados na análise de similaridade utilizar apenas informações de presença e ausência, dessa forma, permitindo o uso de dados de métodos que não possibilitam a captura de abundância. Nesta análise foi utilizado o programa PAST® versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001) para construção do dendrograma.

Como forma de compensar o esforço de coleta diferenciado entre a ADA, AID e área Controle, realizamos análise de rarefação no programa PAST® versão 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001). Essa técnica reduz a amostragem a um ponto comum do número de indivíduos entre as áreas para que uma comparação mais realista possa ser feita (MAGURRAN, 2011).

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

O conjunto de métodos de amostragem propiciou a ocorrência de 742 registros de 21 espécies – as fotos das espécies registradas estão no relatório fotográfico. Essas espécies pertencem a seis ordens e 12 famílias (Quadro 11.2.1-14). Os mamíferos de médio e grande portes foram representados por quatro ordens, oito famílias e 11 espécies (163 registros):

Callithrichidae (S=1), Canidae (S=1), Cebidae (S=1), Cervidae (S=1), Chlamyphoridae (S=2), Felidae (S=3), Mephitidae (S=1) e Tayassuidae (S=1). Já os pequenos mamíferos terrestres foram representados por duas ordens, quatro famílias e 10 espécies (521 registros): Caviidae (S=2); Cricetidae (S=4); Didelphidae (S=3) e Echimyidae (S=1) (Figura 11.2.1-92 e Figura 11.2.1-93).

A riqueza obtida com os dados primários corresponde a cerca de 36% da riqueza de mamíferos terrestres com ocorrência registrada atualmente no estado do Ceará (59 espécies; FEIJÓ; LANGGUTH, 2013; GURGEL-FILHO *et al.*, 2015; FERNANDES-FERREIRA, 2021). O presente inventário é extremamente relevante para o Ceará, pois fornece informações básicas essenciais sobre mamíferos terrestres. Em comparação com outros estados do Nordeste, como Paraíba, Pernambuco e Alagoas, o Ceará ainda possui uma carência significativa de dados nessa área.

O número de espécies obtidas neste estudo está de acordo com a média da riqueza normalmente registrada para áreas de Caatinga na região Nordeste do Brasil. Levantamentos realizados nesse bioma (Ceará, Bahia, Sergipe, Paraíba, Pernambuco e Piauí) têm amostrado de cinco a 29 espécies de mamíferos terrestres (FREITAS *et al.*, 2011; FEIJÓ; LANGGUTH, 2013; DELCIELLOs, 2016; DIAS *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2017; PEREIRA; PEIXOTO, 2017). Os dados de levantamentos realizados em uma mesma região, quando considerados conjuntamente, são competentes para mostrar um panorama da fauna na área de abrangência dos estudos. Maiores interpretações, entretanto, devem ser feitas com cautela devido à falta de equivalência entre os métodos empregados nos estudos, assim como às diferenças no tamanho da área inventariada e suas composições fitofisionômicas.

De forma geral, os mamíferos registrados possuem hábito generalista e de ampla distribuição no Brasil (REIS *et al*. 2011; IUCN, 2022) e normalmente são registrados em áreas de Caatinga. Essas espécies de mamíferos representam diversas guildas tróficas. Entre elas, estão os roedores (*Galea spixii*, *Thrichomys laurentius* e *Wiedomys cerradensis*) como animais de posição primária. Também foram registradas espécies herbívoras de grande porte, como o veado-catingueiro (*Subulo gouazoubira*), e espécies onívoras, como o timbu (*Didelphis albiventris*), a raposinha (*Cerdocyon thous*) e o macaco-prego (*Sapajus libidinosus*). Além disso, foram observados predadores no topo da cadeia alimentar, como os felinos *Leopardus emiliae*, *Herpailurus yagouaroundi* e *Puma concolor*. Essa diversidade de guildas tróficas indica a presença de diferentes níveis tróficos na área de estudo, dando indícios de uma comunidade equilibrada.

Quadro 11.2.1-14: Mamíferos terrestres registrados na área influência ao longo das três campanhas de diagnóstico ambiental do Projeto Santa Quitéria

TÁXON	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA			ÁREA AMOSTRAL	MÉTODO	ENDÊMICO	CAMPANHA	DADOS SECUNDÁRIOS
		MMA	IUCN	CITES					
		2022	2022*	2023					
DIDELPHIMORPHIA									
Didelphidae									
Didelphis albiventris Lund, 1840	Cassaco-de-orelha-branca	-	LC	-	ADA, AID, CO	ACV, AF, AIQ	Não	C1, C2, C3	2,3,4,5,6
Gracilinanus agilis (Burmeister, 1854)	Cuíca-ágil	-	LC	-	ADA, AID, CO	ACV, AF, AIQ	Não	C1, C2, C3	2,3,4,5,6
Monodelphis domestica (Wagner, 1842)	Rato-cachorro	-	LC	-	ADA, AID, CO	ACV, AF, AIQ	Não	C1, C2, C3	2,3,4,5,6
CINGULATA									
Dasypodidae									
Dasypus novemcinctus Linnaeus, 1758	Tatu-galinha	-	LC	-	AID	AF	Não	C2	1,2,4,5,6
Dasypus septemcinctus Linnaeus, 1758	Tatu-china	-	LC	-	-	Entrevista	Não	C2	-,6
Chlamyphoridae									
Euphractus sexcinctus (Linnaeus, 1758)	Tatu-peba	-	LC	-	ADA, AID	ACV, AF, AIQ	Não	C1, C2, C3	1,2,4,5,6
PRIMATES									

TÁXON	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA			ÁREA AMOSTRAL	MÉTODO	ENDÊMICO	CAMPANHA	DADOS SECUNDÁRIOS
		MMA	IUCN	CITES					
		2022	2022*	2023					
Cebidae									
Sapajus libidinosus (Spix, 1823)	Macaco-prego	-	NT	-	AID	BA	Não	C1, C2, C3	1,2,4,5,6
Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758)	Sagui-de-tufo-branco	-	LC	-		BA	Não	C1, C2, C3	1,2,4,5,6
CARNIVORA									
Felidae									
Leopardus sp.	Gato-do-mato	-	-	-	-	-	-	-	2
Leopardus emiliae (Thomas, 1914)#	Gato-maracajá	EN	VU	I	ADA, AID	AF, BA	Brasil	C1, C2, C3	1,4,5,6
Puma concolor (Linnaeus, 1771)	Onça-parda	-	LC	II	AID	BA	Não	C1, C2, C3	1,2,4,5,6
Herpailurus yagouaroundi (É. Geoffroy, 1803)	Jaguarondi	VU	LC	II	AID	BA	Não	C2	1,2,4,5,6
Canidae									
Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766)	Raposinha	-	LC	II	ADA, AID, CO	AF, AIQ, BA	Não	C1, C2, C3	1,2,4,5,6
Mephitidae									

TÁXON	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA			ÁREA AMOSTRAL	MÉTODO	ENDÊMICO	CAMPANHA	DADOS SECUNDÁRIOS
		MMA	IUCN	CITES					
		2022	2022*	2023					
Conepatus amazonicus (Lichtenstein, 1838)	Ticaca	-	-	-	ADA, AID	ACV, AF, BA	Não	C1, C3	1,2, 4, 5,6
CERTATIODACTYLA									
Cervidae									
Subulo gouazoubira (G. Fischer, 1814)	Veado-catingueiro	-	LC	-	ADA, AID	AF, BA	Não	C2,C3	1,2,4,5,6
Tayassuidae									
Dicotyles tajacu Linnaeus, 1758	Cateto	-	LC	II	ADA	BA	Não	C2	1,2**,4,6
RODENTIA									
Cricetidade									
Calomys mattevvi Gurgel-Filho et al., 2015	Ratinho-de-cauda-curta	-	-	-	ADA, AID	AIQ	Brasil	C3	2,3,4, 5
Necromys lasiurus (Lund, 1841)	Pixuna	-	LC	-	ADA, AID, CO	AIQ	Não	C3	2,4,5,6
Oligoryzomys sp.	Ratinho-de-rabo-comprido	-	LC	-	ADA, AID, CO	ACV, AIQ,BA	Não	C1, C2, C3	2,3,4,5,6
Wiedomys cerradensis Gonçalves et al., 2005	Rato-bico-de-lacre	-	DD	-	ADA, AID, CO	AF, ACV, AIQ,BA	Brasil	C1, C2, C3	2,3,4,5,6
Caviidae									

TÁXON	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA			ÁREA AMOSTRAL	MÉTODO	ENDÊMICO	CAMPANHA	DADOS SECUNDÁRIOS
		MMA	IUCN	CITES					
		2022	2022*	2023					
Galea spixi (Wagler, 1831)	Preá	-	LC	-	AID, CO	AF,BA	Não	C1, C2, C3	2,4,5,6
Kerodon rupestres (Wied, 1820)	Mocó	VU	LC	-	AID	BA	Brasil	C2	2,4,5,6
Echimyidae									
Thrichomys laurentius Thomas, 1904	Punaré, Rabudo	-	DD	-	ADA, AID, CO	AF, ACV, AIQ,BA	Nordeste	C1, C2, C3	2,4, 5

Legenda: Categorias de ameaça: CR – Criticamente em Perigo; DD – Deficiente de dado; EN – Em Perigo; NT: Quase ameaçado; LC – Preocupação menor; VU – Vulnerável. CITES, 2021 (Apêndice I, II e III) Método de registro: ACV – Armadilha de Contenção Viva; AF – Armadilha Fotográfica; AIQ – Armadilha de Interceptação e Queda; BA – Busca Ativa. End - Endemismo: CAA – Caatinga, CE – Cerrado. DS - Dados secundários: 1) Feijó e Langguth (2013); 2) Arcadis Logos. (2014); 3) Gurgel Filho et al., (2015); 4) Fernades-Ferreira et al., (2021); 5) Carmignotto e Astúa (2017). 6)Dias et al., (2017); acessado em 2023,** apenas entrevista # Sensu Nascimento e Feijó (2017) e explicado no texto. Elaboração: Tetra Mais, 2023.*

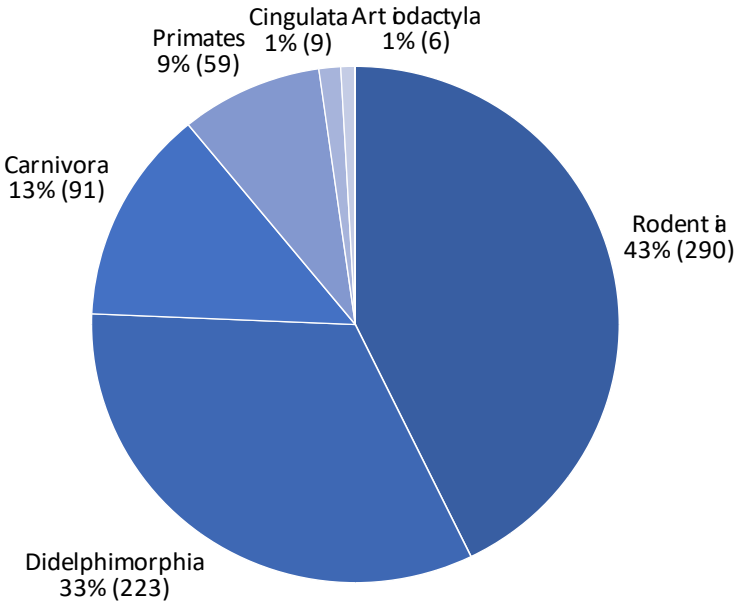


Figura 11.2.1-92: Abundância e frequência relativa (% de registros) para as ordens de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do PSQ.

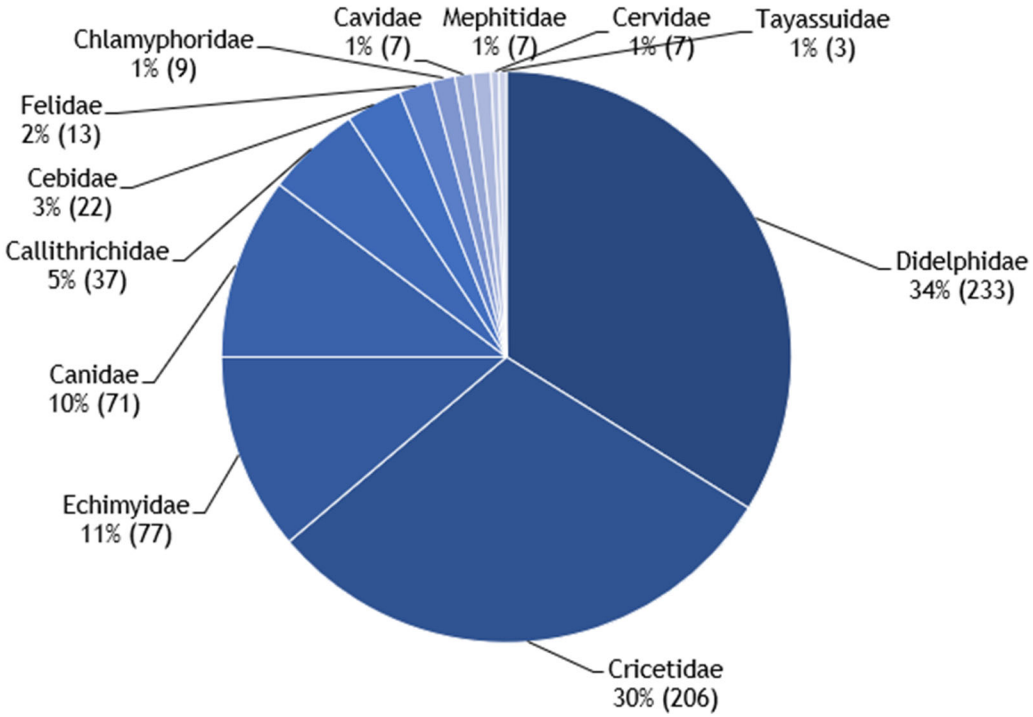


Figura 11.2.1-93: Abundância e frequência relativa (% de registros) para as famílias de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE.

Como era de se esperar, pelas suas características biológicas, as maiores abundâncias foram observadas para as espécies de pequeno porte: a cuíca-ágil (*G. agilis*), com 154 registros, seguida pelo ratinho-de-rabo-comprido (*Oligoryzomys* sp.), com 101, depois pelo rato-bico-de-lacre (*Wiedomys cerradensis*), com 81 e do punaré (*T. laurentius*), com 77 indivíduos (Figura 11.2.1-94).

A frequência de captura da cuíca-ágil (*G. agilis*) correspondeu a 23% dos registros. Esse pequeno marsupial arborícola, amplamente distribuído no Brasil nos biomas do Cerrado e Caatinga (CREIGHTON; GARDNER, 2007; REIS *et al.*, 2011), foi registrado em todas as áreas de amostragem (ADA, AID e Controle), através de armadilhas de interceptação e queda, mas principalmente em armadilhas de contenção viva (tipo Sherman), posicionadas à altura do sub-bosque, extrato primariamente explorado por essa espécie (CREIGHTON; GARDNER, 2007).

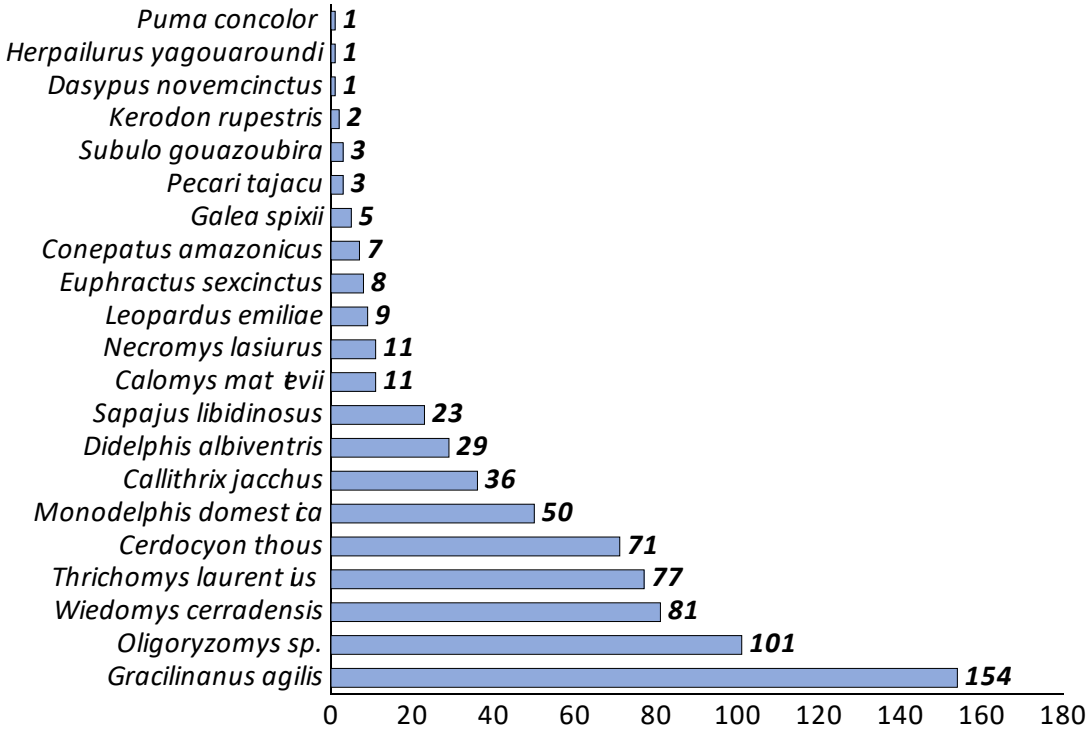


Figura 11.2.1-94: Frequência (número de registros para as espécies de mamíferos terrestres amostradas no diagnóstico de fauna na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE.

O segundo táxon mais frequente na área de estudo foi do ratinho-de-rabo-comprido (*Oligoryzomys* sp.), correspondendo a 15% dos registros. As espécies do gênero *Oligoryzomys* são consideradas crípticas, de difícil identificação. A maioria das características diagnósticas reside em diferenças na morfologia craniana. Esse fato demanda que a correta identificação das espécies desse gênero necessite da coleta e eutanásia dos animais. Além disso, as poucas características que podem ser observadas na morfologia externa só podem ser prontamente

observadas em indivíduos adultos (WEKSLER; BONVICINO, 2015). Atualmente, são conhecidas três espécies do gênero com distribuição para o Nordeste brasileiro: *O. nigripes*, *O. stramineus* e *O. matogrossae*. Destas, apenas as duas primeiras foram registradas no Ceará (WEKSLER; BONVICINO 2015; GURGEL-FILHO *et al.*, 2015; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2021). No material coletado na C3 foram percebidos indícios de que essas duas espécies ocorrem na área de influência do empreendimento. O material testemunho depositado na coleção da UFPB será observado na tentativa de identificar essas espécies. Esse táxon foi amostrado na ADA, AID e na Área-Controle, principalmente nas armadilhas *pitfall*.

O rato-bico-de-lacre (*W. cerradensis*), entre os roedores, foi o segundo mais frequente, representando 12% da amostragem. Essa espécie foi também registrada em todas as áreas de amostragem (ADA, AID e Controle), tendo sido capturada nas armadilhas de interceptação e queda e armadilhas de contenção viva.

Logo depois, o punaré (*T. laurentius*) apresentou 11% da frequência de amostragem. Essa espécie foi registrada em todas as áreas amostradas (ADA, AID e Controle) por meio de armadilhas de interceptação e queda, armadilhas de contenção viva, armadilhas fotográficas e busca ativa. O punaré é outra espécie bastante comum em afloramentos rochosos na Caatinga, onde encontram abrigo e alimento (REIS *et al.*, 2011).

O rato-cachorro (*M. domestica*) foi registrado em 50 ocasiões (7% da amostragem), também em todas as áreas amostrais e a partir de armadilha de contenção viva e armadilha de interceptação e queda. As três espécies de marsupiais inventariadas nesse estudo são bastante comuns em áreas de Caatinga e compartilham a ampla distribuição geográfica no Brasil e possuem hábito mais generalista (REIS *et al.*, 2011).

Outro marsupial, o timbu (*D. albiventris*), com 4% da amostragem de mamíferos terrestres, foi mais uma espécie registrada nas três áreas amostrais (ADA, AID e Controle). Os registros ocorreram através de armadilha de contenção viva, armadilha fotográfica e armadilha de interceptação e queda.

Dois outros roedores compuseram a mastofauna terrestre de pequeno porte inventariada nesse estudo, correspondendo a menos de 2% da amostragem: o preá (*G. spixii*) e o mocó (*K. rupestres*). O mocó foi registrado apenas na AID em áreas associadas a Savana estépica arborizada Arbóreo-arbustiva fechada, enquanto o preá foi registrado em todas as áreas de influência do empreendimento. O preá foi registrado por meio de busca ativa (observação direta) e em armadilha fotográfica, enquanto o mocó exclusivamente por busca ativa (observação direta).

Os mamíferos de médio e grande portes possuem uma taxa demográfica naturalmente mais baixa, consequentemente são menos abundantes (REIS *et al.*, 2011). A espécie mais frequente desse grupo de mamíferos foi a raposinha (*C. thous*), com 71 registros, um forrageador ativo e muito comum em inventários na Caatinga (DELCIELLOS, 2016). Entre os primatas, o mais abundante foi o sagui-de-tufo-branco (N=36; *C. jacchus*), uma espécie bastante generalista e de hábito gregário (REIS *et al.*, 2011). Ambas as espécies são bastante comuns em outros inventários realizados em áreas de Caatinga (FREITAS *et al.*, 2011; 2013; DELCIELLOS, 2016; DIAS *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2017; PEREIRA; PEIXOTO, 2017), muito devido ao fato de serem onívoras, generalistas e oportunistas, possuindo ampla distribuição no Brasil, além de estarem ambientadas em áreas impactadas e de intensa atividade antrópica, inclusive em áreas verdes das cidades (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013) e, portanto, não são sensíveis às mudanças de habitat, podendo se adaptar facilmente em ambientes perturbados.

A raposinha (*C. thous*) foi registrada com uso de armadilha fotográfica e busca ativa nas três áreas de amostragem (ADA, AID e Controle). Já o sagui-de-tufo-branco (*C. jacchus*) foi registrado na ADA e na AID, sempre por meio do método de busca ativa (observação visual e auditiva).

Os registros do outro primata, o macaco-prego (*S. libidinosus*), contribuiram com 3% da amostragem de mamíferos terrestres. Essa espécie, que vive em grupos, foi registrada durante busca ativa, por meio de visualizações diretas de indivíduos (incluindo um filhote) se deslocando nos paredões da serra no P10, dentro da AID.

Os registros do tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*) corresponderam a 1% (oito registros) da amostragem de mamíferos terrestres. Cinco deles ocorreram na AID (busca ativa armadilha fotográfica) e três na ADA (armadilha fotográfica e *pitfall*).

Os felinos, gato-maracajá (*L. emiliae*), onça-parda (*P. concolor*) e gato-mourisco (*H. yagouaroundi*), contribuíram com cerca de 2% da amostragem de mamíferos terrestres. *Leopardus emiliae* foi registrado na ADA e na AID, enquanto os outros dois na AID. O gato-maracajá foi registrado em armadilha fotográfica e busca ativa (observação direta), e as outras duas espécies apenas por busca ativa (observação visual). Essas espécies são de extrema importância para fins de conservação por serem topo da cadeia alimentar, são fundamentais para manutenção dos ecossistemas em que vivem e estão enquadradas nas listas de espécies ameaçadas de extinção (ver tópico abaixo, C.3)

A ticaca (*C. amazonicus*) também foi registrada sete vezes (1% do total da mastofauna). Uma delas com um indivíduo jovem que foi capturado em armadilha de contenção viva (tipo

Tomahawk) no P11 (ADA), três vezes nas armadilhas fotográficas (P2 e P9) na AID e por registro indireto (cheiro) no P10 e P12 (AID). Os três registros do caititu (*D. tajacu*) foram obtidos a partir de busca ativa (encontro de crânios de espécimes mortos) realizada no P4, inserido na ADA. O veado-catingueiro (*S. gouazoubira*) foi registrado em três ocasiões (cerca de 0,5% dos registros), duas através de armadilha fotográfica instalada em no P13 (ADA) e no P7 (AID) e por busca ativa (pegada) no P4 (ADA), ambos da ADA. O tatu-galinha (*D. novemcinctus*) foi registrado apena em uma oportunidade (0,3% da amostragem), por meio de armadilha fotográfica posicionada no P5 (AID).

C.2. Eficiência Amostral

A eficiência da amostragem foi estimada através de curvas de rarefação de espécies com base nos dados oriundos dos métodos padronizados, como armadilhas fotográficas, armadilhas de contenção viva, armadilhas de interceptação e queda, e busca ativa, ou seja, aqueles em que foi possível considerar os dados quantitativos. Como a área amostral apresenta uma homogeneidade fitofisionômica - Savana Estépica Arborizada - considerou-se coerente gerar uma única curva de acumulação de espécies, já que esta tem como objetivo apresentar se o esforço amostral foi suficiente, de acordo com o sucesso de captura das metodologias empregadas no estudo. Os dados foram gerados com 1.000 aleatorizações da matriz original no programa Estimates 9 (COLWELL, 2013; Figura 11.2.1-95).

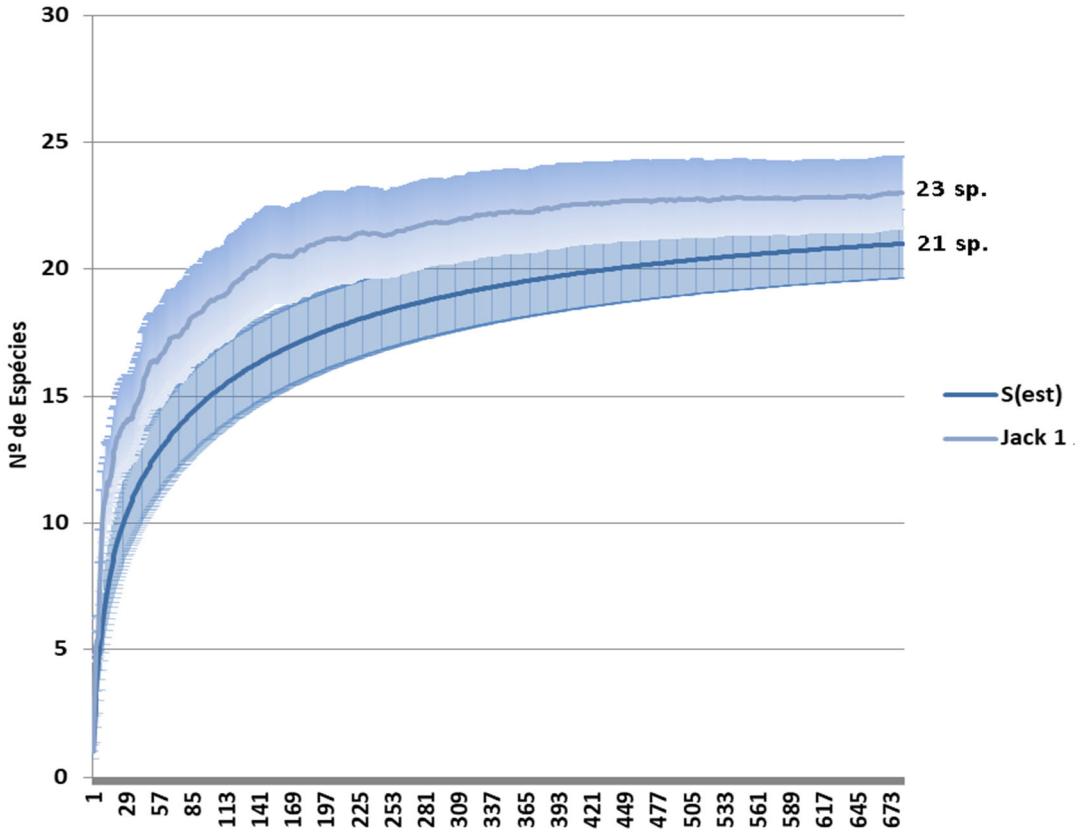


Figura 11.2.1-95: Curva de rarefação obtida para a mastofauna terrestre na área de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. As nuvens em volta das curvas correspondem ao desvio padrão.

A curva de acumulação de espécies para a região de estudo ficou muito próximo de atingir a assíntota (estabilização) (Figura 11.2.1-95). Isso demonstra que o esforço amostral realizado foi suficiente para alcançar um número de espécies observadas (N=21) próximo ao número de espécies estimadas (N=23). É interessante notar que, ao considerar o desvio-padrão, o estimador aponta para a possível existência de até 24 espécie na área de estudo. Esse valor é ultrapassado ao também considerarmos as espécies registradas apenas pelos dados secundários (N=26). Esse fato é mais um demonstrativo de que o esforço empregado e as formas complementares (dados secundários) foram eficientemente empregadas.

Desta forma, a amostragem foi adequada para a caracterização da fauna de mamíferos nas áreas de influência do PSQ, de modo a viabilizar uma correta avaliação sobre a viabilidade locacional do empreendimento.

C.3. Espécies Ameaçadas e Protegidas por Legislação Internacional e/ou Federal e/ou Estadual

Destaca-se que, entre as espécies de mamíferos terrestres registradas por meio do levantamento de dados primários nas três campanhas para este diagnóstico ambiental, encontram-se atualmente incluídos em alguma categoria de ameaça, segundo as listas referidas, as seguintes espécies: o gato-maracajá (*L. emiliae*), a onça-parda (*P. concolor*),

o gato-mourisco (*H. yagouaroundi*), e o mocó (*K. rupestris*; Quadro 11.2.1-15). Além destes, foram incluídas espécies "quase ameaçadas" e as presentes nos Apêndices da CITES (Quadro 11.2.1-15).

Quadro 11.2.1-15: Mamíferos terrestres incluídos em categorias de ameaça registrados através de dados primários na área de influência do projeto Santa Quitéria

ESPÉCIE	ÁREA	AB	CAMPANHA	TIPO DE REGISTRO	CATEGORIA DE AMEAÇA		
					MMA (2022)	IUCN (2022)	CITES (2023)
Sapajus libidinosus	AID	12*	C1, C2, C3	BA	-	NT	-
Leopardus emiliae	ADA, AID	4	C1, C2, C3	AF, BA	EN	VU	I
Puma concolor	AID	1	C1, C2, C3	BA	-	LC	II
Herpailurus yagouaroundi	AID	1	C2	BA	VU	LC	II
Cerdocyon thous	ADA, AID, CO	70	C1, C2, C3	AF, AIQ, BA	-	LC	II
Dicotyles tajacu	ADA	3	C2	BA	-	LC	II
Kerodon rupestris	AID	2	C2	BA	VU	LC	-

Legenda: AB – Abundância; Lista nacional (MMA, 2022), internacional (IUCN, 2022) e CITES (2023)/um indivíduo e dois grupos de 3 e de 5 indivíduos. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

***Kerodon rupestris* MMA- VU**

Trata-se de um roedor pertencente à família Caviidae, endêmico da Caatinga, conhecido popularmente como mocó. É encontrado em ambientes rochosos da região semiárida no Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Sergipe, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e em Minas Gerais e na Chapada Diamantina. Outrora abundantes em toda a sua área de distribuição, suas populações foram fortemente pressionadas pela caça, e hoje resulta que a espécie é encontrada apenas em áreas particulares protegidas, unidades de conservação e em locais mais afastados e de difícil acesso. É uma espécie gregária, poligâmica, cujo período gestacional dura 75 dias, gerando apenas um filhote por gestação. São herbívoros e se alimentam de cascas de árvores como mofumbo (*Combretum leprosum*), faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) e parreira brava (*Piper* spp.). além de caules e celulose de algumas plantas. São predados por felinos como gato mourisco por gaviões, furões e serpentes.

***Tolypeutes tricinctus* - MMA = EN; IUCN=VU**

Esta espécie é popularmente conhecida como tatu-bola pela característica única de dobrar a carapaça em forma de uma bola. Segundo Wetzel *et al*. (2007), *T. tricinctus* tem registro apenas para os estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Pernambuco e mais recentemente Feijó *et al*. (2015) apontam para possível ocorrência da espécie para Santa Quitéria através de citações.

Essa espécie foi citada por moradores como muito abundante no passado, mas há muito tempo não é vista na área. Sanborn (1930) destaca a proteção fornecida pelo hábito dessa espécie de enrolar-se como uma útil estratégia contra o ataque por predadores naturais, como raposas e gatos selvagens (ver FEIJÓ *et al*., 2015). Contudo, essa mesma estratégia torna-o de fácil captura pelo homem, o que seria uma provável causa para o declínio de sua população e até sua extinção em algumas regiões de sua possível distribuição. Essa hipótese foi corroborada por relatos de caçadores antigos no município de Santa Quitéria, CE, em que, segundo eles, essa espécie não é mais encontrada na região devido a sua fácil captura.

***Sapajus libidinosus* - IUCN=NT**

O macaco-prego (*S. libidinosus*) é uma espécie que merece atenção, pois consta como "quase ameaçado" (NT) pela IUCN (2022). O macaco-prego também já foi enquadrado na lista nacional como NT, mas na última atualização foi retirada a categoria de ameaça da espécie. Segundo Fialho *et al*. (2015), o tamanho da população total remanescente não é conhecido, mas estima-se que o número de indivíduos maduros desse táxon seja superior a 10.000. No entanto, baseando-se na perda ocorrida e contínua de hábitat, a espécie encontra-se em declínio populacional. A Caatinga, por exemplo, teve mais de 50% de sua área desmatada até 2009 segundo informações do IBGE (2012). Silva e Barbosa (2017), em um estudo de modelagem recente, apontam que 63,3% da Caatinga foi modificada pela ação humana. Na Caatinga, em particular, *S. libidinosus* está restrita apenas às regiões com vegetação arbórea (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013). Tendo em vista a plasticidade da espécie, inferiu-se que o declínio populacional não deve ser considerado na mesma proporção da perda e fragmentação do habitat, mas que este deve se aproximar de 30% da população (FIALHO *et al*., 2015).

***Leopardus emiliae* – MMA = EN; IUCN=VU; CITES=I**

Nascimento e Feijó (2017) realizaram uma atualização taxonômica do grupo tigrina (*Leopardus tigrinus*) com base em evidências morfológicas e moleculares. Eles dividiram o grupo em três espécies: *Leopardus tigrinus*, *Leopardus emiliae* e *Leopardus guttulus*. Com essa atualização, *L. emiliae* foi identificado como o único felídeo endêmico do Brasil, ocorrendo no Norte, Nordeste e porção central do país. Devido a essa nova classificação, é necessário atribuir, no mínimo, o mesmo grau de ameaça a *L. emiliae*, que já estava listado como ameaçado nas listas nacional e internacional. No entanto, essa medida pode ser considerada conservadora, uma vez que a distribuição geográfica de cada táxon é menor do que a anteriormente aceita para o grupo tigrina, o que pode aumentar o risco de extinção das espécies no futuro, incluindo *L. emiliae* (NASCIMENTO; FEIJÓ, 2017).

***Herpailurus yagouaroundi* – MMA = VU; CITES=II**

O gato-mourisco (*H. yagouaroundi*) está classificado como "Vulnerável" (VU) na lista nacional (MMA, 2022), enquanto é classificado como "Pouco Preocupante" (LC) pela IUCN (2022) e está no Apêndice II da CITES (2023). A justificativa para o status de "Vulnerável" no Brasil é devido às baixas densidades populacionais dessa espécie, apesar de sua ampla distribuição no país. Estima-se que existam entre 52.000-264.000 indivíduos, considerando as densidades mínima e máxima, mas, se considerarmos apenas os indivíduos maduros, a população efetiva é de apenas 5.200 indivíduos, provavelmente inferior a 10.000 (ALMEIDA *et al.*, 2013). Além disso, prevê-se um declínio de pelo menos 10% dessa população nos próximos 15 anos (três gerações), devido principalmente à perda e fragmentação de habitat causadas pela expansão agrícola (ALMEIDA *et al.*, 2013).

***Puma concolor*; *Cerdocyon thous*; *Callithrix jacchus*; *Dicotyles tajacu* – CITES II**

Embora não estejam incluídos em nenhuma categoria de ameaça, a onça-parda (*P. concolor*) o sagui-de-tufo-branco (*C. jacchus*), a raposinha (*C. thous*) e o cateto (*D. tajacu*) estão presentes no Apêndice II da CITES (CITES, 2023). Esse apêndice lista as espécies que possam vir a ser ameaçadas, caso impactos antrópicos não sejam mitigados. No caso da raposinha, existe também o fato de muitas populações sofrerem pelo atropelamento de indivíduos em rodovias de todo país, visto que essa é uma das espécies com maior incidência de mortes derivadas desse impacto (ZALESKI *et al.*, 2009; GRILO *et al.* 2015). A onça-parda (*P. concolor*) teve seu tamanho populacional efetivo calculado em cerca de 4.000 indivíduos,

e em três gerações, ou 21 anos, estima-se que poderá ocorrer um declínio de mais de 10% da subpopulação nacional (AZEVEDO *et al.*, 2013). No Nordeste, particularmente, suas populações têm sido reduzidas a poucos indivíduos, estando virtualmente extinta em diversas localidades (ver FEIJÓ; LANGGUTH, 2013).

Além dessas espécies com algum grau de ameaça, merecem nota os roedores *W. cerradensis* e *T. laurentius*. Ambos estão listados na lista da IUCN (2022) como "Dados Insuficientes", mostrando que não existem informações suficientes sobre essas espécies para uma correta avaliação.

C.4. Espécies Bioindicadoras, Endêmicas, Raras e Não Descritas

A mastofauna registrada para área de influência do PSQ é composta, em sua maioria, por espécies generalistas, de ampla distribuição e de hábitos alimentares pouco seletivos (REIS *et al.*, 2011). Mas algumas merecem destaque, como pode ser visto a seguir.

Dentre as espécies com distribuição restrita e algum grau de endemismo incluem-se o ratinho-de-rabo-curto (*C. mattevvi*), o ratinho-de-rabo-comprido (*O. stramineus*), o rato-bico-de-lacre (*W. cerradensis*), o preá (*G. spixi*), o mocó (*K. rupestris*), o macaco-prego (*S. libidinosus*), o punaré (*T. laurentius*), o tatu-bola (*T. tricinctus*) e o gato-maracajá (*L. emiliae*). Algumas dessas espécies são endêmicas da Caatinga e do Cerrado, como o ratinho-de-rabo-curto (*C. mattevvi*), o ratinho-de-rabo-comprido (*O. stramineus*), o tatu-bola (*T. tricinctus*) e o macaco-prego (*S. libidinosus*) (GUTIÉRREZ; MARINHO-FILHO 2017). O rato-bico-de-lacre, anteriormente considerado endêmico apenas do Cerrado, agora se sabe que também ocorre na Caatinga (CAMPOS, 2014). O mocó e o preá são endêmicos da Caatinga (GUTIÉRREZ; MARINHO-FILHO, 2017), enquanto o gato-maracajá é endêmico do Norte e Nordeste brasileiro (NASCIMENTO; FEIJÓ, 2017). O punaré é considerado endêmico do Brasil (CARMIGNOTTO; ASTÚA, 2017).

Os felinos, como o gato-maracajá (*L. emiliae*), a onça-parda (*P. concolor*) e o gato-mourisco (*H. yagouaroundi*), além de estarem atualmente ameaçados, são também considerados bioindicadores devido à sua posição de topo na cadeia alimentar. A presença da onça-parda é especialmente importante, uma vez que na Caatinga ela está restrita às áreas menos impactadas pela atividade humana (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013). Essas espécies enfrentam uma grande pressão de caça que acaba reduzindo o tamanho populacional (ALVES *et al.*, 2012, 2016) e colocando em risco a manutenção de suas populações ao longo do tempo (PETERS *et al.*, 2016).

O macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) é outro mamífero que pode ser considerado um bioindicador. Assim como a onça-parda, sua distribuição está restrita a poucas áreas de Caatinga, geralmente aquelas mais conservadas, que detêm vegetação arbórea e que conservam certa umidade em períodos de maior seca (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013).

O veado-catingueiro (*S. gouazoubira*) e o caititu (*D. tajacu*) desempenham um papel fundamental como dispersores de sementes, contribuindo para a regeneração e manutenção de áreas florestadas (BECK, 2005; PRADO 2013). Ao se alimentarem de frutos e sementes, esses animais transportam as sementes para diferentes locais, favorecendo a colonização de áreas degradadas e promovendo a diversidade genética das plantas. Sua presença é essencial para a regeneração natural de ecossistemas florestais, especialmente em áreas afetadas pelo desmatamento e fragmentação. A conservação dessas espécies é crucial para garantir a resiliência e sustentabilidade desses ecossistemas.

Algumas espécies registradas estão adaptadas a áreas antropizadas, como o sagui-de-tufo-branco, a raposa e o timbu. Eles conseguem se adaptar a ambientes alterados pela ação humana, como áreas urbanas e agrícolas. Esses animais exploram os recursos disponíveis nesses ambientes modificados. No entanto, é crucial destacar que a conservação de habitats naturais e a redução da fragmentação são essenciais para proteger outras espécies nativas e preservar a biodiversidade como um todo. Não foram registradas espécies não descritas pela ciência.

C.5. Espécies Cinegéticas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

A interação entre humanos e mamíferos selvagens é variada e influenciada por diferentes culturas humanas, podendo ter efeitos positivos ou negativos para os animais envolvidos. Além de serem usados como alimento, os mamíferos são aproveitados na criação de artefatos, como adornos, combustível e medicamentos, dentre outras funcionalidades (ALVES *et al.*, 2016). Considerando o importante papel dos mamíferos na subsistência da população humana, esses animais têm sido alvo de atenção humana desde tempos remotos. A fauna de mamíferos dos ambientes semiáridos sempre foi explorada pelas populações locais, sendo em alguns casos uma das principais razões para o declínio de muitas espécies (ALVES *et al.*, 2016). Dentre os mamíferos, os que têm mais interações cinegéticas são os de médio e grande portes. Sendo assim, as espécies consideradas cinegéticas devem ser incluídas como de interesse econômico.

Durante as campanhas de levantamento de fauna foram registradas 19 espécies que possuem interações cinegéticas com as populações humanas (Quadro 11.2.1-16), segundo Alves *et al*. (2016). Dentre elas há 15 espécies de mamíferos de médio e grande portes, além dos mamíferos de pequeno porte *D. albiventris*, *G. spixii*, *K. rupestris* e *T. laurentius*.

Durante as campanhas de levantamento de fauna foram registrados indícios de atividade de caça na área do empreendimento, obtidos por observação direta, bem como por entrevistas informais com os moradores das comunidades da região. Apesar do forte componente cultural, em alguns casos financeiro, e até de subsistência, seria de grande valia um estudo de conscientização ambiental junto às comunidades locais, alertando para a importância do fim da caça tanto do ponto de vista legal/criminal quanto do ponto de vista ecológico.

Interessante notar que, dentre as categorias cinegéticas levantadas para as espécies de ocorrência no PSQ, há equilíbrio entre as categorias elencadas por Alves *et al*. (2016; Figura 11.2.1-96). O uso mais frequente é o místico medicinal, seguido por animais de estimação.

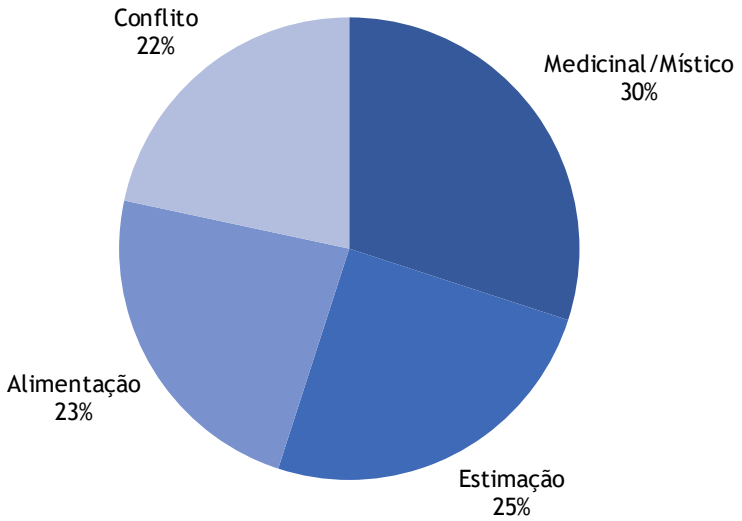


Figura 11.2.1-96: Interações cinegéticas dos mamíferos registrados na área de influência do PSQ.

Com relação às espécies domésticas na área da futura instalação do empreendimento foram registradas: cães (*Canis lupus familiaris*) e gatos (*Felis silvestris catus*), e de mamíferos de criação: bovinos (*Bos taurus*), ansinos (*Equus africanus asinus*), caprinos (*Capra aegagrus hircus*) e suínos (*Sus scrofa*). Todos esses animais são criados soltos e estão em virtualmente todos os pontos, sendo registrados algumas vezes pelas armadilhas fotográficas.

A presença desses animais em áreas de floresta nativa é um problema. Por exemplo, cães e gatos são competidores diretos de algumas espécies silvestres de médios e grande portes registradas, além de afetar negativamente a comunidade de pequenos mamíferos terrestres, pois predam roedores e marsupiais (GUEDES *et al.*, 2021). Os herbívoros de criação são competidores diretos de herbívoros silvestres, como o veado-catingueiro (*S. gouazoubira*) e o caititu (*D. tajacu*). Além disso, áreas que são muito pisoteadas por esses animais tendem a apresentar uma menor riqueza e abundância de pequenos mamíferos (GHELER-COSTA, 2006; CAO *et al.*, 2016). Não registramos espécies consideradas invasoras na área de influência do Projeto Santa Quitéria.

Quadro 11.2.1-16: Mamíferos terrestres cinegéticos, xerimbabos, de relação conflitante e de uso medicinal registrados na área de influência do PSQ, CE

ESPÉCIE	NOME COMUM	USO E RELAÇÕES DE CONFLITO			
		ALIMENTAÇÃO	ESTIMAÇÃO	CONFLITO	MEDICINAL/MÍSTICO
Didelphis albiventris	Timbu	X	-	X	X
Dasypus novemcinctus	Tatu-verdadeiro	X	X	-	X
Dasypus septemcinctus	Tatu-china	X	X	-	X
Euphractus sexcinctus	Tatu-peba	X	X	-	X
Tolypeutes tricinctus	Tatu-bola	X	X	-	X
Tamandua tetradactyla	Tamanduá-mirim	X	X	X	X
Sapajus libidinosus	Macaco-prego	X	X	-	X
Callithrix jacchus	Sagui	X	X	-	X
Leopardus emiliae	Gato-maracajá	-	X	X	X
Puma concolor	Onça-parda	-	X	X	X
Herpailurus yagouaroundi	Jaguarondi	-	X	X	X
Cerdocyon thous	Raposinha	-	X	X	X
Conepatus amazonicus	Ticaca	X	X	X	X
Procyon cancrivorous	Mão-pelada	-	X	X	X
Subulo gouazoubira	Veado-catingueiro	X	X	X	X
Dicotyles tajacu	Cateto	X	-	X	X

ESPÉCIE	NOME COMUM	USO E RELAÇÕES DE CONFLITO			
		ALIMENTAÇÃO	ESTIMAÇÃO	CONFLITO	MEDICINAL/MÍSTICO
Galea spixi	Preá	X	X	X	X
Kerodon rupestris	Mocó	X	-	X	X
Thrichomys laurentius	Punaré	X	-	X	-

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.6. Espécies de Interesse médico

A expansão das atividades humanas, desmatando e ocupando áreas naturais, seja através da agricultura e pecuária, seja por meio da urbanização, têm proporcionado cada vez mais o contato estreito entre a população humana, animais domésticos e animais silvestres. Essa aproximação favorece a disseminação de zoonoses: doenças ou infecções naturalmente transmissíveis entre os animais e os humanos, especialmente mamíferos silvestres dada a proximidade genética (RIBEIRO; MEDEIROS, 2017).

Das espécies de mamíferos silvestres registrados durante o estudo, os canídeos silvestres são considerados como reservatórios da *Leishmania* sp., além do *Trypanosoma cruzi*, que possui uma gama de hospedeiros ainda mais ampla entre os mamíferos (ROQUE; JANSEN, 2014). O vírus da raiva também pode ser encontrado em canídeos, como a espécie *C. thous* (cachorro-do-mato), considerado um dos principais reservatórios silvestres do vírus no nordeste do Brasil (LANGONI; FORNAZARI, 2014). Em suas fezes ainda podem ser encontrado o agente patogênico da Criptosporidiose, *Cryptosporidium parvum* (CABRAL et al., 2001). Essa doença é importante porque têm desenvolvido quadros gravíssimos em pacientes imunodeficientes (NEVES et al., 2016).

As espécies de tatus (Dasypodidae) também são consideradas reservatórios naturais do bacilo vetor da Hanseníase (*Mycobaterium leprae*), e de uma fase de vida do protozoário (*Trypanosoma cruzi*) vetor da Doença de Chagas (FROTA et al., 2012; KLUYBER et al., 2021). A região do estudo é reconhecida como área endêmica de doença de Chagas, com presença dos vetores insetos dessa doença. A presença de mamíferos silvestres reservatórios representa um risco para populações humanas que estejam frequentemente presentes nas áreas de contato entre ambientes urbanos e periurbanos e áreas naturais onde esses organismos podem estar presentes.

Ainda, dos mamíferos registrados, os pequenos roedores dos gêneros *Calomys* e *Oligoryzomys* são também reconhecidos como reservatórios de hantaviroses em todo o continente americano. A presença dos agentes patogênicos citados e de vetores associados não significam diretamente a ocorrência e transmissão de uma dessas zoonoses para populações humanas, porque esses fatores são muito importantes, mas não são isoladamente suficientes para o desenvolvimento de epidemias (BONVICINO et al., 2015), porque normalmente a prevalência nos reservatórios é baixa (*e.g.*, DE SOUZA CHIORATTO et al., 2010).

Durante a implantação e operação do empreendimento é de fundamental importância a correta execução do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, para evitar que o acúmulo de material orgânico atraia indivíduos das populações desses organismos, em especial roedores, tatus e canídeos.

C.7. Comparação Entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

O desenho amostral não favorece a comparações precisas entre as áreas de estudo no PSQ (ADA, AID e controle) devido ao esforço diferenciado desprendido em cada uma delas. Para minimizar os efeitos desse esforço, fizemos curvas de rarefação entre as três áreas (ADA, AID e Controle) e nos baseamos pela área de menor esforço (Controle) para comparar a riqueza.

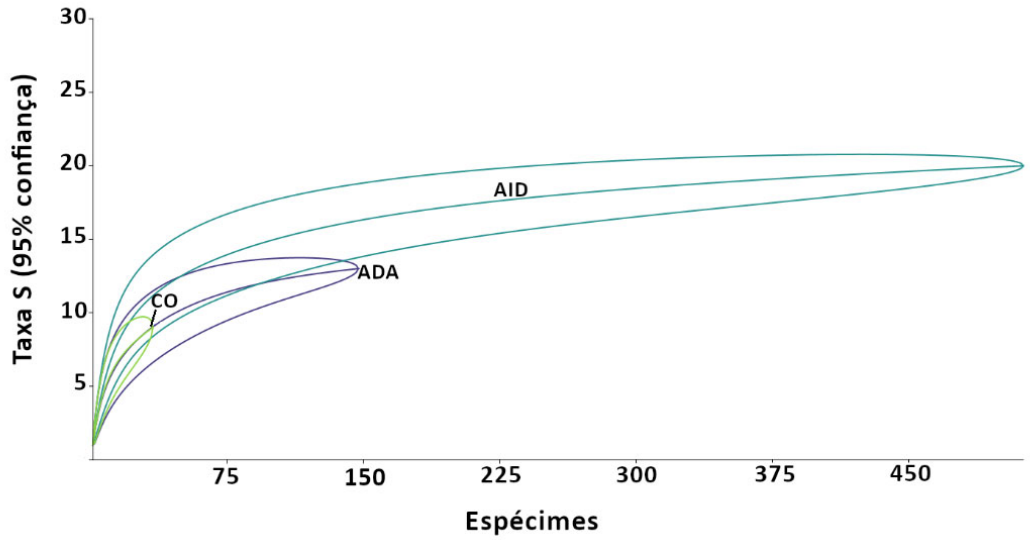


Figura 11.2.1-97: Curvas de rarefação de espécies de mamíferos para as áreas de influência do empreendimento PSQ.

Como era de se esperar, pelo maior esforço amostral realizado, a área com a maior riqueza e com a maior abundância absoluta foi a AID (8 pontos), seguido pela ADA (4 pontos) e por fim a área Controle (1 ponto). Ao analisarmos pela rarefação da área com menor amostragem (Figura 11.2.1-97), podemos ver que essa diferença provavelmente não se manteria caso os esforços fossem iguais, uma vez que o valor central de todas as áreas se encontra dentro do intervalo de confiança das demais. Ainda na Figura 11.2.1-98, merece destaque que o esforço realizado na área controle foi tão inferior às demais que nem foi possível o cálculo do intervalo de confiança para essa área.

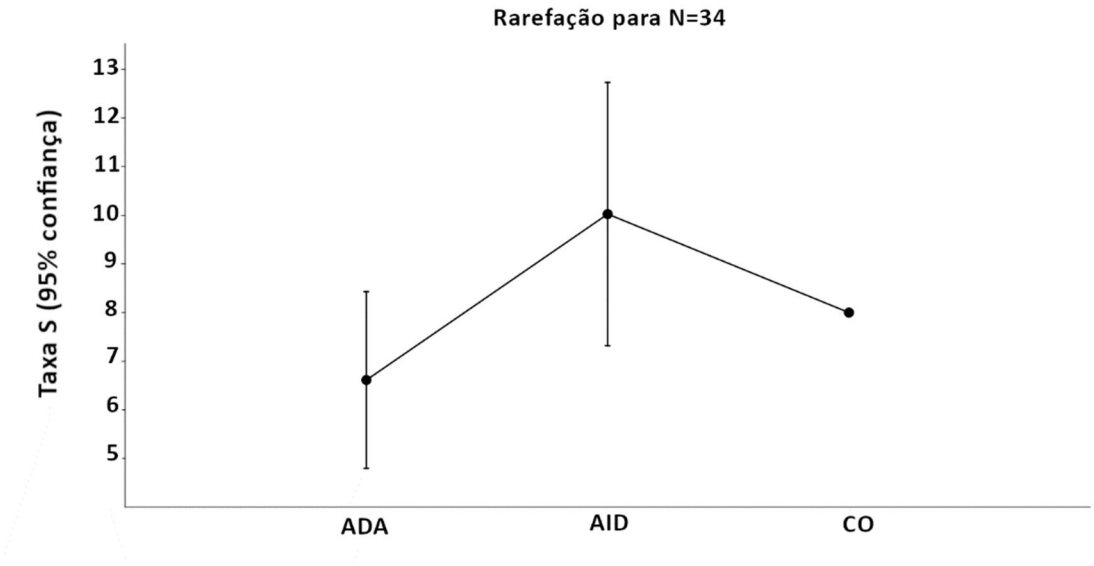


Figura 11.2.1-98: Gráfico de barras mostrando o valor da riqueza de cada área baseado na área com menor amostragem. As barras representam 95% do intervalo de confiança.

Apesar dos esforços diferenciados entre as áreas, é interessante pontuar que a composição das espécies de cada área amostral seja um bom parâmetro de avaliação. Nesse sentido, percebe-se um alto compartilhamento de espécies entre as áreas amostradas, especialmente entre a ADA e AID (cinco espécies). Esse resultado evidencia as observações de campo de que essas áreas de influência em particular (ADA e AID) apresentam, de maneira geral, as mesmas características fitofisionômicas. Além da questão ambiental, não existe nenhum tipo de barreiras físicas ou ecológicas entre os pontos amostrados que pudessem limitar a distribuição de alguma espécie. As espécies que ocorreram de forma exclusiva em determinada área têm potencial para ocorrer em todas. Certamente isso será constatado em estudos mais longos na região, como o monitoramento de fauna.

As análises dos índices de diversidade foram geradas para cada uma das áreas de influência em separado e para toda área em conjunto (Quadro 11.2.1-17). Para o cálculo dos índices, foram utilizados apenas os registros obtidos a partir de metodologias em que foi possível considerar os dados quantitativos, ou seja, através dos métodos padronizados aplicados.

Quadro 11.2.1-17: Indicadores ecológicos por área de influência calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da mastofauna terrestre realizado nas áreas de influência do PSQ

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	DIVERSIDADE (H')	EQUITABILIDADE (J')	DOMINÂNCIA (D)
ADA	147	13	2.07	0.80	0.83
AID	513	20	2.42	0.81	0.89
Controle	34	9	2.03	0.92	0.84
Total	**694**	**21**	**2.37**	**0.78**	**0.88**

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

No geral, os resultados dos índices refletiram as observações apresentadas e discutidas acima quanto à estatística descritiva. O valor do índice de diversidade de Shannon para a área de estudo como um todo (H=2,37) está dentro do intervalo considerado normal para a fauna em regiões tropicais, que varia entre 1,5 e 3,5 (CULLEN-Jr et al., 2012; MAGURRAN, 2011). Esse é um ótimo indicador de que a amostragem foi bem-sucedida, já que remete a uma diversidade de mamíferos terrestres condizente com a região de estudo, obtida através de um desenho amostral eficiente e que atende ao objetivo deste estudo.

A equitabilidade (J) da comunidade mastofaunística da área de estudo como um todo foi considerada alta (J=0,78), indicando que existe certa uniformidade entre as espécies da mastofauna terrestre. Isso se refletiu também na alta dominância de Simpson (D=0,88). Para esses índices, cujo resultado varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, mais é um indicador de que a comunidade tenha a dominância de algumas espécies.

Novamente, devido aos esforços diferenciados entre as áreas, uma comparação entre os índices de diversidade não mostra um panorama realista. Os dados podem estar enviesados. Na tentativa de especular um pouco sobre as diferenças entre as áreas geramos os gráficos das Figura 11.2.1-99 e Figura 11.2.1-100. Neles podemos perceber que para o índice de Shanon a AID apresenta uma significância em relação às outras duas áreas, não apresentando sobreposição dos intervalos de confiança, mostrando que podem ser áreas diferentes em relação a ADA e Controle. Em contrapartida, para esse índice, as áreas ADA e Controle apresentam valores similares. O mesmo não pode ser visto ao comparar a Dominância de Simpson (Figura 11.2.1-100), pois há uma sobreposição dos valores entre todas as áreas. Já equitabilidade não pode ter seu intervalo de confiança calculado e não pode ser avaliada da mesma maneira.

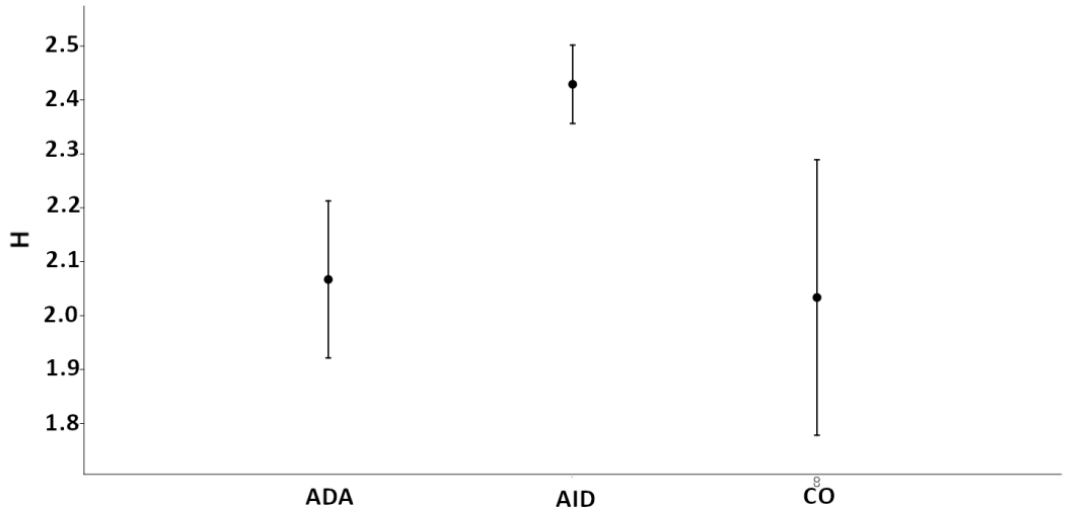


Figura 11.2.1-99: Gráfico de barras comparando os índices de Shannon entre as áreas de Influência do PSQ. As barras correspondem a 95% do intervalo de confiança para o ponto central.

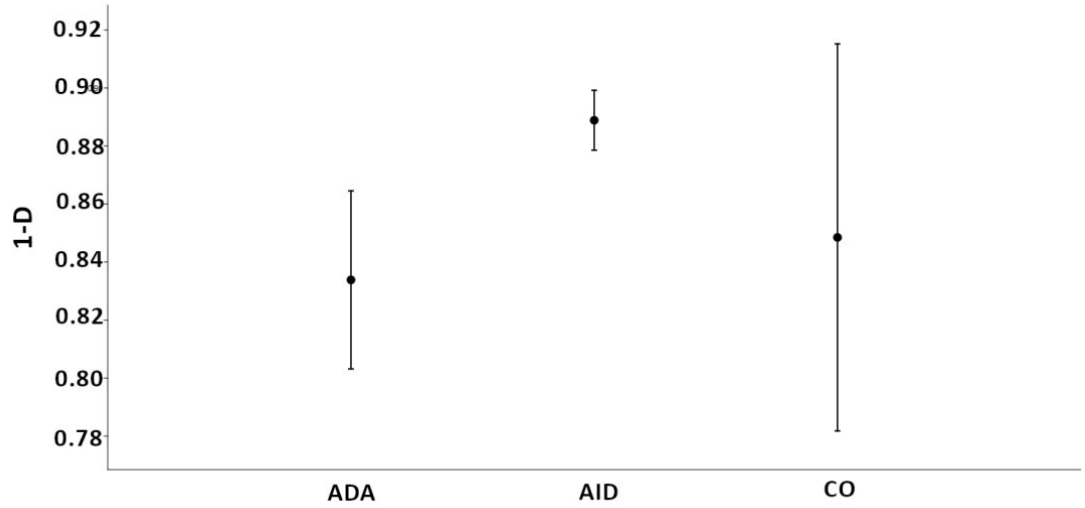


Figura 11.2.1-100: Gráfico de barras comparando as dominâncias de Simpson entre as áreas de Influência do PSQ. As barras correspondem a 95% do intervalo de confiança para o ponto central.

As comparações devem ser feitas com parcimônia, sempre considerando o resultado proporcional ao esforço amostral empregado. É preciso destacar, no entanto, que a área Controle (enquadrada no critério de não estar inserida nos limites da área de influência do empreendimento) é bastante representativa para a região do entorno das áreas de influência, isto é, apresenta uma vegetação menos conservada (Caatinga primariamente

arbustiva e esparsa utilizada para criação e cultivo diverso) e com sinais claros de antropização (próxima a comunidades e estradas), e que historicamente vem impactando a mastofauna terrestre dessa localidade.

A análise de similaridade faunística também revelou a homogeneidade entre os pontos amostrais do estudo. O dendograma gerado (Figura 11.2.1-101) não mostra um padrão claro nos agrupamentos. Localidades próximas geograficamente não agruparam, e localidades distantes se agruparam. Por exemplo, o ponto controle (P14), o mais distante, agrupou com pontos com 7 km de distância em linha reta, enquanto pontos com distância de apenas 300 m não se agruparam (P5 e P6). Além disso, a similaridade entre a maior parte dos agrupamentos está na casa dos 60%. Isso é sinal de que os pontos são muito parecidos entre si.

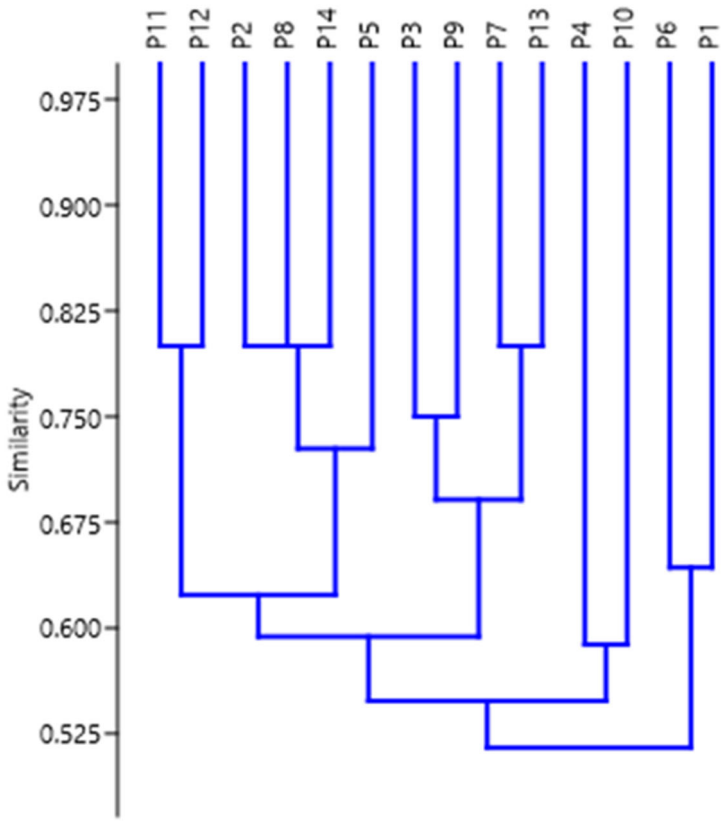


Figura 11.2.1-101: Análise de agrupamento utilizando o método UPGMA com base na composição de espécies de mamíferos terrestres registradas nas áreas de influência do PSQ, CE. Valores mais próximos de 1.0 (100%) mostram maior similaridade. Coeficiente cofenético = 0.7164.

C.8. Sazonalidade

Ao compararmos riqueza e abundância entre as três campanhas (C1, C2, C3), podemos notar que a riqueza foi parecida em todas, sendo que C2 obteve o maior número de espécies registradas, seguida pela C3 – a diferença foi apenas de uma espécie entre elas (Figura 11.2.1-102). Com relação à exclusividade de registro, a C2 teve a presença de D. novemcinctus, K. rupestres, D. tajacu e H. yagouaroundi, que não foram registradas em nenhuma outra campanha, enquanto os roedores C. mattevii e N. lasiurus foram registrados apenas na C3.

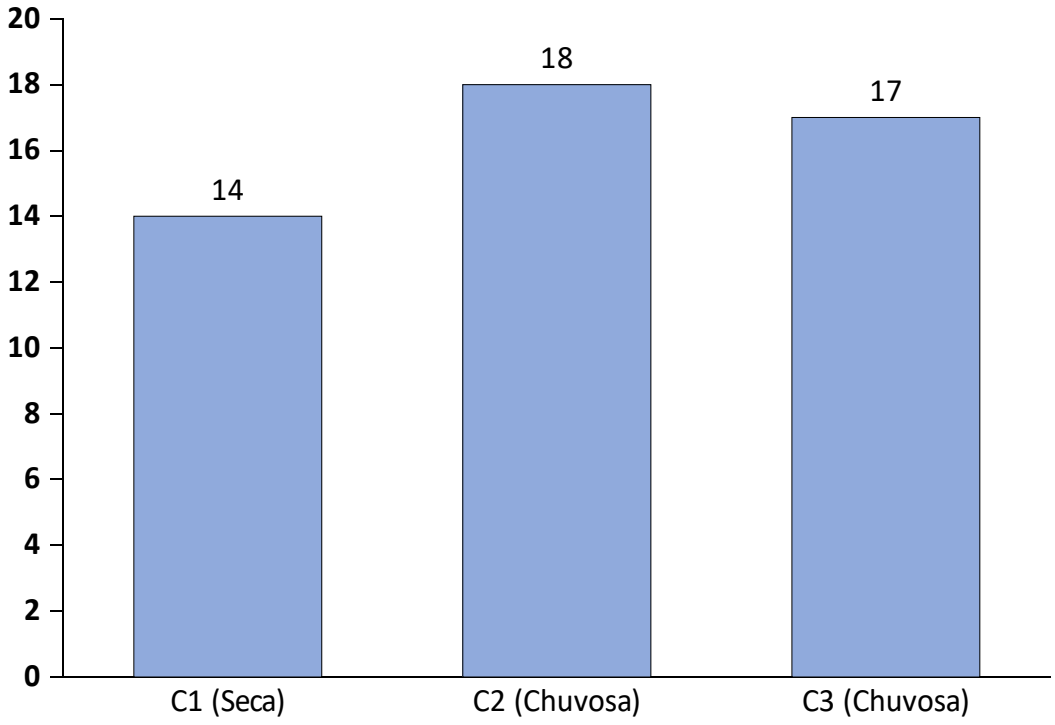


Figura 11.2.1-102: Riqueza de espécies amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas.

Ao analisarmos a abundância entre as campanhas, podemos notar que houve aumento progressivo no número de registros (Figura 11.2.1-103). Levando em consideração o porte dos mamíferos terrestres, verificou-se o seguinte cenário: para os mamíferos terrestres de médio e grande portes, na primeira campanha foram registradas sete espécies e 42 indivíduos, enquanto na segunda campanha obtiveram-se 10 espécies e 84 espécimes e na terceira campanha oito espécies e 41 espécimes (Figura 11.2.1-104 e Figura 11.2.1-105). Para os de pequeno porte, foram registradas sete espécies e 127 indivíduos na primeira campanha, oito espécies e 138 indivíduos na segunda campanha e na terceira nove espécies e 258 indivíduos (Figura 11.2.1-106 e Figura 11.2.1-107).

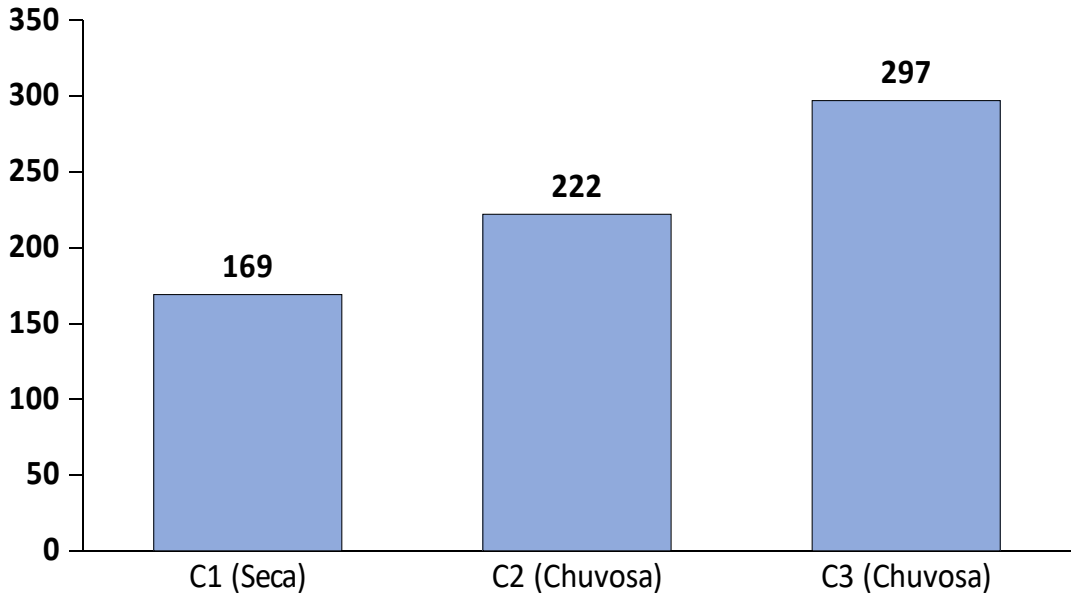


Figura 11.2.1-103: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas.

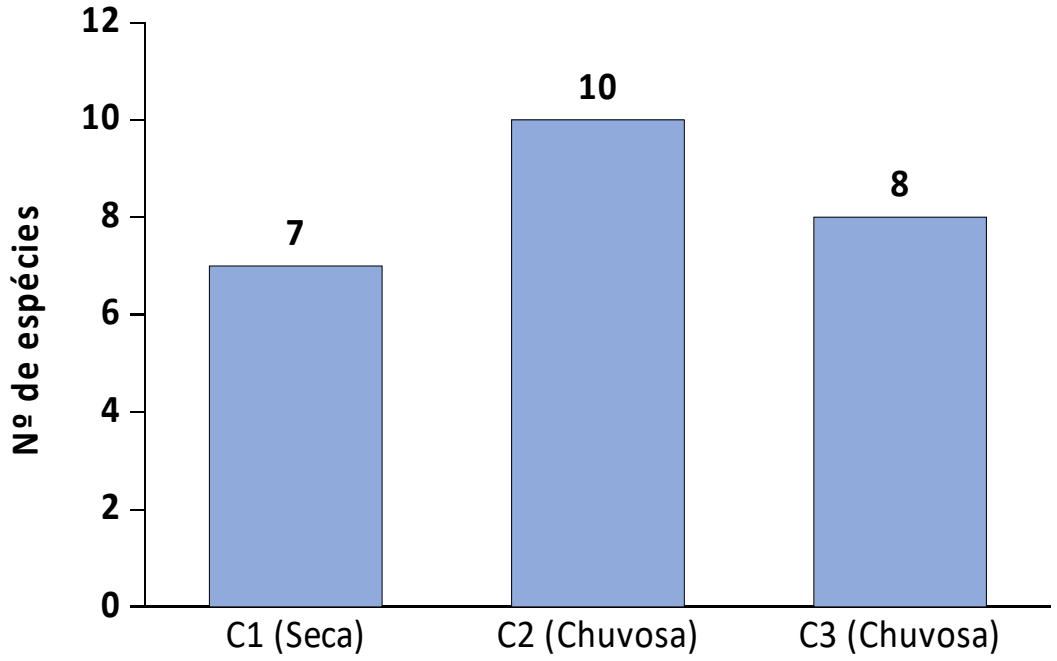


Figura 11.2.1-104: Riqueza de espécies de médio e grande portes amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas.

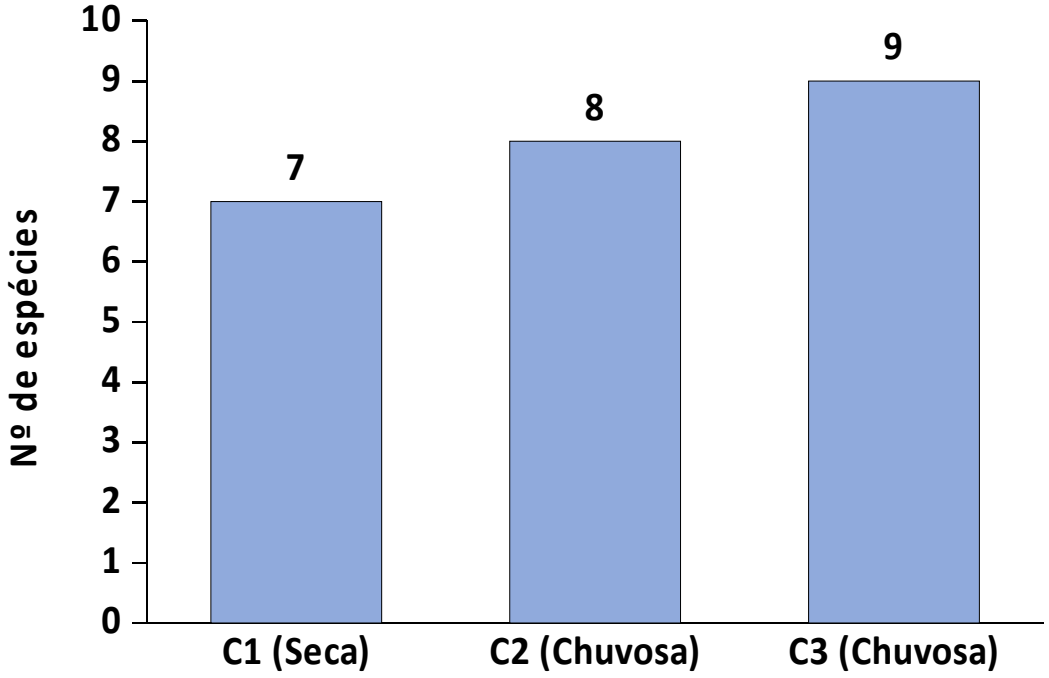


Figura 11.2.1-105: Riqueza de espécies de pequeno porte amostrada na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas.

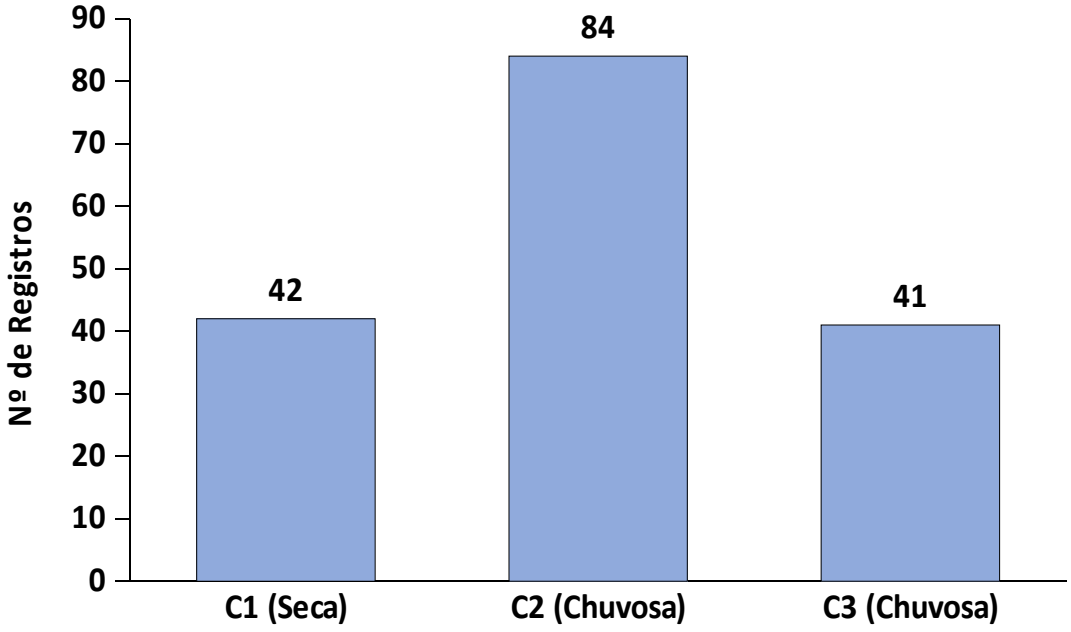


Figura 11.2.1-106: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas para os mamíferos de médio e grande portes.

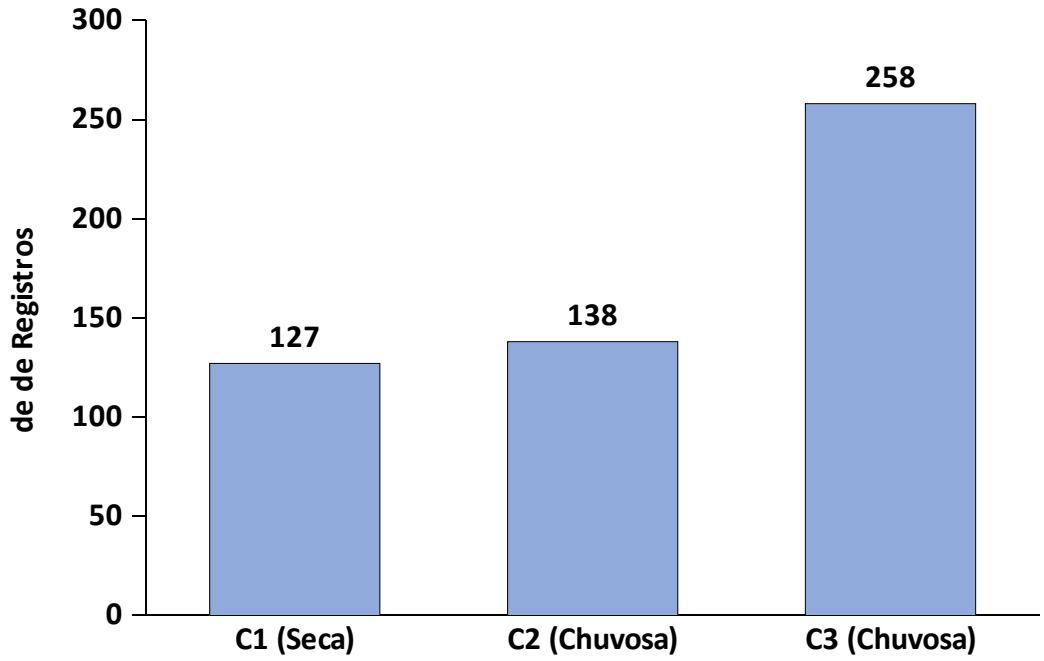


Figura 11.2.1-107: Frequência de registros na área de influência do PSQ ao longo das três campanhas para os mamíferos de pequeno porte.

A sazonalidade desempenha um papel crucial na comunidade de mamíferos, especialmente nos ecossistemas da Caatinga. Durante o processo de licenciamento ambiental, é comum solicitar a avaliação das comunidades de mamíferos tanto na estação seca quanto na estação chuvosa. Isso é feito com o intuito de minimizar as variações decorrentes das mudanças ambientais causadas pela presença ou ausência de precipitação. Dessa forma, considerar as estações permite-se obter uma visão mais abrangente dos padrões e das respostas dos mamíferos em relação às condições sazonais.

Devido ao regime heterogêneo de chuvas na região Nordeste, a campanha 2, que era para ser durante a estação chuvosa, terminou por ocorrer durante um período de maior seca do que a primeira campanha. Desta forma o IBAMA solicitou, por meio do Parecer Técnico 148/2022 (SEI Nº 14359621), uma campanha adicional (C3) para que pudessem ser avaliados os efeitos da chuva na comunidade de mamíferos na área do futuro empreendimento.

Considerando essa perspectiva, durante períodos de escassez de recursos, como alimento e água, é de se esperar um aumento no número de registros de espécies de mamíferos de médio e grande portes, que apresentam maior vagilidade. Isso se deve à maior atividade desses animais na busca por esses recursos em áreas mais extensas do que aquelas que costumam explorar durante períodos mais favoráveis. Essa ampliação do raio de busca resulta em um maior número de avistamentos e registros dessas espécies. As iscas utilizadas podem significar um ótimo recurso para um ambiente carente de recursos também, maximizando as capturas nessa condição.

Nessa mesma linha de pensamento, as armadilhas que se utilizam de iscas são muitos mais importantes para amostragem dos pequenos mamíferos (Figura 11.2.1-108). Durante as campanhas mais secas (C1 e C2), as armadilhas que usam iscas (livetraps) foram as responsáveis por um número muito maior de capturas do que as armadilhas de contenção e queda. Durante a terceira campanha, já sob efeito da chuva, a armadilha mais importante nos registros foi o pitfall. Além de as iscas serem menos importantes na comunidade, os pequenos mamíferos devem responder ao efeito da precipitação, aumentando rapidamente sua população e a atividade (movimentação) na área, tanto pelo aumento de recurso quanto com a finalidade de reprodução, elevando a chance de serem capturados nos baldes (KREBS; MYERS, 1974).

Costa-Pinto et al. (2023) apontam que não existem estudos detalhados sobre a dinâmica populacional e nem sobre informações ecológicas dos pequenos mamíferos da Caatinga, mas afirmam que a variação na abundância deve estar relacionada à resposta reprodutiva durante os períodos de maior disponibilidade de recursos alimentares, aumentando o tamanho populacional em algum momento após esse período.

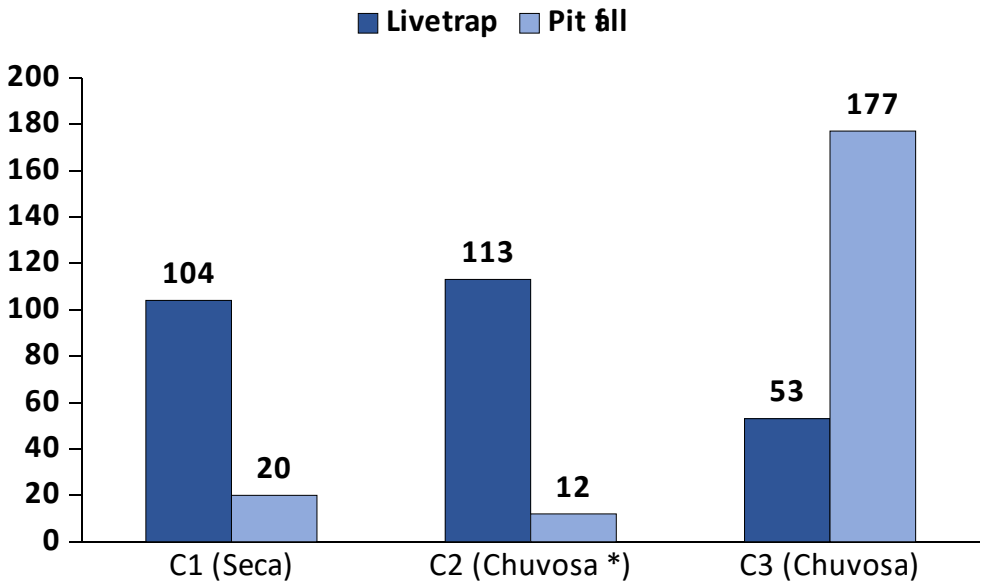


Figura 11.2.1-108: Número de capturas entre live traps e pitfall nas três campanhas nas áreas de influência do PSQ. *Período atribuído à estação chuvosa, mas o ambiente estava seco.

Portanto, podemos perceber com os dados apresentados até o momento que as campanhas 1 e 2 tiveram padrões parecidos com relação à abundância e riqueza, e já a terceira campanha mostrou padrão diferente, principalmente com relação ao número de registros. Esse fato fica mais acentuado ao examinar separadamente os mamíferos de médio e grande portes dos pequenos mamíferos.

C.9. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

O levantamento mais recente para a mastofauna no estado do Ceará aponta para a presença de 62 espécies de mamíferos terrestres (FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2021). Embora seja uma excelente coletânea da mastofauna do estado, ele é apenas uma lista taxonômica, sem nenhuma informação adicional, como a localidade em que as espécies ocorrem. Dessa forma, uma comparação mais precisa se tornar inviável. Essa elevada riqueza só é possível pelas diversas paisagens e tipos vegetacionais que o Ceará apresenta, como os Brejos de Altitude. De forma similar, o estudo de Carmignotto e Astúa (2017) também não apresenta localidades de coleta e trata de uma área maior ainda que o Ceará, a Caatinga.

Para essa comparação mais regional foram seguidos os estudos de Feijó e Langguth (2013), o da Arcadis Logos (2014), EIA pretérito da mesma região (GURGEL-FILHO *et al*, 2015; DIAS *et al.*, 2017). De acordo com esses estudos, são conhecidas ao menos 29 espécies de mamíferos terrestres silvestres para a região central do Ceará, local onde está inserido o PSQ. Sendo assim, as 26 espécies inventariadas neste estudo representam cerca de 90% dos mamíferos terrestres com possível ocorrência para a região. Isso mostra que o atual estudo foi eficaz em diagnosticar a mastofauna da área de influência do PSQ.

Os resultados apresentados neste relatório são significativos mesmo sabendo que o estado do Ceará ainda carece de informações quanto à diversidade de mamíferos em comparação aos outros estados do Nordeste, como Bahia, Paraíba e Pernambuco (FEIJÓ; LANGGUTH 2013; GURGEL-FILHO *et al*. 2015). A grande extensão territorial (cerca 148.000 km^2) contribui para essa falta de dados, em especial na porção central do Ceará, região onde está inserido o empreendimento em questão.

Ao analisar cada referência, a união dos estudos de Feijó e Langguth (2013) e Gurgel Filho *et al*. (2015) compõem o maior volume de dados sobre a diversidade de mamíferos no estado do Ceará, o primeiro tratando especificamente das espécies terrestres de médio e grande portes, e o segundo acerca dos pequenos mamíferos terrestres e dos mamíferos alados (morcegos). Embora possuam excelentes descrições das espécies e um catálogo georreferenciado, as informações contidas nesses estudos são baseadas exclusivamente em espécimes depositados em museus e coleções. O estudo de Dias *et al*. (2017) é o único inventário de mamíferos na Caatinga disponível para o estado até o momento. Nesse estudo foram registradas 29 espécies de mamíferos terrestres. Apesar de uma diversidade maior do que a registrada para a área do PSQ, as espécies exclusivamente registradas pelos autores são espécies de ambientes mais úmidos, mostrando que a área tem influência do Brejo de Altitude do entorno. Ao retirarmos essas espécies, Dias *et al*. (2017) registraram apenas o gato-do-mato *L. pardalis* com potencial presença na região de Santa Quitéria e Itataia.

O principal estudo prévio utilizado como referência no levantamento secundário foi o de autoria da Arcadis Logos (2014), que elaborou o primeiro inventário da mastofauna terrestre para o diagnóstico ambiental componente do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria, realizado em 2011. Esse relatório apontou a ocorrência de 25 espécies de mamíferos terrestres para a atual região após duas campanhas para coleta de dados primários (uma na estação seca e outra na estação chuvosa), sendo uma realizada no final do período chuvoso. O primeiro EIA utilizou entrevistas informais que conduziram ao registro do tatu-china (*D. septemcinctus*), espécie considerada rara, assim como o tatu-bola (*T. tricinctus*; ver FEIJÓ; LANGGUTH, 2013 e FEIJÓ *et al.*, 2015). A única outra espécie registrada por Arcadis Logos (2014) e não contemplada no atual levantamento foi o tamanduá-mirim (*T. tetradacytla*), espécie comum e de ampla distribuição na Caatinga, portanto, plausível de ocorrer na área de influência do empreendimento e com possibilidade de ser registrada após novas incursões a campo, como em um recomendado Programa de Monitoramento.

O Quadro 11.2.1-18 mostra o levantamento de espécies de potencial ocorrência para a área do Projeto Santa Quitéria com base nos dados secundários levantados.

Quadro 11.2.1-18: Levantamento de espécies registradas e de potencial ocorrência para a área do projeto Santa Quitéria com base nos dados secundários

TÁXON	NOME COMUM	IUCN	MMA	DADOS PRIMÁRIOS (2021; 2023)	EIA (2014)	DADOS SECUNDÁRIOS
DIDELPHIMORPHA Gill, 1872 sensu Marshall, Case e Woodburne, 1990						
Didelphidae Gray, 1821						
Didelphis albiventris Lund, 1840	Cassaco-de-orelha-branca	LC	-	X	X	EIA (2014)
Gracilinanus agilis (Burmeister, 1854)	Cuíca-pequena	LC	-	X	X	EIA (2014)
Monodelphis doméstica (Wagner, 1842)	Rato-cachorro	LC	-	X	X	EIA (2014),2
CINGULATA,Illiger, 1811						
Chlamyphoridae, Bonaparte, 1850						
Dasypus novemcinctus (Linnaeus, 1758)	Tatu-galinha	LC	-	X	X	EIA (2014)
Dasypus septemcinctus (Linnaeus, 1758)	Tatuí	LC	-	-	X*	EIA (2014)**
Euphractus sexcinctus (Linnaeus, 1758)	Tatupeba	LC	-	X	X	1, EIA (2014)
Tolypeutes tricinctus (Linnaeus, 1758)	Tatu-bola	VU	EN	-	X*	EIA (2014)**
PILOSA Flower, 1883						
Myrmecophagidae Gray 1825						
Tamandua tetradactyla (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	LC	-	-	X*	EIA (2014)**
PRIMATES Linnaeus, 1758						
Callithichidae(Gray, 1821)						

TÁXON	NOME COMUM	IUCN	MMA	DADOS PRIMÁRIOS (2021; 2023)	EIA (2014)	DADOS SECUNDÁRIOS
Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758)	Sagui-de-tufo-branco	LC	-	X	X	1, EIA (2014)
Cebidae Gray, 1825						
Sapajus libidinosus (Spix, 1823)	Macaco-prego	NT	NT	X	X	EIA (2014)
CARNIVORA Bowdich, 1821						
Canidae G. Fischer, 1817						
Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766)	Cachorro-do-mato, raposinha	LC	-	X	X	1, EIA (2014)
Felidae Fischer von Waldheim 1817						
Leopardus sp.	Gato-do-mato	-	-	-	X	EIA (2014)
Leopardus emiliae (Thomas, 1914)	Gato-do-mato-pequeno	VU	EN	X	X	1
Puma concolor (Linnaeus, 1771)	Puma, onça-parda	LC	VU	X	X	EIA (2014)
Puma yagouaroundi (Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	Gato-mourisco	LC	VU	X	X	EIA (2014)
Mephitidae Bonaparte, 1845						
Conepatus semistriatus(Lichtenstein, 1838)	Ticaca, Gambá	LC	-	X	X	EIA (2014)
Procyonidae Gray, 1825						
Procyon cancrivorous (Cuvier, 1798)	Mão-pelada, guaxinim	LC	-	-	X	1, EIA (2014)
ARTIODACTYLA Owen, 1848						
Cervidae Goldfuss, 1820						

TÁXON	NOME COMUM	IUCN	MMA	DADOS PRIMÁRIOS (2021; 2023)	EIA (2014)	DADOS SECUNDÁRIOS
Mazama gouazoubira Fischer, 1814	Veado-catingueiro	LC	-	X	X	EIA (2014)
Tayassuidae Palmer, 1897						
Pecari tajacu Linnaeus, 1758	Caititu	LC	-	X	X*	1, EIA (2014)**
RODENTIA Bowdich, 1821						
Caviidae G. Fischer, 1817						
Galea spixii (Wagler, 1831)	Preá	LC	-	X	X	EIA (2014)
Kerodon rupestris (Wied-Neuwied, 1820)	Mocó	LC	VU	X	X	EIA (2014)
Cricetidae G. Fischer, 1817						
Calomys expulsus Lund, 1841	Rato-calunga	LC	-	-	X	EIA (2014)
Necromys lasiurus (Lund, 1841)	Pixuna	LC	-	-	X	EIA (2014)
Oligoryzomys sp.	Ratinho-de-rabo-comprido	LC	-	X	X	EIA (2014)
Wiedomys cerradensis Gonçalves, Almeida e Bonvicino, 2005*	Rato-palhaço	DD	-	X	X	EIA (2014), 2
Echimyidae Gray, 1825						
Thrichomys laurentius Thomas, 1904	Punaré	DD	-	X	X	EIA (2014)

*Legenda: Categorias de ameaça: CR - Criticamente em Perigo; DD - Deficiente de dado; EN - Em Perigo; NT: Quase ameaçado; LC - Preocupação menor; VU - Vulnerável. CITES, 2021 (Apêndice I, II e III) Método de registro: ACV - Armadilha de Contenção Viva; AF - Armadilha Fotográfica; AIQ - Armadilha de Interceptação e Queda; BA - Busca Ativa. Endemismo: CAA - Caatinga, CE - Cerrado. Dados secundários: 1) Feijó & Langguth (2013); 2) Gurgel Filho et al., (2015). EIA (2014) - Arcadis Logos *espécie registrada apenas por entrevista.*

D. Considerações Finais

Após a realização de três campanhas de levantamento da fauna para o diagnóstico ambiental do Projeto Santa Quitéria, foram obtidos 658 registros, pertencentes a 21 espécies da mastofauna terrestre, sendo 481 indivíduos de dez espécies mamíferos de pequeno porte e 163 de outras 11 espécies de mamíferos de médio e grande portes. Ao unirmos esses dados primários com os dados secundários, a riqueza da área de estudo sobe para 26 espécies.

Apesar da característica de levantamento rápido, os números obtidos nesse estudo são extremamente relevantes e representativos da mastofauna terrestre regional. A análise de suficiência amostral gerou uma curva de acumulação de espécies próxima à estabilização, com os estimadores indicando que tenha sido contemplado cerca de 91% das espécies possíveis através dos métodos utilizados, algo bastante satisfatório e representativo.

As espécies inventariadas desempenham um papel importante na comunidade de vertebrados terrestres e no ambiente, estando presentes dispersores de sementes, grandes herbívoros, espécies onívoras, predadores de topo de cadeia, além daquelas que cumprem seu papel como presas para outros animais. De maneira geral, a maior parte das espécies inventariadas apresentam ampla distribuição geográfica no Brasil e hábito mais generalista, algumas, inclusive, com alto grau de adaptação a ambientes perturbados, como *C. thous*, *C. jacchus* e *D. albiventris*. No entanto, os registros de espécies incluídas em categorias de ameaça em lista nacional (MMA, 2022) e internacional (IUCN, 2022) como *L. emiliae*, *H. yagouaroundi* e *K. rupestris* são dignas de destaque e merecem atenção em programas ambientais nas futuras etapas de licenciamento. Soma-se a isso o fato de os felinos ocuparem o topo da cadeia trófica e apresentarem grande interesse cinegético, assim como outras espécies registradas, em particular aquelas de médio e grande portes.

O registro de bandos de macaco-prego (*S. libidinosus*), incluindo filhotes, é outro dado importante. Essa espécie encontra-se atualmente restrita a áreas mais conservadas da Caatinga, que detenham estrato arbóreo e uma quantidade de recursos compatíveis com o seu porte (FIALHO *et al.*, 2015), portanto, deve ser considerada como espécie bioindicadora da boa qualidade ambiental da região.

Embora os mamíferos de médio e grande portes concentrem a maior parte das espécies de mamíferos terrestres ameaçadas, bioindicadoras e cinegéticas, entende-se que para este empreendimento em específico, os mamíferos de pequeno porte não devam ser desprezados e atuem como indicadores dos impactos gerados na implantação, principalmente aqueles decorrentes da supressão vegetal para abertura da faixa de servidão e escavação das minas.

Ao contrário dos mamíferos de médio e grande portes, os pequenos mamíferos terrestres possuem menor área de vida, tornando-se, assim, mais afetados pela supressão pontual.

Por outro lado, é preciso destacar que a presença de espécies domésticas e de criação é algo já inserido na paisagem da área de estudo, fruto do uso de parte do território para atividades agropecuárias. Cães e gatos domésticos, em particular, podem causar sérios danos aos mamíferos nativos, uma vez que estão relacionados à predação (LACERDA *et al.*, 2009), restrição à distribuição (MASSARA *et al.*, 2018) e disseminação de doenças (CURI *et al.*, 2016). Outro problema é a caça, seja para consumo, seja para controle ou demais usos. Nesses casos, geralmente os grandes predadores são os mais prejudicados por haver conflitos com os criadores (gado, caprinos, galináceos) e caçadores (CHAPRON *et al.*, 2014; DI MININ *et al.*, 2016), removendo diretamente predadores selvagens ou esgotando indiretamente uma grande variedade de suas presas (KARANTH; CHELLAM, 2009).

Quanto aos mamíferos terrestres, deverá ser dada prioridade no monitoramento às espécies bioindicadoras, de alto valor ecológico, com distribuição mais restrita e/ou aquelas incluídas em categorias de ameaça de extinção, seja em nível nacional ou internacional. Para este estudo em específico se enquadram nessa categoria as espécies *K. rupestris*, *L. emiliae* e *H. yagouaroundi*.

A mitigação dos impactos negativos deve abranger os locais diretamente afetados pela supressão vegetal, ao passo que deve ser evitada a degradação de áreas de maior relevância biológica, como as encostas de serra e próximas aos leitos de rios e outros corpos d'água. Com a aplicação dessas medidas e ações, acredita-se ser possível, sob a ótica dos impactos diretos ocasionados pelo empreendimento, manter a comunidade de mamíferos terrestres em níveis viáveis.

Figura 11.2.1-109: *Monodelphis domestica* com filhotes presos nas mamas.

Figura 11.2.1-110: *Euphractus sexcicntus* capturado no Pitfall.

Figura 11.2.1-111: Espécime de *Calomys mattevii* capturado e marcado.

Figura 11.2.1-112: Espécime de *Necromys lasiurus* capturado e marcado.

Figura 11.2.1-113: Espécime de *Wiedomys cerradensis* capturado e marcado.

Figura 11.2.1-114: Espécime de *Cerdocyon thous* registrado na armadilha fotográfica no ponto 1.

Figura 11.2.1-115: Espécime de *Conepatus amazonicus* registrado na armadilha fotográfica no ponto 2.

Figura 11.2.1-116: Espécime de *Subulo gouazoubira* registrado na armadilha fotográfica do ponto 7.

Figura 11.2.1-117: Espécime de *Thrichomys laurentius* registrado na armadilha fotográfica do ponto 10.

11.2.1.1.6 Quiropterofauna

A. Introdução

No Brasil são encontradas 182 espécies de morcegos de 68 gêneros e nove famílias (GARBINO *et al.*, 2020); distribuídos em todos os domínios morfoclimáticos brasileiros (PAGLIA *et al.*, 2012). Dentre os domínios brasileiros, a Caatinga ainda é uma das regiões menos estudadas do país (BERNARD *et al.*, 2011), com grande parte do esforço científico concentrado em alguns poucos pontos em torno dos principais centros populacionais (LEAL *et al.*, 2003).

Atualmente, são conhecidas 82 espécies de morcegos na Caatinga (PAGLIA *et al.*, 2012; MORATELLI; DIAS 2015; FEIJÓ *et al.*, 2015a, b; ROCHA *et al.*, 2015, 2018), resultado de esforços realizados nas últimas quatro décadas. Os primeiros estudos que abordaram a quiropterofauna da Caatinga ocorreram nas imediações de Exú-PE e Crato-CE, os quais

resultaram em relevantes contribuições ao conhecimento da mastofauna do Nordeste brasileiro (MARES *et al.*, 1981; WILLIG, 1983). Quatro décadas depois, o esforço empregado por Mares *et al.* (1981) ainda faz de Exu (PE), Crato (CE) e São Raimundo Nonato (PI) - com 32, 25, 24 espécies registradas respectivamente -, algumas das regiões de maior diversidade de morcegos da Caatinga (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

No estado do Ceará, apesar dos avanços na última década, com destaque para a compilação de dados de coleções feita por Gurgel-Filho *et al.* (2015), com a listagem de 41 espécies de morcegos, há poucas regiões razoavelmente amostradas. Atualmente, a lista oficial de Mamíferos Continentais do Ceará computa 53 espécies de oito das nove famílias do Brasil (FERNANDES-FERREIRA *et al.* 2021).

Embora todos os morcegos usem o voo como forma de locomoção, espécies podem explorar a paisagem de maneia totalmente distinta uma das outras. Assim, a grande diversidade de espécies da ordem Chiroptera, tanto em escala regional como local, também reflete uma grande diversidade funcional, no que se refere aos hábitos alimentares (insetívoros, frugívoros, nectarívoros, carnívoros, onívoros, piscívoros e sanguívoros; KALKO, 1996), uso de abrigos (cavernas, fendas de rochas, ocos de arvores, folhagem e construções humanas), estratégias de forrageio e ecolocalização (DENZINGER *et al.*, 2018).

Além disso, as variações na abundância tanto de espécies sensíveis à perda de habitat quanto de espécies que se beneficiam da sucessão secundária (comuns em áreas degradadas) fazem de algumas espécies de morcegos bons indicadores de mudanças ambientais, sejam elas naturais (e.g., diferentes ecossistemas) ou induzida por ação antrópica (e.g., diferentes níveis de degradação de um mesmo ecossistema) (MEDELLÍN *et al.*, 2000; RUSSO *et al.*, 2021).

Esta seção trata do diagnóstico da quiropterofauna nas Áreas de Influência do Projeto Santa Quitéria, elaborado com base em dados secundários e primários, tendo sido estes últimos obtidos após a realização de três campanhas de Levantamento de Fauna: 1ª campanha, novembro de 2020; 2ª campanha, fevereiro de 2021 e 3ª campanha, abril de 2023.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Quiropterofauna – Dados Secundários

Considerando que o inventário de quirópteros mais próximo ao empreendimento foi realizado em Crateús/CE (SILVA *et al.*, 2015) a uma distância superior a 100 Km, a relação de espécies de provável ocorrência se baseou em dados secundários levantados em atividade

de campo durante a elaboração EIA/RIMA em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014). Além disso, o presente estudo incorporou dados de três inventários em áreas de caatinga arbustiva-arbórea do estado do Ceará (NOVAES; LAURINDO 2014; SILVA et al., 2015; FEIJÓ; ROCHA 2017). Como critérios, além da fitofisionomia, foram selecionados artigos publicados na última década em revistas indexadas.

Os estudos utilizados foram:

+ Arcadis, 2011- O estudo realizado no âmbito do processo de licenciamento anterior do empreendimento resultou no registro de 218 indivíduos pertencentes a 15 espécies e 6 famílias.
+ Novaes e Laurindo, 2014 – O levantamento realizado em cinco localidades na Chapada do Araripe, entre 2010 e 2012, resultou no registro de 25 espécies distribuídas em seis famílias, resultante da captura de 201 indivíduos.
+ Silva *et al.*, 2015 - O estudo foi realizado em uma área de Caatinga arbustiva na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Serra das Almas), localizada no Planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. As campanhas de campo ocorreram em julho de 2012 (período chuvoso) e janeiro de 2013 (período seco), totalizando 19 noites de amostragem. No total foram registrados 347 indivíduos de 23 espécies e seis famílias.
+ Feijò e Rocha, 2017- O estudo realizado na Estação Ecológica Aiuaba (ESEC Aiuaba), de agosto de 2012 a dezembro de 2013, resultou na captura de 275 espécimes pertencentes a 26 espécies, 24 gêneros e sete famílias.
+ Em 2021 Fernandes-Ferreira e colaboradores compilaram a lista do espécies de quirópteros registrados para o estado do Ceará, que resultou em 53 espécies pertencentes às famílias Phyllostomidae, Noctilionidae, Furipteridae, Emballonuridae, Mormoopidae, Natalidae, Vespertilionidae e Molossidae.

B.2. Levantamento de Quiropterofauna – Dados Primários

Para o presente estudo foram realizadas três amostragens, de maneira a contemplar a estação seca e chuvosa. A primeira campanha do diagnóstico de quirópteros ocorreu entre 04 e 18 de novembro de 2020 (estação seca), a segunda entre 31 de janeiro e 12 de fevereiro de 2021 (final da estação seca, início da chuvosa) e a terceira entre 16 e 30 de abril de 2023 (estação chuvosa). Para a coleta de dados foram usados três métodos distintos e sabidamente complementares, captura direta com redes-neblina, busca ativa em abrigos diurnos e a bioacústica com detectores de ultrassom (*Bat detectors*). Foram escolhidos 14 pontos amostrais ao longo da área do empreendimento, com um dia de amostragem de cada método por ponto, sendo quatro na ADA, nove na AID e um na Área Controle. Os pontos onde

foram instalados as redes e os gravadores foram exatamente os mesmos das amostragens de mamíferos não voadores. A localização geográfica e as imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico.

Redes-neblina e busca ativa

Em cada área amostral, nove redes-neblina (12 x 3 m) foram instaladas ao nível do solo (Figura 8.1 A-B) das 17 às 24 horas e sendo vistoriadas a cada 30 min para a retirada dos indivíduos capturados. O esforço para esse método foi de 6.804 h.m² por área amostral (36 m² x 9 redes x 7 h x dia x ponto x campanha), 31.752 h.m² por campanha e 95.256 h.m² para todo o estudo.

Após a identificação e anotação de dados como sexo, idade, estágio reprodutivo, peso e comprimento do antebraço, os indivíduos foram soltos na mesma noite no local da captura, marcados com anilhas metálicas ou plásticas numeradas. Durante o dia, entre 09 e 12 horas, foram feitas buscas em possíveis abrigos diurnos (Figura 11.2.1-118), como pontes, dutos de escoamento e casas abandonadas, totalizando três horas por área amostral, 42 horas por campanha (3 h/dia x dias x áreas) e 126 horas para todo o estudo (3 h/dia x dia x 14 áreas x 3 campanhas).

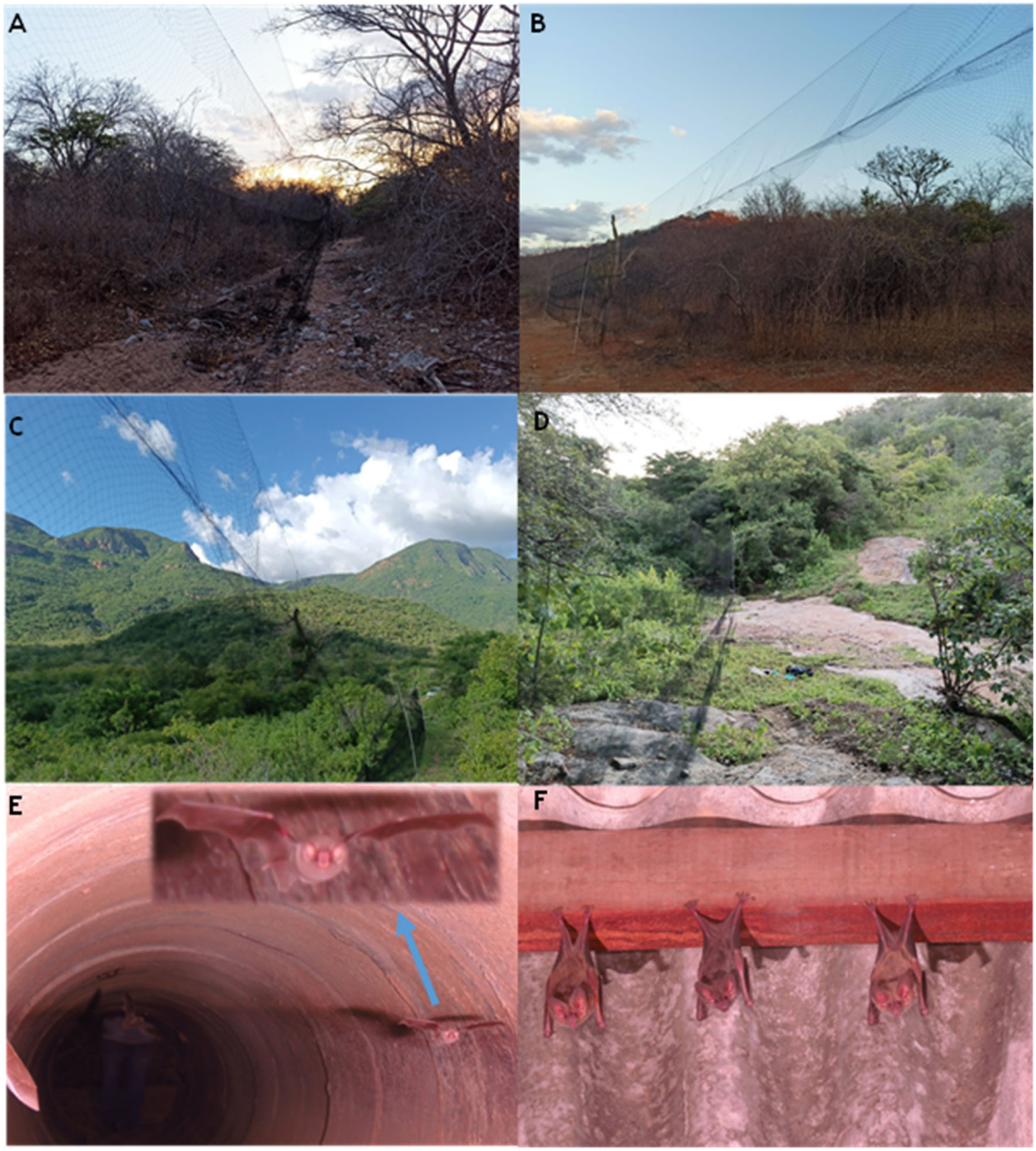


Figura 11.2.1-118: Redes-neblina na estação seca (A-B), na estação chuvosa (C-D) e Buscas ativas (E-F) utilizadas durante as duas campanhas do diagnóstico de morcegos na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE. E: grupo de *Furipterus horrens* encontrado em duto de drenagem de estrada; F: grupo de *Trachops cirrhosus* encontrado no galpão do alojamento da Fazenda Itataia.

Quando necessário, alguns indivíduos foram eutanasiados por uma dose de anestésico, fixados em formol a 10% e preservados em álcool 70% para confirmação da identificação, utilizando-se das chaves de Gardner (2008) e Díaz *et al*. (2016). Os espécimes coletados foram levados à Coleção de Mamíferos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde serão depositados conforme documento no Anexo 11.2.3-3. Os espécimes eventualmente sacrificados para identificação em coleção zoológica o foram por meio do uso de anestésico, em conformidade com a Resolução CFB no 301/ 2012 e Resolução CRMV nº 1000/2012.

Detector de ultrassom

As amostragens bioacústicas foram concomitantes às sessões de captura (17h às 24h) em um esforço de 294 horas de gravação para as três campanhas (7 h/dia x 01 dia x 14 pontos x 3 campanhas). Os gravadores foram instalados a três metros do chão, escolhendo-se um local (nas proximidades das redes) que seja propício ao forrageio de morcegos insetívoros, tal como clareiras na mata, leitos de riachos e outros corpos d'água. Foi usado o detector de ultrassom modelo AudioMoth 1.2.0 da linha Dodotronic (Ultramic384K) para gravar a atividade dos morcegos (Figura 11.2.1-119). O equipamento é capaz de cobrir toda a faixa de frequência emitida pelas espécies de morcegos do Brasil.

Figura 11.2.1-119: Ilustração da instalação dos gravadores de ultrassom (AudioMoth 1.2.0) durante as três campanhas do diagnóstico de morcegos na área influência do Projeto Santa Quitéria, CE.

B.3. Análise de Dados

Para o cálculo do esforço de captura em redes-neblina foi utilizado o método proposto por Straube e Bianconi (2002), que consiste em multiplicar a área total das redes pelo número de horas a que elas ficaram expostas. Os indivíduos foram categorizados de acordo com seus hábitos alimentares preferenciais, seguindo Kalko (1996), adotando-se as categorias: insetívoros, frugívoros, nectarívoros, carnívoros e sanguívoros (hematófago).

Os áudios gerados na acústica (em formato Wave) foram analisados no programa Raven Pro 1.4 (CHARIF *et al.*, 2010). A quantificação da atividade foi feita pela contagem de passagens de morcegos (*bat passes*, ver FENTON, 1970), definido como uma sequência de

pelo menos dois pulsos de ecolocalização (THOMAS *et al.*, 1989). Assim, foi utilizado o número de detecções de morcegos por ponto. Através desse cálculo, é possível identificar as áreas com maior atividade de quirópteros, além de possibilitar a comparação entre diferentes áreas e entre diferentes fases do empreendimento.

Para identificação dos pulsos foram utilizados alguns parâmetros acústicos considerados importantes na separação das espécies (LÓPEZ-BAUCELLS *et al.*, 2016; ARIAS-AGUILAR *et al.*, 2018), tais como: forma do pulso, frequências máxima e mínima, frequência de máxima energia (FME), duração dos pulsos e intervalo entre eles (Figura 11.2.1-120). Os pulsos que não puderam ser identificados em nível específico foram indicados como sonotipos (sp1, sp2 etc.).

Utilizando o programa EstimateS 9.1 (COLWELL, 2009) foi calculada a estimativa de riqueza de Jackknife 1 e as curvas de acumulação de espécies (observada e estimada por Jackknife 1), as quais foram aleatorizadas 1.000 vezes. Comparações entre a estrutura das assembleias nas áreas que sofreram diferentes níveis de impacto (ADA e AID) foram feitas com análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS), usando a distância de Bray-Curtis como medida de similaridade, e ANOSIM para verificar significância das diferenças. As análises foram realizadas no software "Past 3.16" (HAMMER *et al.*, 2001).

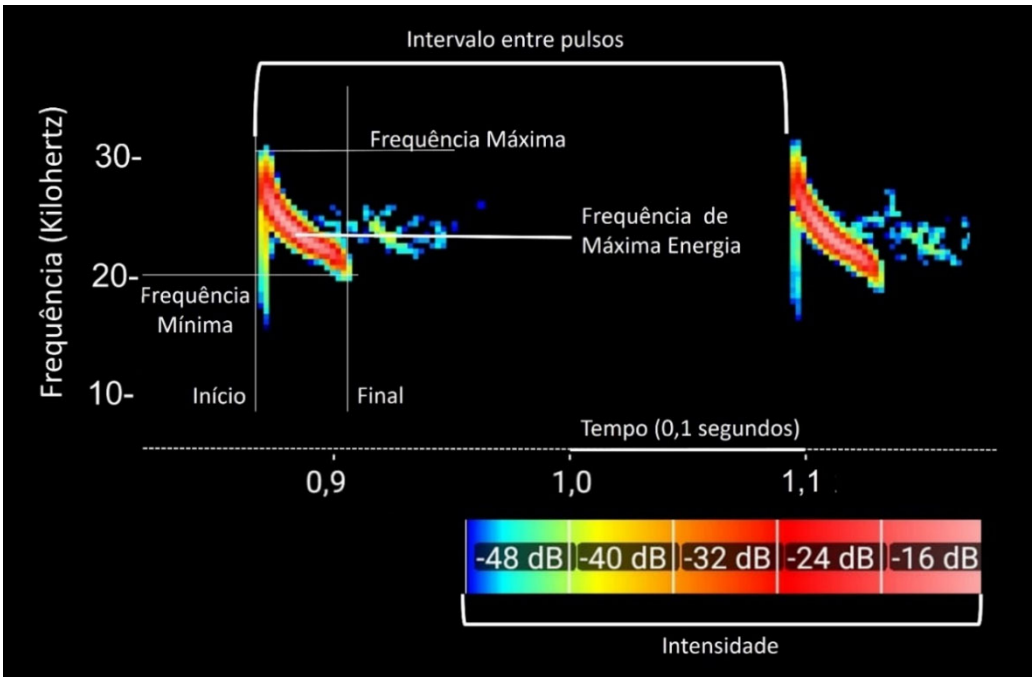


Figura 11.2.1-120: Ilustração dos parâmetros avaliados nos pulsos de ecolocalização de morcegos no diagnóstico ambiental do Projeto Santa Quitéria-CE.

C. Resultados e Discussão

C.1. Dados Secundários

Durante o primeiro EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria (PSQ), em 2011, o esforço empregado em duas campanhas (estações seca e chuvosa) proporcionou o registro de 15 espécies de morcegos, de 14 gêneros e seis famílias (Quadro 11.2.1-19). Todas as 15 espécies foram registradas na época chuvosa, mas durante a seca foram apenas oito.

No conjunto de inventários compilados, 42 espécies de morcegos, de oito famílias, têm alguma probabilidade de serem encontradas na área do empreendimento. No entanto, 20 dessas espécies foram registadas em apenas um dos inventários, o que denota sua raridade e/ou preferência por habitats específicos dentro das heterogêneas ecorregiões da Caatinga. Esse grupo é formado majoritariamente por espécies insetívoras (26 spp.) e frugívoras (7 spp.), responsáveis por mais de 78% das espécies compiladas. Há ainda duas espécies que ocorrem na área de estudo categorizadas como vulneráveis à extinção na lista nacional de espécies ameaçadas (*Natalus macrourus*, *Furipterus horrens*; MMA, 2022).

Composição da Fauna

Diferentemente dos padrões inerentes às amostragens com redes-neblina, que apresentam uma clássica seletividade para espécies frugívoras e nectarívoras da família Phyllostomidae (SIMMONS; VOSS, 1998), os métodos bioacústicos são mais eficientes no registro de espécies insetívoras (e piscívoras) das outras oito famílias que também ocorrem no Brasil (ARIAS-AGUILAR *et al.*, 2018). Já os métodos de busca ativa costumam apresentar resultados que dependem mais das características da paisagem e da experiência dos profissionais responsáveis.

Devido às peculiaridades de cada método em acessar a riqueza e a abundância de espécies de morcegos, os resultados e suas respectivas discussões e análises serão separados por métodos nas seções seguintes. No caso específico das redes-neblina e busca ativa, a baixa frequência de registros e o alto número áreas com “zero” registro inviabiliza análises de similaridade entre as áreas para esses métodos.

Quadro 11.2.1-19: Registros de espécies de morcegos, por meio de dados secundários, com provável ocorrência nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, CE. *Espécies registradas no primeiro diagnóstico realizado em 2011 (ARCADIS, 2014)

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA	REFERÊNCIA
	IUCN	MMA		
Família Emballonuridae				
Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)*	LC		Insetívoro	Arcadis 2011; Novaes e Laurindo (2014)
Rhynchonycteris naso (Wied-Neuwied, 1820)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha 2017
Família Phyllostomidae				
Anoura geoffroyi Gray, 1838	LC			Feijó e Rocha 2017; Novaes e Laurindo 201; Silva *et al*. (2015)
*Desmodus rotundus (E. Geoffroy, 1810)**	LC		Hematófago	Arcadis 2011; Feijó e Rocha 2017; Novaes e Laurindo (2014)
*Diphylla ecaudata Spix, 1823**	LC		Hematófago	Arcadis 2011
*Glossophaga soricina (Pallas, 1766)**	LC		Nectarívoro	Arcadis 2011; Feijó e Rocha 2017; Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al*. (2015)
*Lonchophylla mordax (Thomas, 1903)**	LC		Nectarívoro	Arcadis 2011; Feijó e Rocha 2017; Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al*. (2015)
Lonchorhina aurita Tomes, 1863	LC	NT	Insetívoro	Feijó e Rocha 2017
Lophostoma brasiliense Peters, 1866	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha 2017; Silva *et al*. (2015)
*Trachops cirrhosus (Spix, 1823)**	LC		Carnívoro	Arcadis 2011; Feijó e Rocha (2017)
*Micronycteris megalotis (Gray, 1842)**	LC		Insetívoro	Arcadis 2011
Micronycteris sanborni Simmons, 1996	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Silva *et al*. (2015)

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA	REFERÊNCIA
	IUCN	MMA		
Gardnerycteris crenulatum (E. Geoffroy, 1810)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017)
Phyllostomus discolor Wagner, 1843	LC		Onívoro	Feijó e Rocha 2017; Silva *et al.* (2015)
Phyllostomus hastatus (Pallas, 1767)	LC		Onívoro	Novaes e Laurindo (2014)
Tonatia bidens (Spix, 1823)	DD		Insetívoro	Silva *et al.* (2015)
Tonatia saurophila Koopman & Williams, 1951	LC		Insetívoro	Silva *et al.* (2015)
*Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)**	LC		Frugívoro	Arcadis (2014); Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)	LC		Frugívoro	Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
*Artibeus planirostris (Spix, 1823)**	LC		Frugívoro	Arcadis (2014); Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
*Platyrrhinus lineatus(E. Geoffroy, 1810)**	LC		Frugívoro	Arcadis (2014); Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Sturnira lilium (É. Geoffoy, 1810)	LC		Frugívoro	Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Mormoopidae				
Pteronotus gymnonotus Natterer, 1843	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Pteronotus parnelli (Gray, 1843)	LC		Insetívoro	Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Pteronotus personatus (Wagner, 1843)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017)
Família Noctilionidae				

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA	REFERÊNCIA
	IUCN	MMA		
*Noctilio leporinus (Linnaeus, 1758)**	LC		Carnívoro	Arcadis (2014); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Noctilio albiventris Desmarest, 1818	LC		Carnívoro	Feijó e Rocha (2017)
Família Natalidae				
Natalus macrourus (Gervais, 1856)	LC	VU	Insetívoro	Silva *et al.* (2015)
Família Furipteridae				
*Furipterus horrens (F. Cuvier, 1828)**	LC	VU	Insetívoro	Arcadis (2014)
Família Molossidae				
Cynomops planirostris (Peters, 1866)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014)
Eumops auripendulus (Shaw, 1800)	LC		Insetívoro	Novaes e Laurindo (2014)
Neoplatymops mattogrossensis (Vieira, 1942)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014)
*Molossus molossus (Pallas, 1766)**	LC		Insetívoro	Arcadis (2014); Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Molossops temminckii (Burmeister, 1854)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017)
Promops nasutus (Spix, 1823)	LC		Insetívoro	Novaes e Laurindo (2014)
Família Vespertilionidae				
Eptesicus furinalis (d'Orbigny & Gervais, 1847)	LC		Insetívoro	Silva *et al.* (2015)
*Myotis riparius Handley, 1960**	LC		Insetívoro	Arcadis (2014)

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA	REFERÊNCIA
	IUCN	MMA		
Myotis lavali Moratelli, Peracchi, Dias, Oliveira, 2011	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014); Silva *et al.* (2015)
Rhogeessa hussoni Genoways e Baker, 1996	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017)
Lasiurus blossevillii (Lesson e Garnot, 1826)	LC		Insetívoro	Feijó e Rocha (2017); Novaes e Laurindo (2014)
Lasiurus ega (Gervais, 1855)	LC		Insetívoro	Novaes e Laurindo (2014)
Riqueza de espécies (Total)	42			

Legenda: Status de ameaça: IUCN - Categoria de ameaça de acordo com a International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2022-2): LC – Pouco preocupante (não ameaçada); NA – Não avaliada; VU – Vulnerável, NT – Quase Ameaçada; MMA - Categoria de ameaça de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022) (EN – Em perigo, VU – Vulnerável. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Busca ativa

As 126 horas de buscas ativas resultaram em registros de seis espécies de morcegos de cinco diferentes famílias; *Furipterus horrens* (Furipteridae), *Molossus molossus* (Molossidae), *Noctilio leporinus* (Noctilionidae), *Peropteryx macrotis* (Emballonuridae), *Trachops cirrhosus* e *Micronycteris* sp. (Phyllostomidae). Entre os abrigos encontrados, merecem destaque as quatro colônias de *Furipterus horrens*, espécie considerada vulnerável (MMA, 2022), registrada no diagnóstico apenas nas buscas ativas. Três colônias foram encontradas em dutos de drenagem da estrada vicinal (Figura 11.2.1-118– E), entre o distrito de Lagoa do Mato e a área onde será instalado o empreendimento, e uma no galpão da sede da Fazenda Itataia. Nesse último local também foram encontradas colônias de *Trachops cirrhosus* (Figura 11.2.1-118– F), *P. macrotis* e *Molossus molossus*. *Noctilio leporinus* (morcego-pescador) foi avistado sob a ponte do riacho próximo à sede.

O estudo atual registrou as mesmas espécies apontadas no estudo pretérito do EIA de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), exceto pela adição de *Micronycteris* sp., um grupo de três indivíduos encontrados em um dos dutos de drenagem de uma estrada vicinal. Vale ressaltar que indivíduos das espécies supracitadas foram encontrados nos mesmos locais em diferentes campanhas, o que denota fidelidade a esses abrigos.

Redes-neblina

O esforço de 95.256 h.m² de redes-neblina, em três campanhas, proporcionou a captura de 209 espécimes, pertencentes a 22 espécies, 19 gêneros e seis famílias (Quadro 11.2.1-20). Entre as espécies registadas, *Lonchophylla* sp. foi a mais frequente, com 53 indivíduos capturados (25,36%), seguida por *Artibeus planirostris* (N=52; 24,88%), *Diphylla ecaudata* (N=37; 17,7%) e *Glossophaga soricina* (N=22; 10,53%). Juntas, essas quatro espécies foram responsáveis por 78,4% do total de registros. As demais espécies não apresentaram mais que sete indivíduos capturados (Figura 11.2.1-121).

A família Phyllostomidae foi responsável por 92,34% dos indivíduos capturados (N=193), com apenas sete indivíduos da família Noctilionidae (*Noctilio leporinus* e *Noctilio albiventris*), quatro da Molossidae (*Neoplatymops mattogrossensis*, *Molossops temminckii*, *Molossus molossus*) dois da Natalidae (*Natalus macrourus*), dois da Emballonuridae (*Peropteryx macrotis*) e um da Vespertilionidae (*Lasiurus blossevilli*). Assim como *Furipterus horrens*, *Natalus macrourus* também é considerado vulnerável (MMA, 2022).

A terceira campanha, que ocorreu em plena época chuvosa, proporcionou registro de mais 12 espécies que não haviam sido capturadas nas campanhas anteriores. Merece destaque o primeiro registro de *Xeronycteris vieirai* para o estado do Ceará, sendo esse o ponto mais ao norte da distribuição conhecida da espécie, cerca de 416 km a oeste de Lajes-RN e 325 km ao norte de Exu-PE (ver PILATTI *et al.*, 2021). Também chamam a atenção, por serem raros na Caatinga do Ceará, os registros de *Uroderma magnirostrum* (havia um único registro na Chapada do Araripe; NOVAES; LAURINDO, 2014), *Tonatia bidens* (havia um único registro na RPPN Serra das Almas; SILVA *et al.*, 2015) e *Noctilio albiventris* (havia um único registro na ESEC Aiuaba, FEIJÓ; ROCHA, 2015).

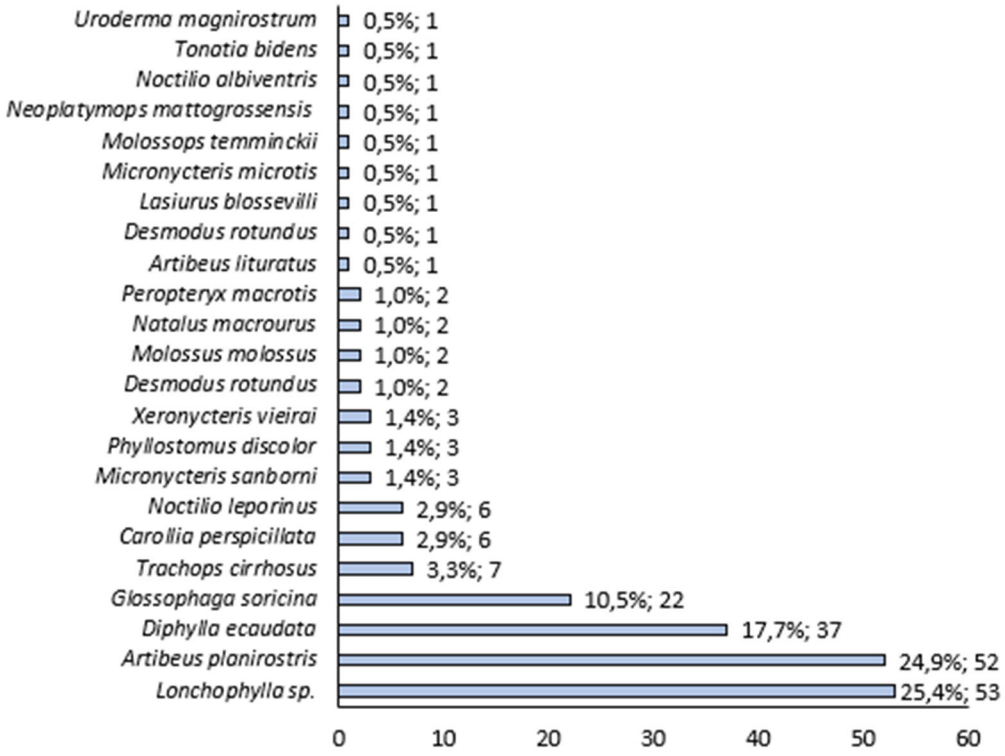


Figura 11.2.1-121: Abundância de morcegos nas áreas de amostragem durante três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

Quadro 11.2.1-20: Morcegos registradas por redes-neblina e busca ativa durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE

TÁXON	MÉTODO DE REGISTRO						*STATUS* DE AMEAÇA		GT
	BUSCA ATIVA			REDES-NEBLINA			IUCN	MMA	
	C1	C2	C3	C1	C2	C3			
Família Emballonuridae									
Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)	X	X	X			3	LC		I
Família Phyllostomidae									
Artibeus lituratus (Olfers, 1818)						1			F
*Artibeus planirostris (*Spix, 1823)				8	6	38	LC		F
Carollia perspicillata (Linnaeus, 1758)				2	1	3	LC		F
Desmodus rotundus (E. Geoffoy,1810)				2		1	LC		S
Diphylla ecaudata Spix, 1823				11	15	11	LC		S
Glossophaga soricina (Pallas, 1766)				3	4	15	LC		N
Lonchophylla sp.				9	7	37			N
Micronycteris microtis Miller, 1898				1			LC		I
Micronycteris sanborni Simmons, 1996						3	LC		I
Micronycteris sp.	X	X	X						I
Phyllostomus discolor Wagner, 1843						3	LC		O
Tonatia bidens (Spix, 1823)						1	DD		O
Trachops cirrhosus (Spix, 1823)	X	X	X	1	1	5	LC		C
Uroderma magnirostrum Davis, 1968						1	LC		F
Xeronycteris vieirai Gregorin e Ditchfield, 2005						3	DD		N
Família Natalidae									
Natalus macrourus (Gervais, 1856)				1		1	LC	VU	I
Família Noctilionidae									
Noctilio albiventris Desmarest, 1818						1	LC		I

TÁXON	MÉTODO DE REGISTRO						*STATUS* DE AMEAÇA		GT
	BUSCA ATIVA			REDES-NEBLINA			IUCN	MMA	
	C1	C2	C3	C1	C2	C3			
Noctilio leporinus (Linnaeus, 1758)	X	X	X			6	LC		P
Família Furipteridae									
Furipterus horrens (F. Cuvier, 1828)	X	X	X				LC	VU	I
Família Molossidae									
Molossops temminckii (Burmeister, 1854)						1	LC		
Molossus molossus (Pallas, 1766)	X	X	X			1	LC		I
Neoplatymops mattogrossensis (Vieira, 1942)					1		LC		I
Família Vespertilionidae									
Lasiurus blossevillii ([Lesson, 1826])						1	LC		I
Abundância				38	35	136			
Riqueza de espécies (Total)	6	6	6	9	7	20			

Legenda: Status de ameaça: IUCN (IUCN, 2022): LC - Pouco preocupante; NA - Não avaliada; VU - Vulnerável, NT - Quase Ameaçada; MMA (2022) - EN - Em perigo, VU - Vulnerável. GT - Guilda trófica: C - carnívoro; F - frugívoro; I - insetívoro; O - onívoro; P - piscívoro; S - sanguívoro. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Após três campanhas, a riqueza (S) de quirópteros acessada com redes-neblina mostrou-se dentro dos padrões esperados para áreas de Caatinga, com uma clara discrepância na riqueza e abundância entre as estações seca (C1 e C2) e chuvosa (C3). Na C1 (N=38; S=9), dos 14 pontos amostrados, em quatro não houve nenhuma captura (incluindo o ponto controle) e em três deles apenas um indivíduo capturado. O mesmo aconteceu na C2 (N=35; S=7), onde os pontos 3, 5 12 14 não apresentaram capturas.

Em ambas as campanhas de seca (C1 e C2), com exceção do ponto 11 (nas imediações de uma das minas abandonadas), onde houve a captura de 15 e 14 indivíduos (na C1 e C2, respectivamente), as taxas de captura foram homogeneamente baixas tanto nas áreas de ADA quanto de AID. Tal fato pode ser explicado pelo longo período de estiagem que a região do empreendimento enfrentou. Consequentemente, nenhum dos olhos d'água conhecidos estava ativo durante essas campanhas, e com exceção de alguns poucos pontos ao longo do

leito seco dos riachos, toda a vegetação estava sem folhas, o que denota escassez de recursos para a quiropterofauna. Nesses casos, algumas espécies podem mudar sua área de forrageio para sítios mais favoráveis ao longo da paisagem (ROCHA *et al*. 2018). Em oposição, durante a C3 (N=136; S=20), em plena estação chuvosa, registrou-se mais que o triplo do número de capturas e mais que o dobro de espécies das campanhas anteriores. Algumas dessas espécies, como *Lasiurus blossevilli*, *Xeronycteris vieirai*, *Uroderma magnirostrum* e *Peropteryx macrotis*, *Noctilio albiventris*, *Noctilio leporinus*, foram capturados na margem de corpos d'água, nos pontos 7 e 10.

Variações sazonais de riqueza e sucesso de captura são comuns em áreas de Caatinga, geralmente apresentando valores menores durante a época seca (ROCHA *et al*., 2015; SOARES *et al*., 2018; SOARES *et al*., 2019). Levando em consideração os resultados conjuntos das redes-neblina e das buscas ativas (métodos comuns à maioria dos inventários), foram registradas pelo menos 23 espécies nas três campanhas (*Micronycteris sp*. não foi considerando entre os táxons por não haver certeza de que se trata de uma espécie diferente de *Micronycteris microtis*). Nos inventários realizados até então no bioma, a riqueza de morcegos variou entre nove, em uma área do município de Caetité (SOARES *et al*., 2018), e 33 espécies na região de Exu, em Pernambuco (WILLIG, 1983). Mais recentemente, Sá-Neto e Marinho-Filho (2013) registraram 31 espécies para a região do médio Rio São Francisco; Novaes *et al*. (2014) 25 espécies na Chapada do Araripe; Novaes *et al*. (2015) 20 espécies na Serra da Jitirana, São João do Piauí, Piauí; e Feijó e Rocha (2017) 26 espécies na Estação Ecológica Aiuaba, Ceará. Nesse contexto, é possível afirmar que as 23 registradas por redes-neblina nas áreas de influência do empreendimento colocam a região como uma das mais diversas em morcegos da Caatinga. Mais além, como pode ser atestado na seção de eficiência amostral, o potencial da área tende a ser muito maior do que o registrado até o momento pelas redes-neblina.

Bioacústica

Ao longo das três campanhas do diagnóstico (294 horas de esforço), foram registrados 1.560 passes de morcegos de 18 táxons pertencentes a quatro famílias: Emballonuridae, Molossidae, Noctilionidae e Vespertilionidae (Quadro 11.2.1-21). Desses, oito foram identificadas até gênero (*Cynomops sp.*, *Eumops sp*, *Nyctinomops sp.1*, *Nyctinomops sp.2*, *Eptesicus sp.*, *Lasiurus sp.*, *Myotis sp.1*, *Myotis sp.2*). Como a análise bioacústica de morcegos tropicais é um campo ainda incipiente, os sonotipos de diversas espécies ainda necessitam de caracterização. Tal processo depende, idealmente, da localização de abrigos, que propiciam a identificação taxonômica precisa das espécies que estão sendo gravadas. Os espectrogramas das espécies registradas foram sumarizados no Relatório Fotográfico.

Diferentemente das redes-neblina, que tendem a amostrar basicamente a família Phyllostomidae; na Bioacústica, a família Molossidae foi a mais representativa, com 11 espécies (61,1%; Figura 11.2.1-122), seguida por Vespertilionidae com cinco (27,8%) e Emballonuridae e Noctilionidae com uma (5,6% cada). *Peropteryx macrotis* foi o mais frequente, com 739 registros (47,4%), seguida por *Molossus molossus* (N=154; 9,9%), *Eumops sp.* (N=152; 9,7%), *Neoplatymops mattogrossensis* (N=110; 7%) e *Nyctinomops sp.2* (N=106; 7%; Figura 11.2.1-123). Juntas, essas cinco espécies foram responsáveis por 80,8% do total de registros.

O uso da bioacústica é relativamente recente no Brasil em estudos sobre a quiropterofauna, mas já tem proporcionado um novo entendimento sobre a composição e a estrutura de comunidades dessa taxocenose. Nesse contexto, merecem destaque os primeiros registros das espécies *Promops centralis* e das espécies do gênero *Nyctinomops* para o estado do Ceará (Ver GRUGEL-FILHO *et al.*, 2015; HINTZE *et al.*, 2020).

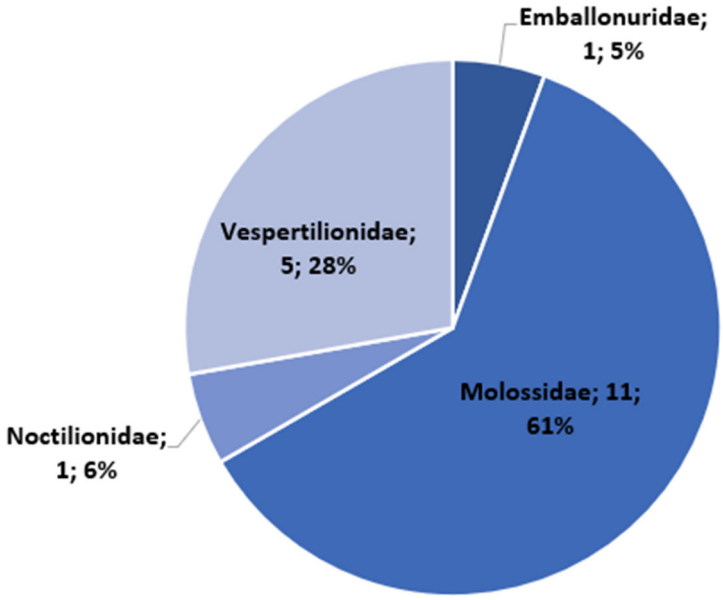


Figura 11.2.1-122: Riqueza de espécies de morcegos (Bioacústica) por família, registradas durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

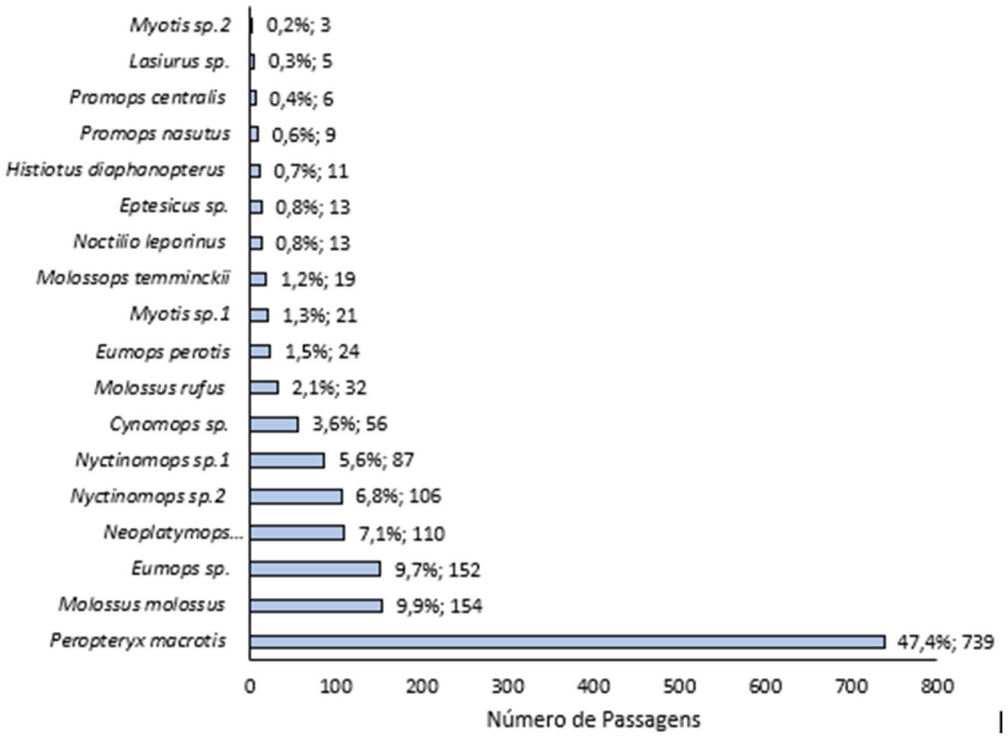


Figura 11.2.1-123: Ordenação do número de registros (Bioacústica) de espécies de morcegos nas áreas de amostragem durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

Quadro 11.2.1-21: Morcegos registrados por Bioacústica durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE

NOME DO TÁXON	NÚMERO DE PASSAGENS			*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA
	C1	C2	C3	IUCN	MMA	
Emballonuridae						
Peropteryx macrotis (Wagner, 1843)	254	308	177	LC		I
Molossidae						
Cynomops sp.	8	24	24			I
Eumops sp.	109	23	20			I
Eumops perotis (Schinz, 1821)		8	16	LC		
Molossops temminckii (Burmeister, 1854)	10		9	LC		I
Molossus molossus (Pallas, 1766)	28	94	32	LC		I

NOME DO TÁXON	NÚMERO DE PASSAGENS			*STATUS* DE AMEAÇA		GUILDA TRÓFICA
	C1	C2	C3	IUCN	MMA	
Molossus rufus É. Geoffoy, 1805	12	18	2	LC		I
Neoplatymops mattogrossensis (Vieira, 1942)	23	64	23	LC		I
Nyctinomops sp.1	15	34	38			I
Nyctinomops sp.2	4	20	82			I
Promops centralis Thomas, 1915	6			LC		I
Promops nasutus (Spix, 1823)	9			LC		I
Noctilionidae						
Noctilio leporinus (Linnaeus, 1758)	1	10	2	LC		P
Vespertilionidae						
Histiotus diaphanopterus Feijó *et al* 2015a	2	6	3	NA		I
Lasiurus sp.	2		3			I
Myotis sp1	6	2	13			I
Myotis sp2	2		1			I
Eptesicus sp.		4	9			I
Total Geral	491	615	454			

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Levando em consideração as categorias propostas por Denzinger e Schnitzler (2013), que combinam sistemas de ecolocalização, estratégias de forrageio e uso de espaço, as espécies registradas aqui podem ser encaixadas em três categorias: (i) forrageadores de arrasto em espaços de borda, como *Noctilio leporinus* (morcego-pescador); (ii) forrageadores aéreos em espaços de borda: que buscam presas que voam em bordas e lareiras de vegetação ou sobre corpos d'água (*Peropteryx macrotis* e espécies da família Vespertilionidae); (iii) forrageadores aéreos em espaços abertos, que buscam presas em estratos mais altos, geralmente sobre o dossel da vegetação, como as espécies da família Molossidae.

Ao comparar os resultados da ADA, AID e Controle, no que se refere à composição e à distribuição de registros de cada espécie, a análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS), usando a distância de Bray-Curtis como medida de similaridade, e ANOSIM (R=-0,01; p=0,87), não apontam diferenças na estruturação da assembleia de morcegos (Figura 11.2.1-124). Vale salientar que, de maneira geral, o contexto da paisagem onde será instalado o empreendimento é relativamente semelhante, composta por vegetação de caatinga arbustiva-arbórea em sua grande parte, com algumas áreas de Caatinga predominantemente arbórea ao longo das margens dos riachos intermitentes.

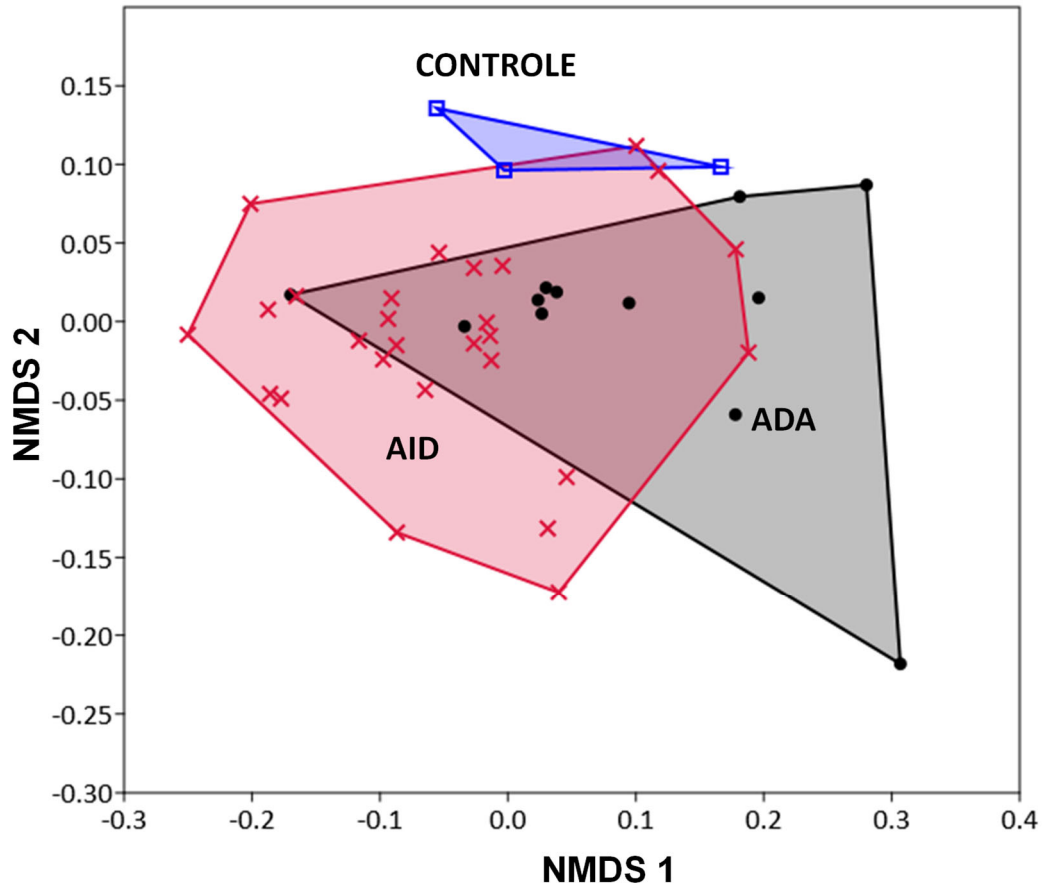


Figura 11.2.1-124: Análise de Escalonamento Multidimensional não métrico (NMDS) das espécies de morcegos registradas (Bioacústica) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

C.2. Eficiência Amostral

A riqueza estimada por Jackknife 1 nas duas primeiras campanhas (estação seca) foi de apenas 13 espécies (Figura 11.2.1-125), o que denotava a necessidade de ampliar esforço amostral de redes, principalmente no sentido de contemplar a estação chuvosa. Os dados da C3 (estação chuvosa) corroboraram essa afirmação, pois com o acréscimo dos dados dessa

campanha, a riqueza estimada por Jackknife 1 passou a ser aproximadamente 32 espécies (22 observadas), muito acima do estimado anteriormente.

Tratando-se da reconhecida sazonalidade da Caatinga, nos dados secundários do primeiro diagnóstico há o registro de 12 espécies em duas campanhas. Tais dados também apontam um decréscimo significativo na riqueza e abundância durante a época seca, com apenas seis espécies registradas nas redes, contra 12 na época chuvosa. Entre as espécies registradas no primeiro EIA, apenas *Platyrrhinus lineatus* e *Myotis riparius* não foram registradas no presente estudo, o que pode ter acontecido por mero acaso, uma vez que essas espécies podem ser infrequentes na região.

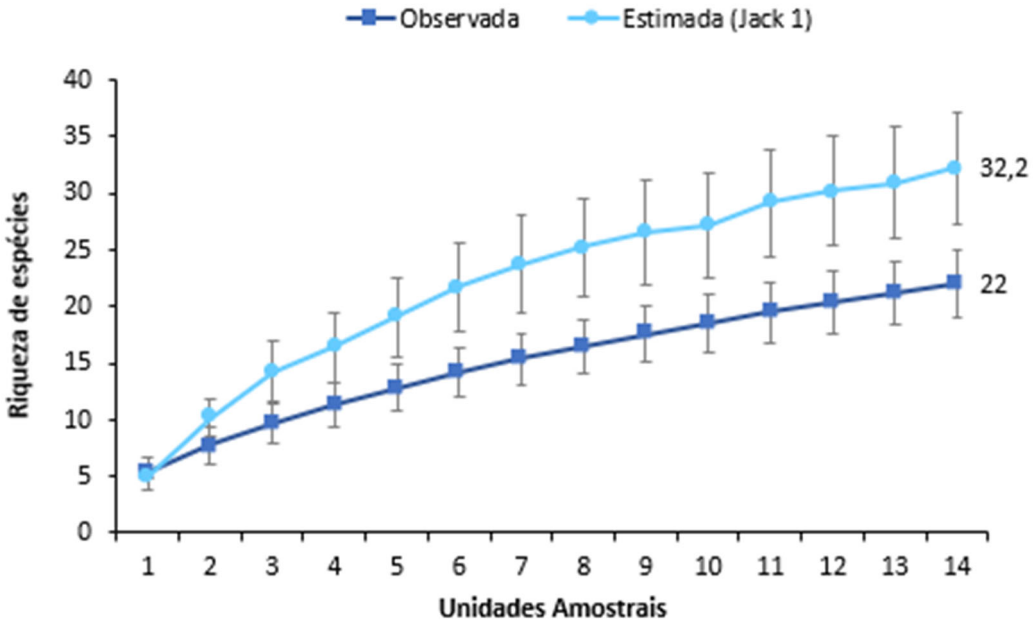


Figura 11.2.1-125: Curvas de acumulação aleatorizadas (observadas e estimadas por Jackknife 1) obtidas através da metodologia padronizada (redes-neblina) para morcegos nas três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

Para o método de bioacústica, a riqueza estimada por Jackknife 1 foi de 18 espécies (Figura 11.2.1-126), valor exatamente igual ao observado. Diferentemente das redes-neblina, a estimativa denota que o esforço amostral aplicado, neste estudo, foi satisfatório para acessar a riqueza de morcegos não filostomídeos da área do empreendimento. Tais resultados evidenciam a eficácia da bioacústica no registro de espécies não contempladas pelas redes-neblina.

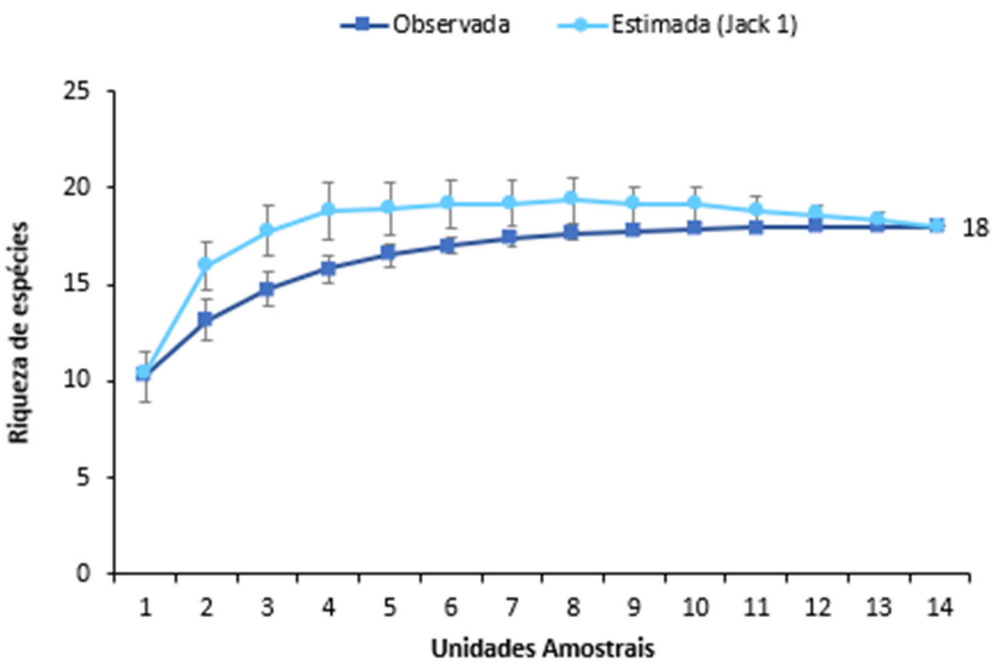


Figura 11.2.1-126: Curvas de acumulação aleatorizadas (observadas e estimadas por Jackknife 1) obtidas através da metodologia padronizada (bioacústica) para morcegos durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

C.3. Espécies Ameaçadas e Protegidas por Legislação Internacional e/ou Federal e/ou Estadual

Ao longo das três campanhas, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção segundo a lista da IUCN. Entretanto, *Furipterus horrens* e *Natalus macrourus* estão categorizadas no MMA como "Vulnerável" (Quadro 11.2.1-22). Tais espécies insetívoras são amplamente distribuídas, porém localmente raras, tendo nas cavernas o seu abrigo preferencial. Foram classificadas nessa categoria pelo critério A3c (declínio na área de ocupação, extensão de ocorrência e/ou qualidade do habitat).

Quatro colônias de *Furipterus horrens* foram registradas apenas nas buscas ativas. Três colônias foram encontradas em dutos de drenagem da estrada vicinal, entre o distrito de Lagoa do Mato e a área onde será instalado o empreendimento, e uma colônia foi detectada no galpão da sede da Fazenda Itataia, todas estas áreas localizadas na AID. A captura de *Natalus macrourus* ocorreu por meio de rede-neblina, nos pontos 9 e 5 (Quadro 11.2.1-22).

O registro de *Furipterus horrens* em estruturas artificiais (como dutos de drenagem) não é comum na literatura e precisa ser mais bem investigado e monitorado. Mais além, a integração entre os dados aqui coletados e os dados do inventário espeleológico mostra que *Furipterus horrens* foi encontrado em 13 cavidades naturais na área do empreendimento, o que deixa claro sua reconhecida preferência por esse tipo de abrigo. Por outro lado, *Natalus*

macrourus não foi registrado em nenhuma cavidade do inventário espeleológico da área em questão.

Quadro 11.2.1-22 - Localização dos registros de espécies ameaçadas durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE

ESPÉCIE	COORDENADAS (DATUM: SIRGAS 2000; FUSO 24M)		ÁREA DE INFLUÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO (MMA)
	X	Y		
Furipterus horrens	416169	9491764	AID	VU
Furipterus horrens	415397	9492416	AID	VU
Furipterus horrens	414640	9492751	AID	VU
Furipterus horrens	415397	9492888	AID	VU
Natalus macrourus	412969	9496550	AID	VU
Natalus macrourus	415298	9496179	AID	VU

Legenda: AID=Área de Influência; VU=Vulnerável. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Além dos registros feitos aqui, no estado do Ceará só há registros de *Natalus macrourus* para a região da Chapada do Araripe e na Estação Ecológica Aiuaba (GURGEL-FILHO *et al.*, 2015). Já *Furipterus horrens* foi registrado em cinco localidades do estado do Ceará (ver GURGEL-FILHO *et al.*, 2015), sendo Quixadá a localidade mais próxima ao empreendimento (aproximadamente 100 km).

C.4. Espécies Bioindicadoras, Endêmicas, Raras e Não Descritas

Dentre as espécies registradas, o morcego nectarívoro do gênero Lonchophylla havia sido inicialmente identificado como *Lonchophylla inexpectada*, uma espécie recém-descrita (MORATELLI; DIAS, 2015) e atualmente considerada endêmica da Caatinga, sendo comum em grande parte da sua extensão. Entretanto, após serem tombados na coleção de Mamíferos da UFPB, tanto os espécimes coletados no atual projeto quanto aqueles do EIA anterior foram avaliados pela especialista do gênero no Brasil, a Dr. Patrícia Pilatti, que estudou a taxonomia de *Lonchophylla*. A partir de minuciosas análises morfológicas e morfométricas dos crânios, comparadas com as de centenas de espécimes de várias outras localidades, constatou-se que há fortes indícios de que a espécie de *Lonchophylla* amostrada no PSQ trata-se de uma espécie nova para a ciência, devendo por isso ser tratada como *Lonchophylla sp.*, até a sua completa descrição. *Lonchophylla sp.* foi capturada tanto na Área de Influência Direta (AID) quanto na Área Diretamente Afetada (ADA), nas três campanhas amostrais. Todos os registros dessas espécies ocorreram com uso do método de redes-neblina e um total de 53 indivíduos capturados.

Com exceção dos inventários direcionados às cavidades, não é comum registrar *Natalus macrourus* em redes-neblina, pois ela detecta a malha das redes com facilidade. Com a ampliação dos estudos de bioacústica no Brasil, quando se trata de morcegos insetívoros (não filostomídeos), o conceito de raridade de algumas espécies tem que ser avaliado com cuidado, pois espécies que eram raramente capturadas em redes têm se mostrado comuns e amplamente distribuídos nos inventários bioacústicos, como é o caso de *Promops centralis* (HINTZE *et al.*, 2020) e *Promops nasutus* (HINTZE *et al.*, In prep), os quais ainda não foram oficialmente registrados para o estado do Ceará.

C.5. Espécies Cinegéticas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

Não houve registro de espécies consideradas cinegéticas, domésticas e exóticas de quirópteros durante as campanhas realizadas.

C.6. Espécies de Interesse Médico

Podem ser consideradas espécies de interesse médico aquelas que de alguma maneira possam causar prejuízos à saúde. O *Lyssavirus*, agente etiológico da raiva, tem como principal transmissor o morcego hematófago, *D. rotundus*, portanto, sua importância médica e econômica na transmissão de raiva a faz uma das espécies de morcegos mais conhecidas e estudadas (BERNARD, 2005). Considerando ainda que *D. rotundus* é uma espécie que pode ser muito favorecida por alterações ambientais, pela presença humana e de rebanhos (ZORTÉA *et al.*, 2010), deve-se ter em conta um aumento da sua população mediante tais condições (BRENDT, 1994). Já *Diphylla ecaudata*, é uma espécie também hematófaga, porém diferentemente de *D. rotundus*, que tem preferência por mamíferos de grande porte, alimenta-se quase que exclusivamente do sangue de aves, embora possa, eventualmente, alimentar-se de sangue humano (ITO *et al.*, 2016).

C.7. Comparação entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

Como citado acima, houve baixo número de capturas em redes-neblina, principalmente na Área Controle, com apenas dois indivíduos de duas espécies capturados em três campanhas. Por isso, comparações sobre eventuais diferenças entre as áreas de influência do empreendimento foram feitas na seção “Bioacústica”.

A despeito disso, quando se comparam os dados das curvas de rarefação, pode-se concluir que a ADA tem uma tendência a apresentar riqueza significativamente menor que a AID (Figura 11.2.1-127). Tal diferença também se reflete no índice de diversidade de Shannon (Quadro 11.2.1-23), que é significativamente maior na AID, quando comparado a ADA ($t=-4,67$; $p<0,05$).

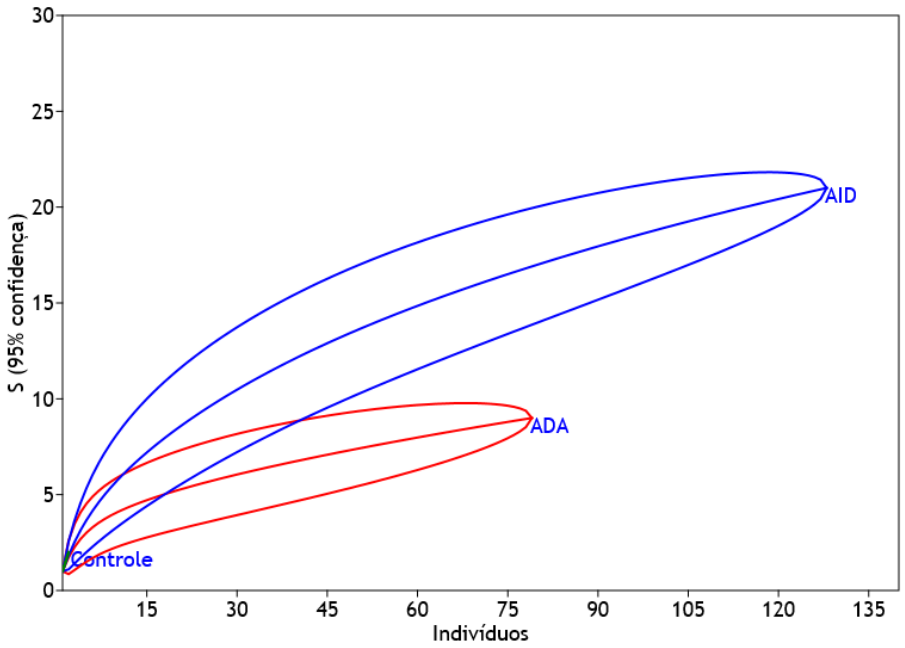


Figura 11.2.1-127: Curvas de rarefação das espécies de morcegos registradas (redes-neblina) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas de levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE.

Quadro 11.2.1-23: Comparação entre os valores de riqueza, número de indivíduos, e os índices de diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J) na ADA, AID e área Controle durante as três campanhas do levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	*H'*	*H'* (95% LOWER)	*H'* (95% UPPER)	J'
ADA	79	9	1,51	1,28	1,66	0,69
AID	128	21	2,21	2,03	2,40	0,73
Controle	2	2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.8. Sazonalidade

Do total de 37 espécies registradas no presente estudo, 34 espécies foram registradas na terceira campanha (estação chuvosa de 2023). Destas, oito foram exclusivamente registradas na citada campanha. Ou seja, a campanha da estação chuvosa de 2023 contribuiu com 21% da riqueza total detectada na área.

C.9. Relevância regional (Comparação entre dados primários e secundários)

No conjunto dos três métodos usados, no mínimo 36 diferentes táxons foram registrados (excluindo-se *Micronycteris sp.*), pertencentes a sete famílias e 27 gêneros. Apenas três espécies foram contempladas pelos três métodos (8,3%), isto é, os métodos padronizados (redes e acústica) foram altamente complementares. Esses resultados mostram a importância do uso combinado de métodos para acessar a diversidade de morcegos em inventários, como já destacado anteriormente na literatura especializada (SILVA; BERNARD, 2017). Entanto, o uso de técnicas bioacústicas é relativamente recente em estudos realizados no Brasil, com poucos trabalhos publicados com a combinação de métodos, o que dificulta comparações com os resultados encontrados aqui.

No único estudo realizado na Caatinga até o momento, Silva e Bernard (2017) registraram combinadamente, 37 espécies (21 com redes 18 com acústica e duas compartilhadas) no Parque Nacional do Catimbau, 24 espécies na Estação Ecológica do Seridó (14 com redes 13 com acústica e três compartilhadas) e 21 na Estação Ecológica Raso da Catarina (sete com redes 15 com acústica e uma compartilhada). O registro de 35 espécies (22 com redes e 18 com acústica), entre as quais uma provável espécie nova de *Lonchophyllla*, duas espécies consideradas Vulneráveis na lista nacional (*F. horrens* e *N. macrourus*) e um novo registro para o estado de Ceará (X. vieirai), já coloca a região do PSQ em posição de destaque no que diz respeito à diversidade e conservação de quirópteros da Caatinga. Além disso, como sugerem as estimativas de riqueza para redes-neblina e a lista de prováveis ocorrências feitas com dados secundários (Quadro 11.2.1-19), espera-se que a ampliação das amostragens revele uma riqueza ainda maior, que mereça especial atenção em um futuro programa de monitoramento.

Quadro 11.2.1-24: Lista geral de morcegos registrada por diferentes métodos durante o levantamento de dados primários para EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria-CE

NOME DO TÁXON	MÉTODO DE REGISTRO			GERAL
	BUSCA ATIVA	REDES-NEBLINA	ACÚSTICA	
Família Emballonuridae				
Peropteryx macrotis	x	x	x	x
Família Furipteridae				
Furipterus horrens	x			x
Família Molossidae				
Cynomops sp.			x	x
Eumops perotis			x	x
Eumops sp.			x	x

NOME DO TÁXON	MÉTODO DE REGISTRO			GERAL
	BUSCA ATIVA	REDES-NEBLINA	ACÚSTICA	
Molossops temminckii		x	x	x
Molossus molossus	x	x	x	x
Molossus rufus			x	x
Neoplatymops mattogrossensis		x	x	x
Promops centralis			x	x
Promops nasutus			x	x
Nyctinomops sp.1			x	x
Nyctinomops sp.2			x	x
Família Natalidae				
Natalus macrourus		x		x
Família Noctilionidae				
Noctilio albiventris		x		x
Noctilio leporinus	x	x	x	x
Família Phyllostomidae				
Artibeus lituratus		x		x
Artibeus planirostris		x		x
Carollia perspicillata		x		x
Desmodus rotundus		x		x
Diphylla ecaudata		x		x
Glossophaga soricina		x		x
Lonchophylla sp.		x		x
Micronycteris microtis		x		x
Micronycteris sanborni		x		x
*Micronycteris sp.**	x			x
Phyllostomus discolor		x		x
Tonatia bidens		x		x
Trachops cirrhosus	x	x		x
Uroderma magnirostrum		x		x
Xeronycteris vieirai		x		x
Vespertilionidae				
Histiotus diaphanopterus			x	x
Lasiurus blossevilli		x		x
Lasiurus sp.			x	x

NOME DO TÁXON	MÉTODO DE REGISTRO			GERAL
	BUSCA ATIVA	REDES-NEBLINA	ACÚSTICA	
Myotis sp.1			x	x
Myotis sp.2			x	x
Eptesicus sp.			x	x
Riqueza de espécies (Total)	6	22	18	36

** Micronycteris sp. não foi considerado na contagem das espécies por não haver certeza de que se trata de uma espécie diferente de Micronycteris cf. microtis). Elaboração: Tetra Mais, 2023.*

D. Considerações Finais

De maneira geral, a quiropterofauna na área do empreendimento destaca-se como uma das mais diversas dentro do contexto da Caatinga. Além disso, a aplicação do esforço de coleta ampliará ainda mais a lista de espécies. A presença de uma provável espécie nova (*Lonchophylla sp.*) e de duas das quatro espécies ameaçadas de morcegos do Brasil (*Furipterus horrens* e *Natalus macrourus*) já traz consigo a importância de encontrar, mapear e monitorar os abrigos dessas três espécies em um futuro programa de monitoramento, ao longo das diferentes fases de instalação e operação do empreendimento. Para tal, torna-se fundamental a interação entre os dados da quiropterofauna com os da equipe espeleológica que se dedicará ao estudo do uso do Hábitat por *Furipterus horrens*.

A terceira campanha, realizada durante a temporada de chuvas, resultou no registro de mais 12 espécies que não haviam sido capturadas nas campanhas anteriores. Utilizando o método de redes-neblina, houve um notável aumento tanto no número de exemplares capturados quanto na riqueza em comparação com as campanhas anteriores. É relevante mencionar que pela primeira vez foi registrado *Xeronycteris vieirai* no estado do Ceará, marcando o ponto mais setentrional conhecido da distribuição dessa espécie.

Os possíveis impactos desse empreendimento sobre a fauna de quirópteros estão diretamente ligados à supressão de vegetação e consequente perda de hábitat, para a construção do complexo fabril e áreas de lavra, bem como na construção de vias de acesso. Por outro lado, o correto manejo do uso do solo no complexo da Serra do Céu, evitando-se a degradação de sua cobertura vegetal, pode não só amortizar os impactos, como também garantir a manutenção da vegetação e das populações de quirópteros a longo prazo.

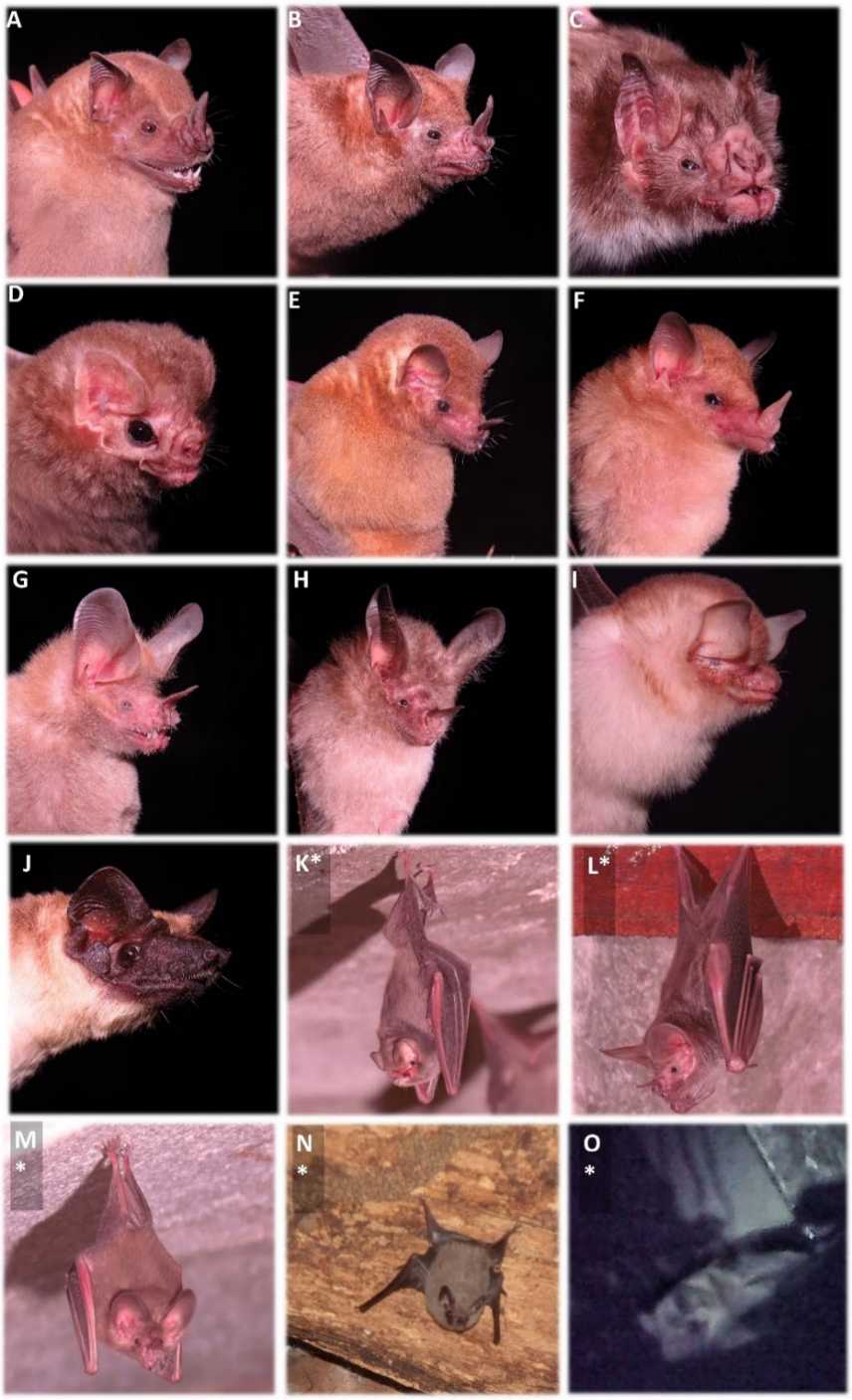
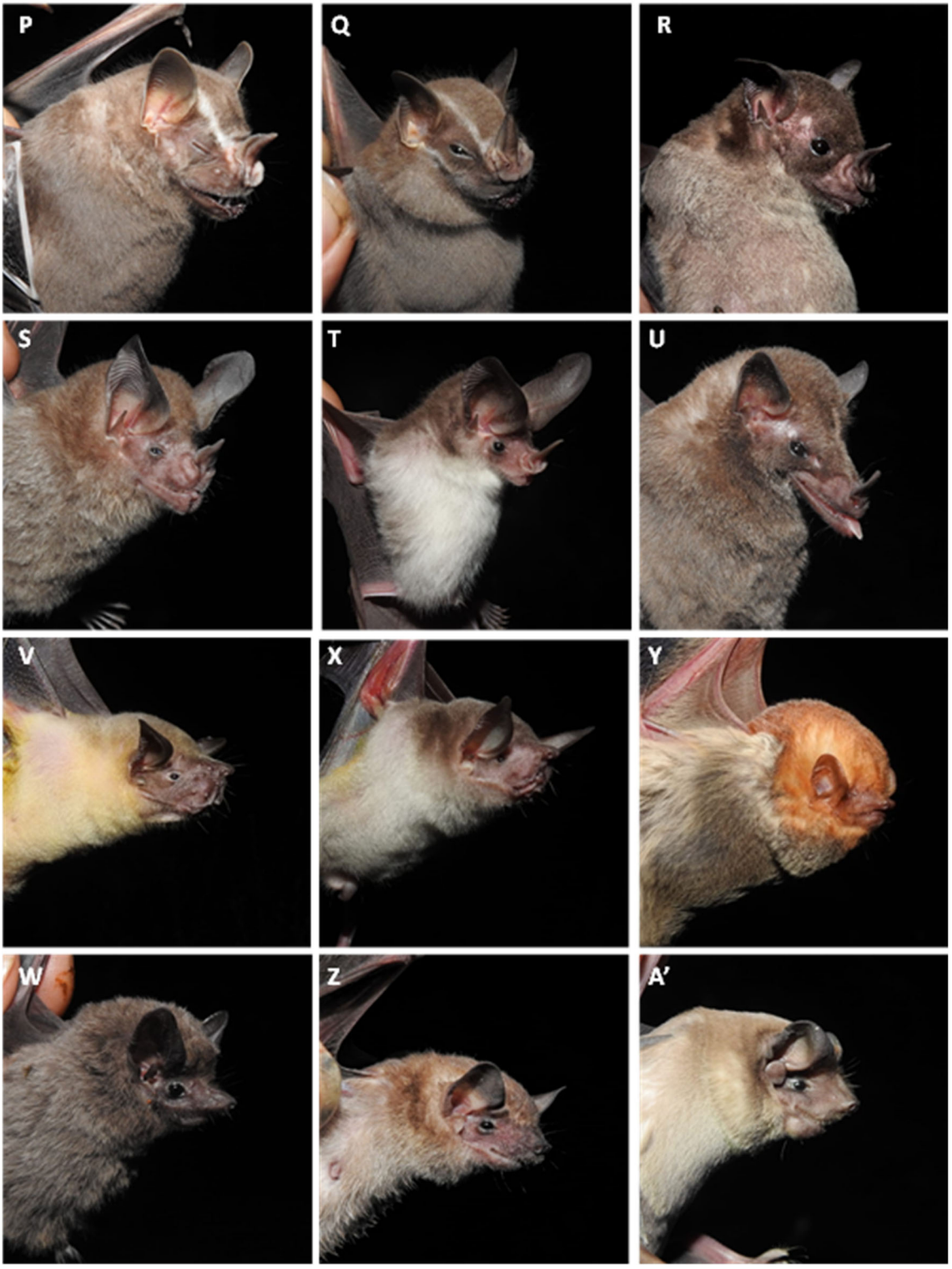


Figura 11.2.1-128: Espécies registradas durante as três campanhas de levantamento de dados primários do EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria, CE. (A) *Artibeus planirostris*; (B) *Carollia perspicillata*; (C) *Desmodus rotundus*; (D) *Diphylla ecaudata*; (E) *Glossophaga soricina*; (F) *Lonchophylla inexpectata*; (G e L*) *Trachops cirrhosus*; (H) *Micronycteris cf. microtis*; (I) *Natalus macrourus*; (J) *Neoplatymops mattogrossensis*; (K*) *Furipterus horrens*; (M*) *Micronycteris* sp.; (N*) *Peropteryx macrotis*; (O*) *Molossus molossus*. *Espécies registradas em busca ativa.


P
Q
R
S
T
U
V
X
Y
W
Z
A'

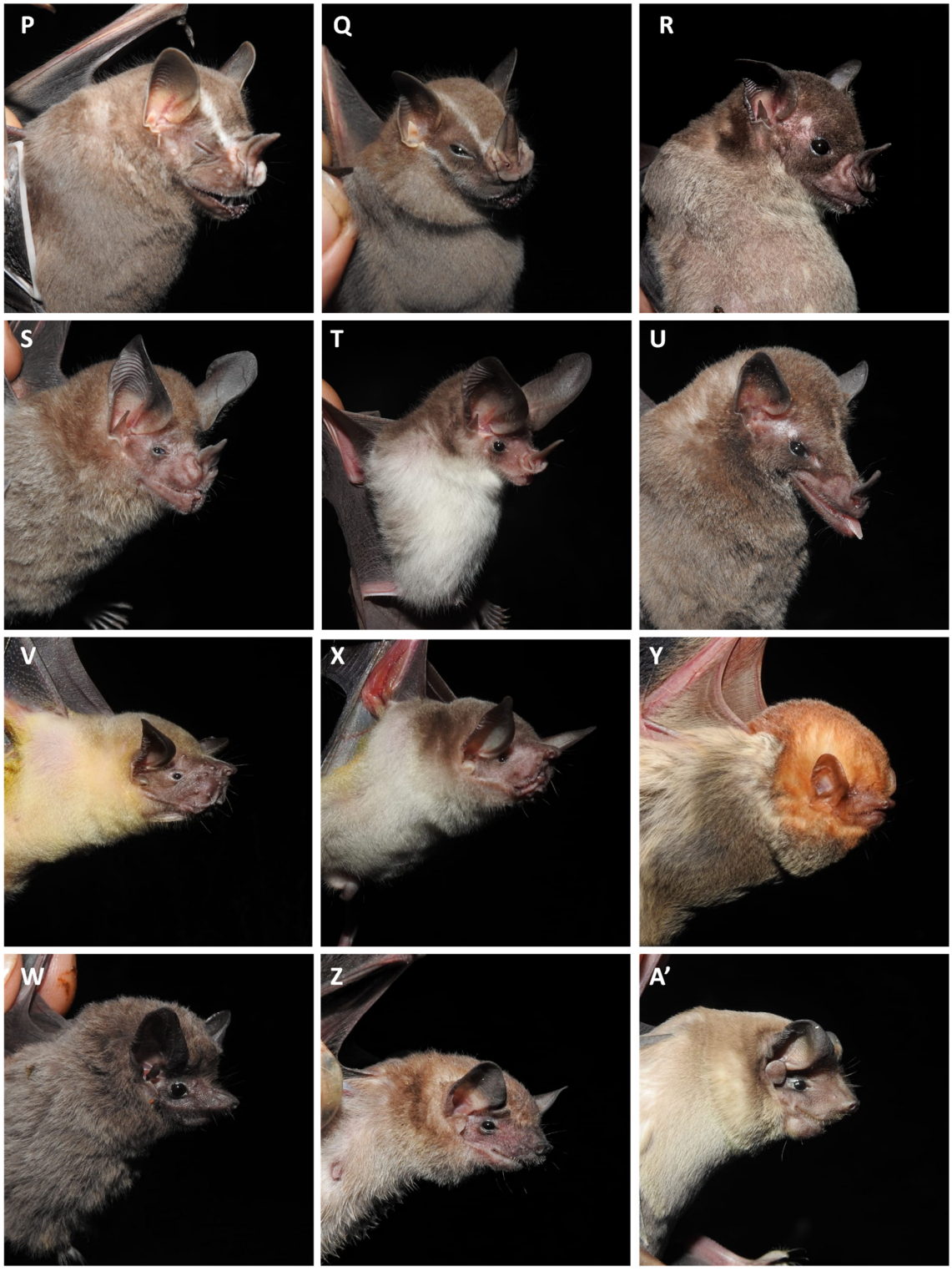
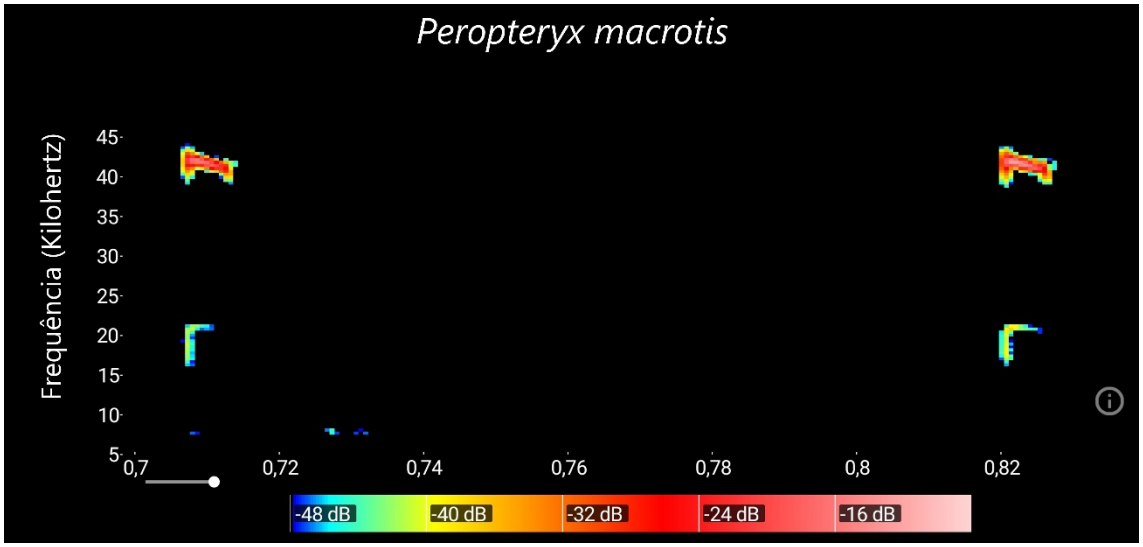
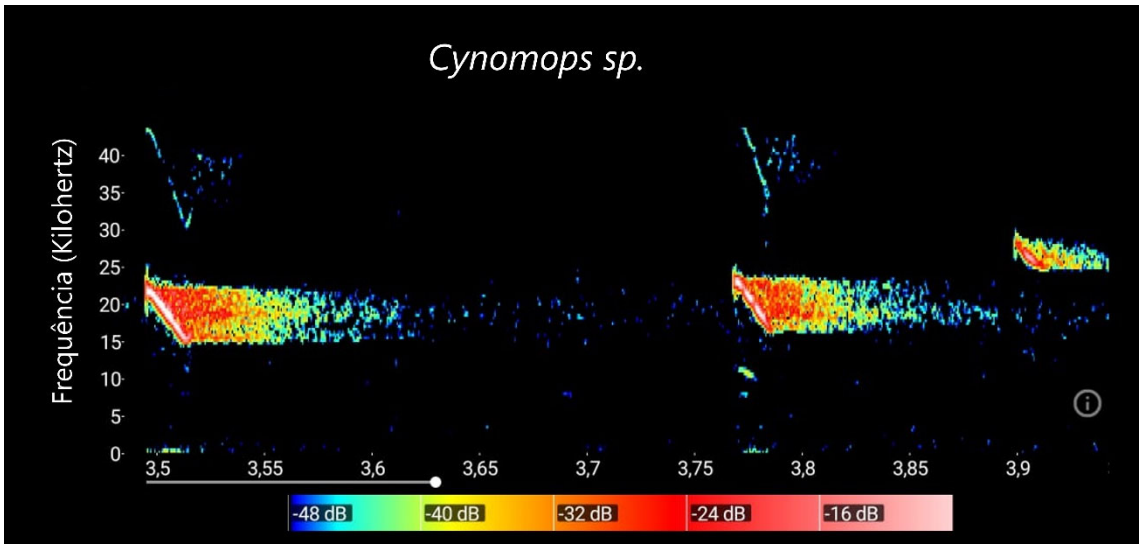
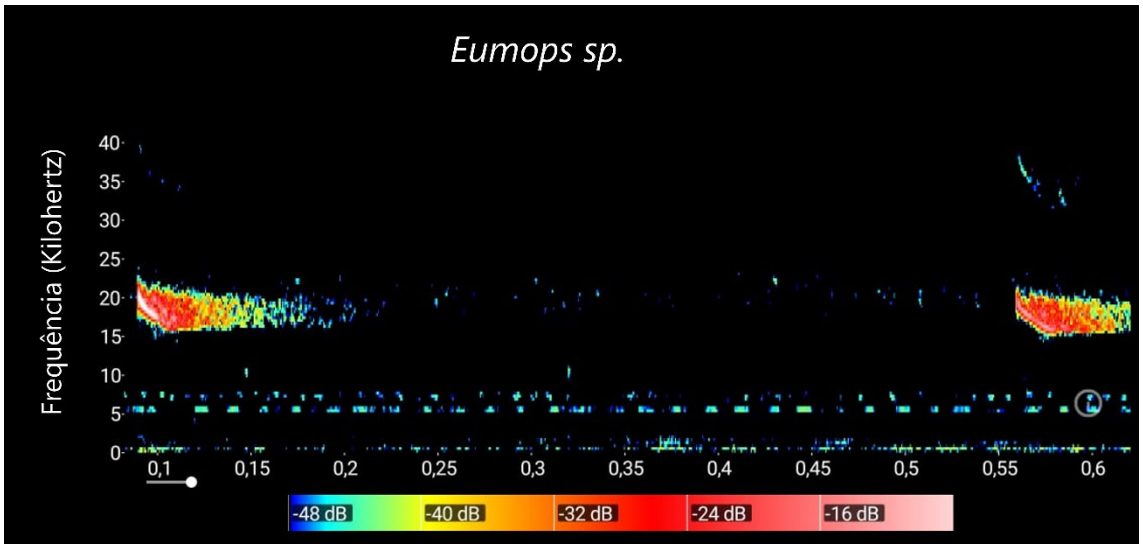
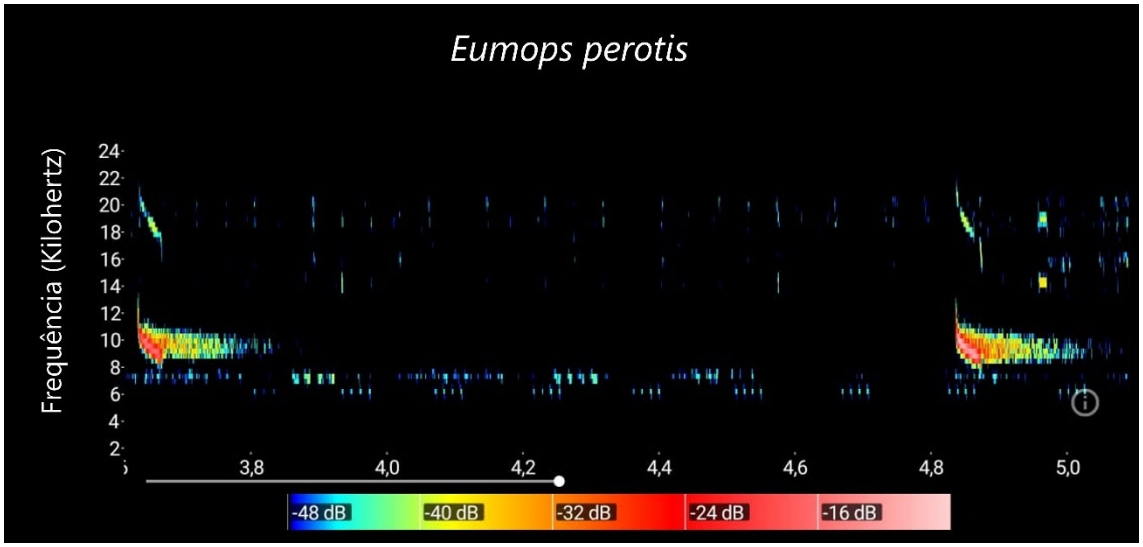


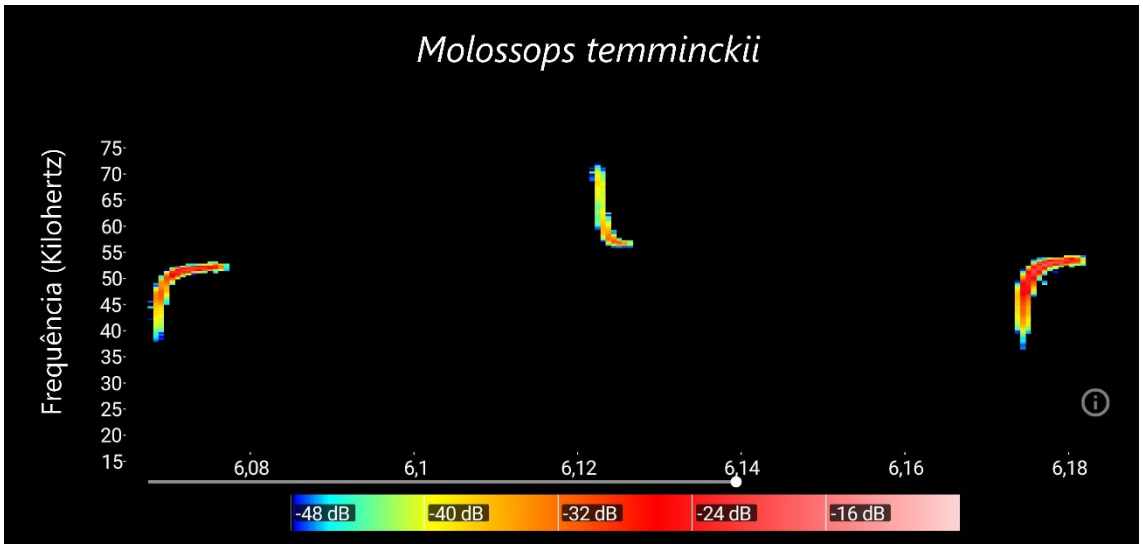
Figura 11.2.1-129: espécies de morcegos registradas durante as três campanhas de levantamento de dados primários do EIA/RIMA do Projeto Santa Quitéria, CE. (P) *Artibeus lituratus*; (Q) *Uroderma magnirostrum*; (R) *Phyllostomus discolor*; (S) *Tonatia bidens*; (T) *Micronycteris sanborni*; (U) *Xeronycteris vieirai*; (V) *Noctilio leporinus*; (X) *Noctilio albiventris*; (Y) *Lasiurus blossevilli*; (W) *Peropteryx macrotis*; (Z) *Molossops temminckii*; (A') *Molossus molossus*.

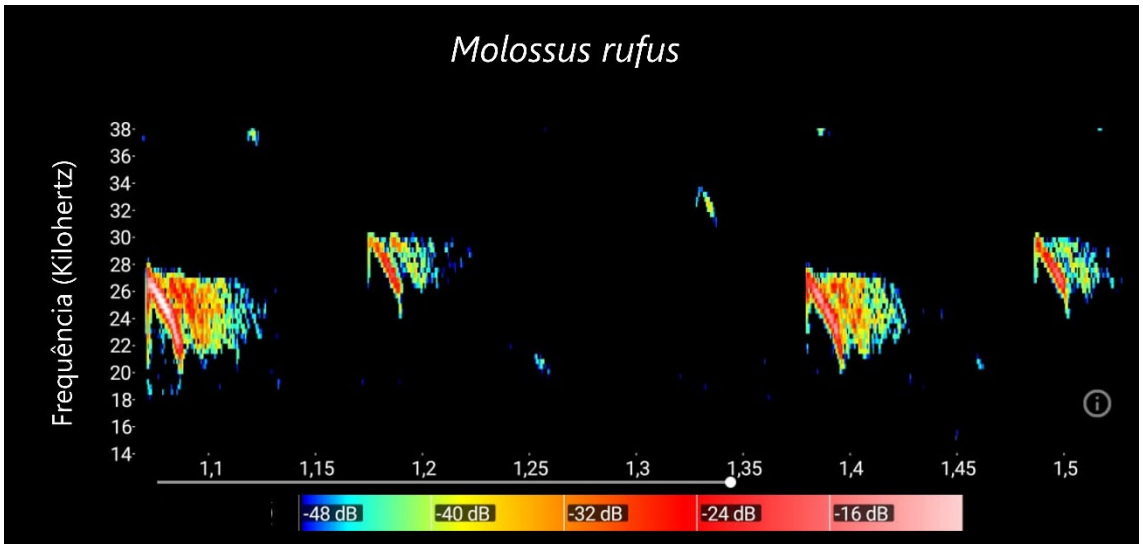

Peropteryx macrotis
Frequência (Kilohertz)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0,7
0,72
0,74
0,76
0,78
0,8
0,82
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

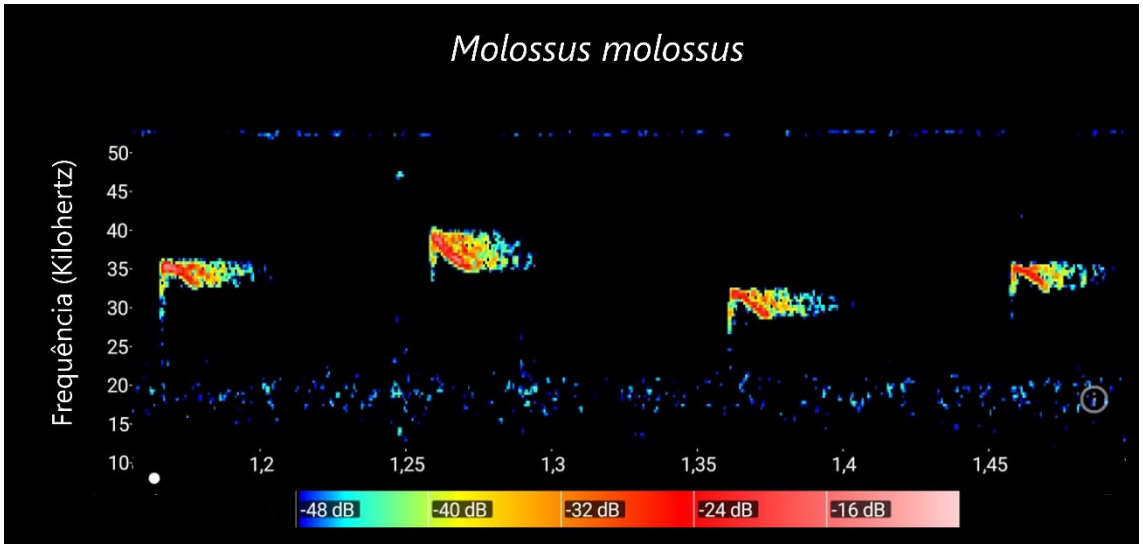

Cynomops sp.
Frequência (Kilohertz)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
3,5
3,55
3,6
3,65
3,7
3,75
3,8
3,85
3,9
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

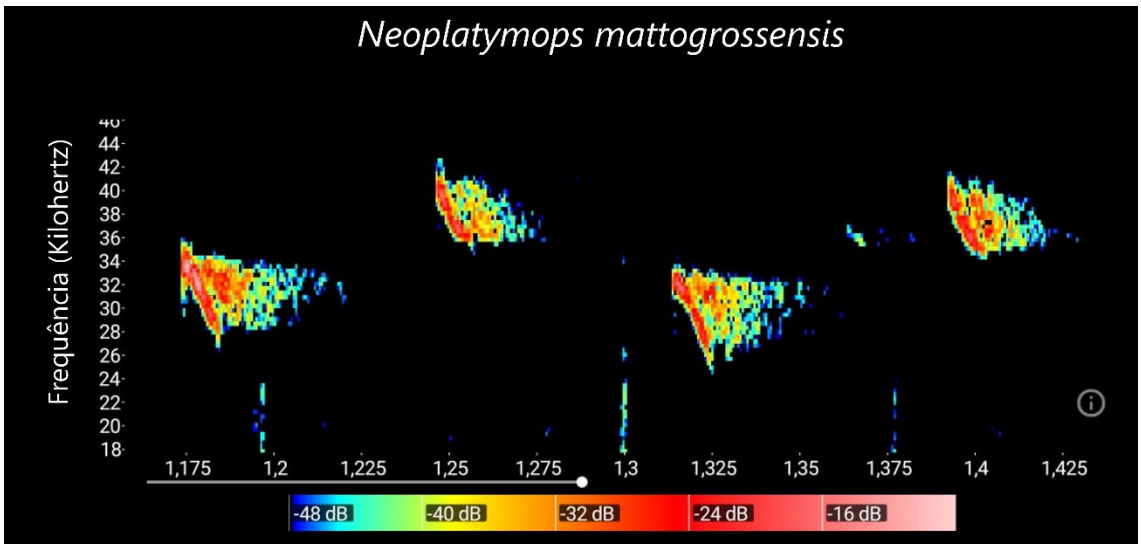

Eumops sp.
Frequência (Kilohertz)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0,1
0,15
0,2
0,25
0,3
0,35
0,4
0,45
0,5
0,55
0,6
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

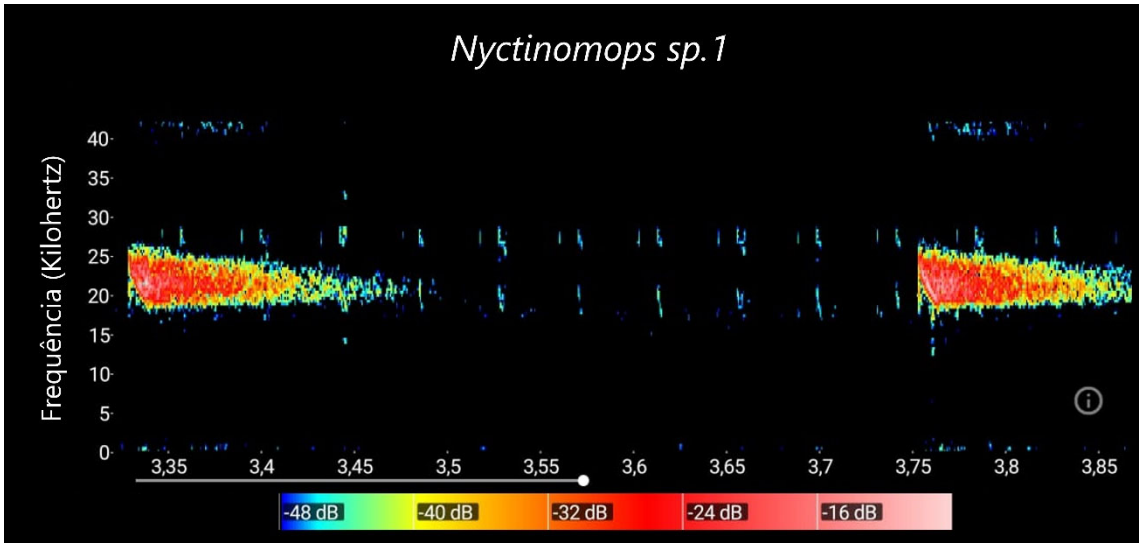

Eumops perotis
Frequência (Kilohertz)
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
3,8
4,0
4,2
4,4
4,6
4,8
5,0
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

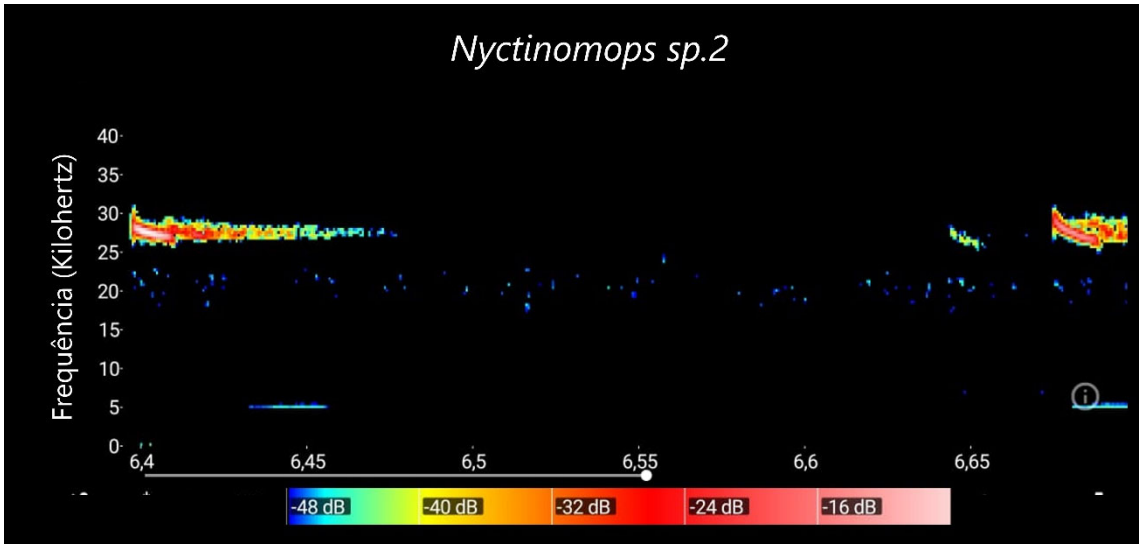

Molossops temminckii
Frequência (Kilohertz)
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
6,08
6,1
6,12
6,14
6,16
6,18
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

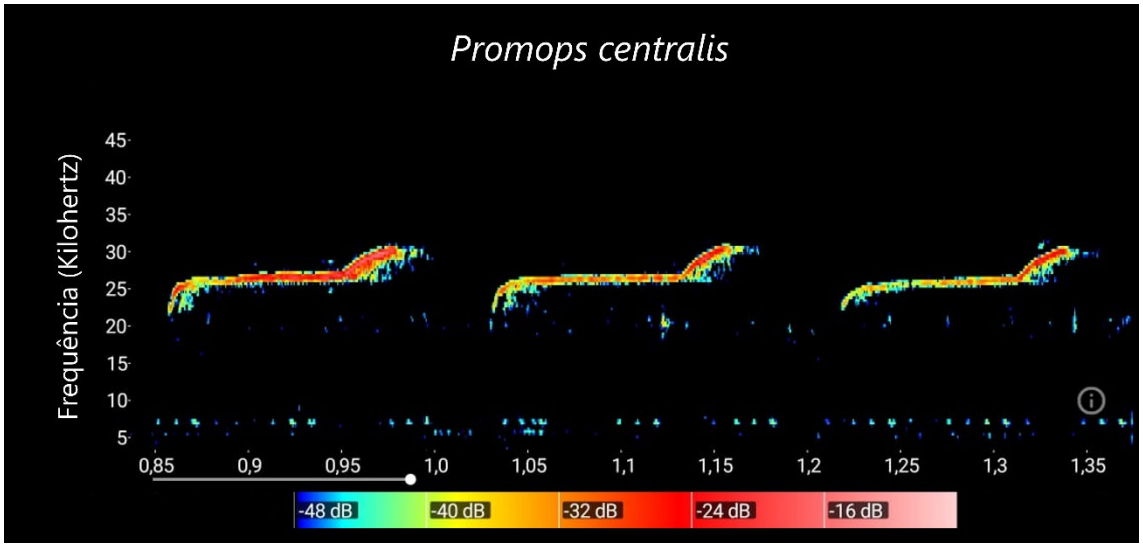

Molossus rufus
Frequência (Kilohertz)
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
1,1
1,15
1,2
1,25
1,3
1,35
1,4
1,45
1,5
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

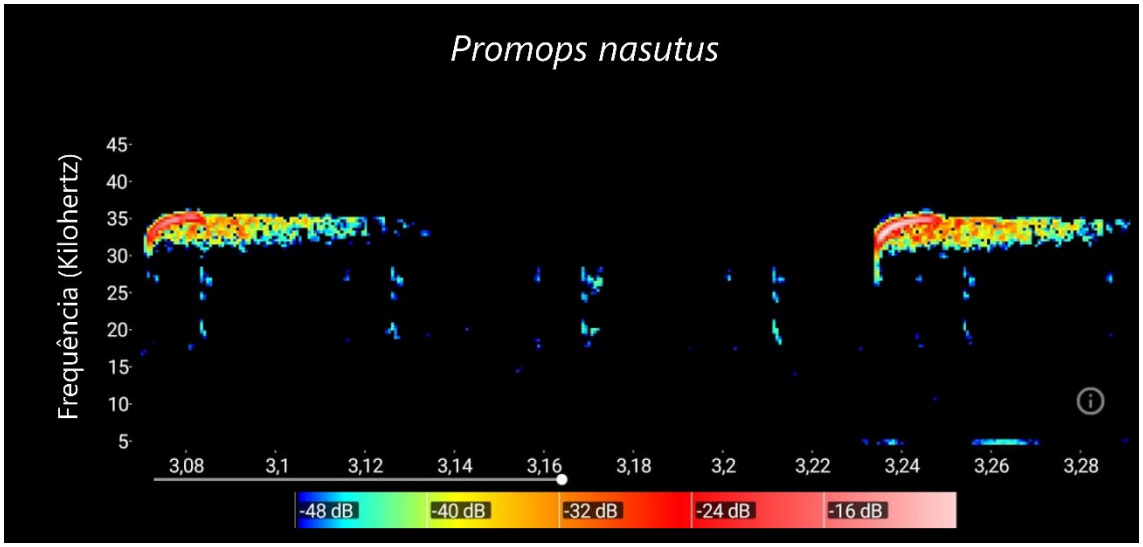

Molossus molossus
Frequência (Kilohertz)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
1,2
1,25
1,3
1,35
1,4
1,45
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

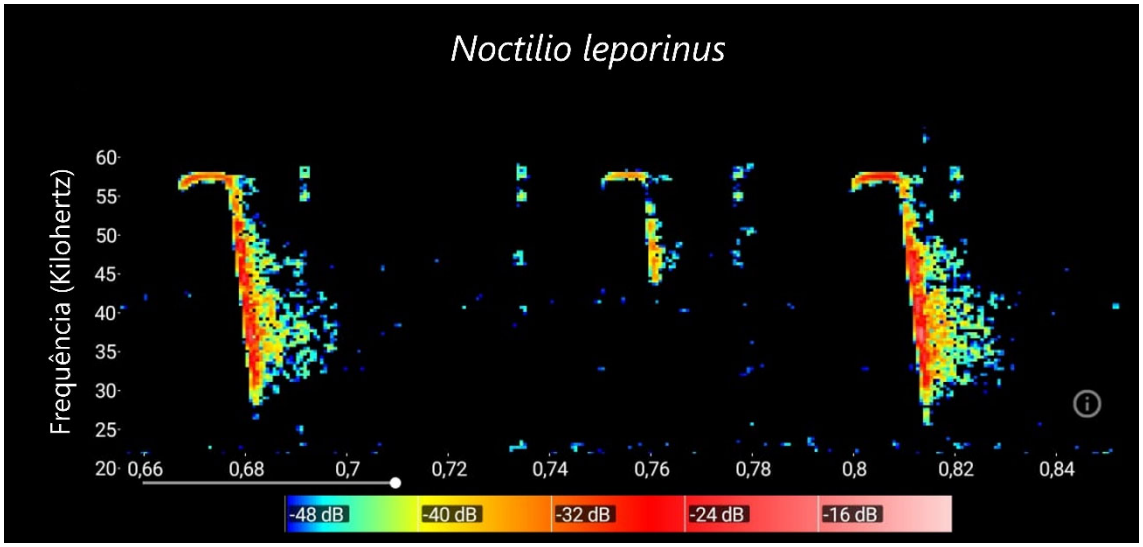

Neoplatymops mattogrossensis
Frequência (Kilohertz)
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
1,175
1,2
1,225
1,25
1,275
1,3
1,325
1,35
1,375
1,4
1,425
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

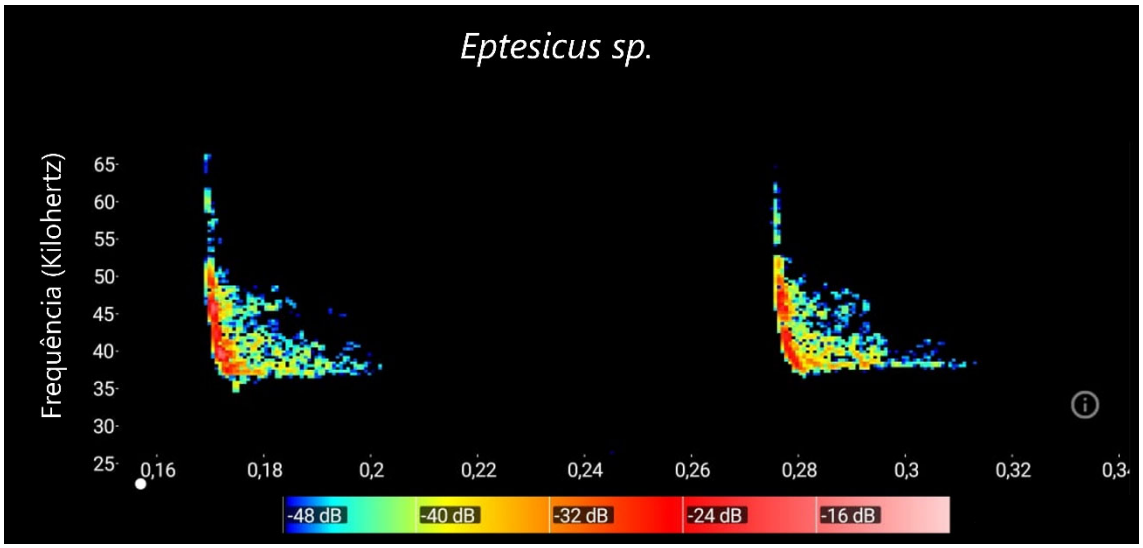

Nyctinomops sp.1
Frequência (Kilohertz)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
3,35
3,4
3,45
3,5
3,55
3,6
3,65
3,7
3,75
3,8
3,85
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

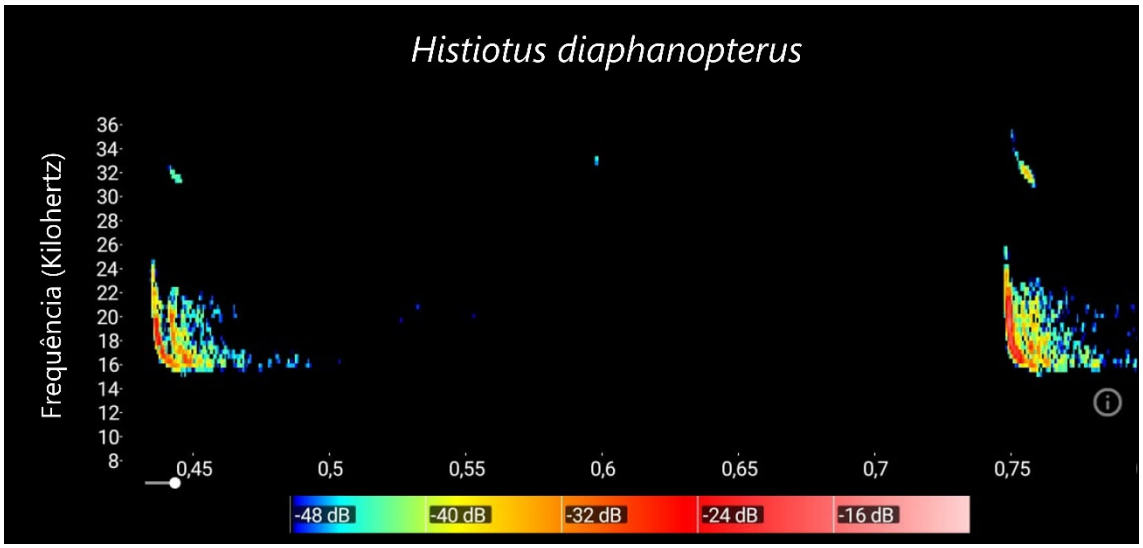

Nyctinomops sp.2
Frequência (Kilohertz)
40
35
30
25
20
15
10
5
0
6,4
6,45
6,5
6,55
6,6
6,65
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB


Promops centralis
Frequência (Kilohertz)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0,85
0,9
0,95
1,0
1,05
1,1
1,15
1,2
1,25
1,3
1,35
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB


Promops nasutus
Frequência (Kilohertz)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
3,08
3,1
3,12
3,14
3,16
3,18
3,2
3,22
3,24
3,26
3,28
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB


Noctilio leporinus
Frequência (Kilohertz)
60
55
50
45
40
35
30
25
20
0,66
0,68
0,7
0,72
0,74
0,76
0,78
0,8
0,82
0,84
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB


Eptesicus sp.
Frequência (Kilohertz)
65
60
55
50
45
40
35
30
25
0,16
0,18
0,2
0,22
0,24
0,26
0,28
0,3
0,32
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB


Histiotus diaphanopterus
Frequência (Kilohertz)
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
0,45
0,5
0,55
0,6
0,65
0,7
0,75
-48 dB
-40 dB
-32 dB
-24 dB
-16 dB

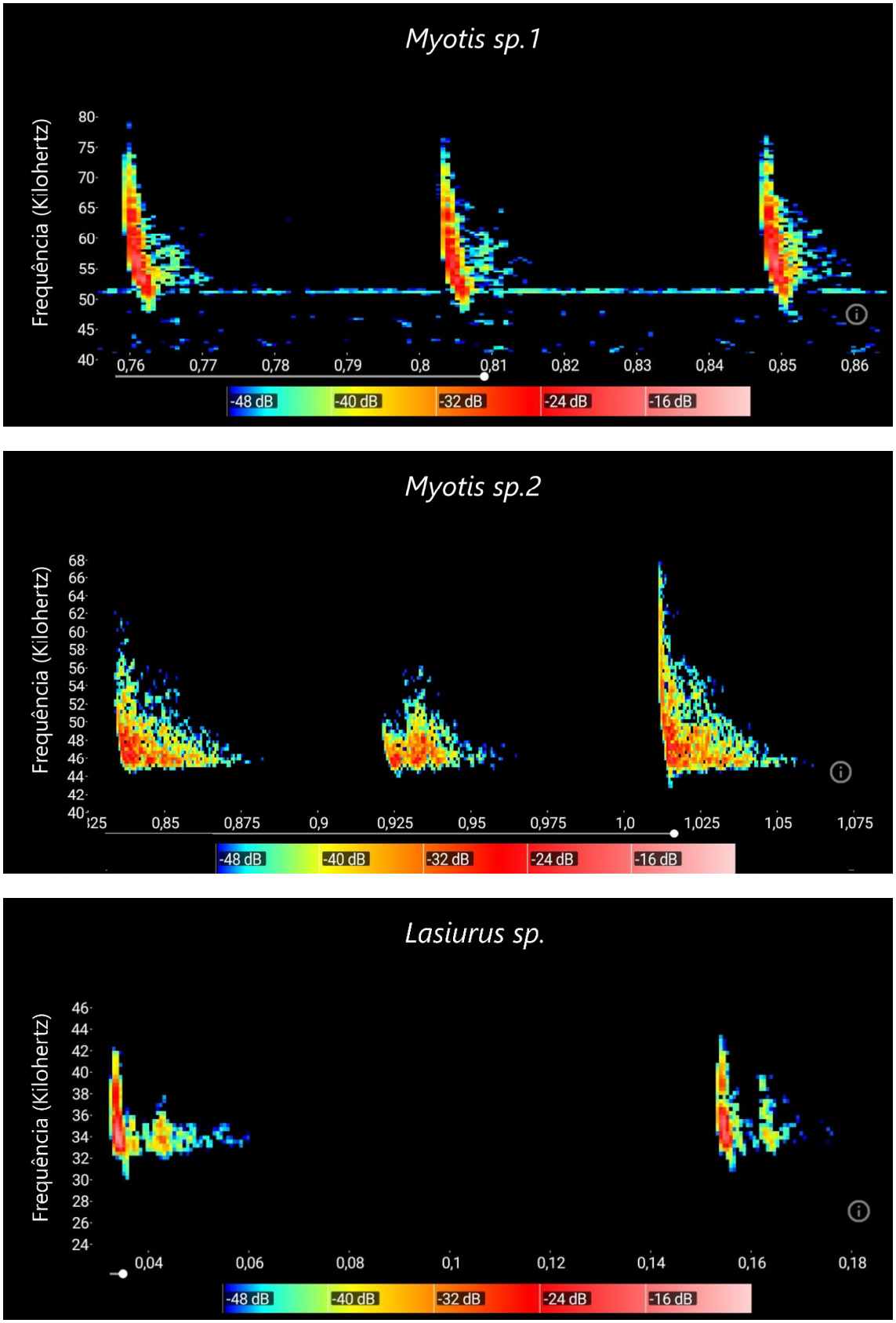


Figura 11.2.1-130: Espectrogramas dos pulsos de ecolocalização de morcegos registrados durante as três campanhas do EIA RIMA do Projeto Santa Quitéria.

11.2.1.1.7 Borboletas

A. Introdução

Aproximadamente 13% de um total de 20 mil lepidópteros correspondem às borboletas (KRISTENSEN *et al.*, 2007), sendo que nas regiões neotropicais projeções apontam a ocorrência de 7.100 (BECCALONI; GASTON, 1995) a 7.900 espécies (HEPPNER, 1991; LAMAS, 2004). No Brasil é conhecida cerca de metade das espécies que ocorrem na região neotropical: 3.288 espécies segundo Brown e Freitas (1999), com estimativas de 3.628 espécies (LEWINSOHN; PRADO, 2008). As borboletas são agrupadas em seis famílias: Hesperiidae, Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae (LAMAS, 2004, 2008).

O conhecimento da diversidade de borboletas na região semiárida nordestina, até o momento, encontra-se insuficiente para uma caracterização adequada de sua real comunidade (KERPEL *et al.*, 2014). As pesquisas a respeito da fauna de lepidópteros no Nordeste brasileiro iniciaram no século XIX com Bates (1867), porém o Estado do Ceará só obteve seus primeiros levantamentos com Rocha (1908, 1936, 1954), que publicou diversas listas de lepidópteros, contendo de 52 a 150 espécies, incluindo algumas mariposas. Dentre os trabalhos mais recentes, Kerpel *et al.* (2014) realizaram uma grande revisão para o semiárido nordestino, onde foram registradas 389 espécies de borboletas em 11 localidades (BA, CE, PB, PE e PI). Entretanto, levantamentos sistematizados de borboletas para o Ceará praticamente inexistem, contando com poucas publicações (NOBRE *et al.*, 2008, 2012; ARCADIS LOGOS, 2014).

Apesar de a maioria dos lepidópteros encontrados no semiárido possuir ampla distribuição geográfica no Brasil, Kerpel *et al.* (2014) identificaram novas ocorrências de espécies, bem como espécies novas, endêmicas para a região Nordeste e ameaçadas. No semiárido do Ceará, dentro dos novos registros ressaltam-se o *Ithomiini*, *Tithorea harmonia* (NOBRE *et al.*, 2008) e uma nova espécie do *Hesperiidae cogia*, observada na área do Projeto Santa Quitéria (ARCADIS LOGOS, 2014). A partir de comparações com outros inventários, Zacca e Bravo (2012) afirmam que os nimphalídeos *Fountainea halice moretta* e *Hypna clytemnestra forbesi* são consideradas endêmicas para a Caatinga.

As borboletas das regiões neotropicais foram e são importantes não somente na compreensão de sua diversidade, mas como modelo do conhecimento básico nas áreas de ecologia, comportamento animal, sistemática, biologia da conservação e biologia evolutiva (ERLICH, 2003; WATT; BOGGS, 2003). As borboletas, em especial as frugívoras, têm sido utilizadas há algum tempo como modelos para estudos de diversidade espacial e temporal (DEVRIES; WALLA, 2001), e mencionadas como boas indicadoras de perturbação antrópica,

por apresentarem respostas rápidas e consistentes mesmo nas mudanças pouco perceptíveis (BARLOW *et al.*, 2007). Além das respostas diretas às mudanças na qualidade ambiental, esse grupo também reflete as respostas de outros grupos de invertebrados e vertebrados (surrogates), atuando como representantes de outros organismos, geralmente mais difíceis ou onerosos para serem amostrados na avaliação de perturbação ambiental (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009).

Tais características, aliadas à praticidade de sua amostragem e ao baixo dano causado em suas populações pelos métodos de coleta utilizados, reforçam a importância do uso dessas borboletas em trabalhos de diagnóstico e monitoramento ambiental. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo levantar a fauna de borboletas presente nas áreas de influência do empreendimento em questão, com base em dados secundários e dados primários obtidos em três campanhas de campo.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Borboletas – Dados Secundários

É importante observar que a vegetação do local contém particularidades da Caatinga, Cerrado, campo rupestre e Mata Atlântica, de forma que não deve ser considerada como uma Caatinga típica (NOBRE *et al.*, 2008). Incluir inventários de locais distantes, mesmo que do mesmo bioma, seria uma extrapolação exagerada para a verdadeira comunidade potencialmente presente na região. Entretanto, para estimar quais outras possíveis espécies podem ocorrer na área de estudo (AII), podemos citar os trabalhos de Nobre *et al.* (2008, 2012) e da Arcadis Logos (2014), com as espécies listadas no (Quadro 11.2.1-30). Vale ressaltar que o inventário de fauna do Ceará que culminou na lista de espécies do Estado não contemplou o grupo de borboletas.

A seguir é apresentado um breve resumo dos trabalhos selecionados para a compilação de dados secundários para borboletas: A Arcadis Logos (2014) apresenta a reunião das espécies registradas durante o levantamento dos dados primários necessários para a composição do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria realizado em 2011. Já Nobre *et al.* (2008; 2012) apresentam dois levantamentos de espécies de borboletas em biomas muito semelhantes, em outra região da Caatinga nordestina, que podem facilmente ser extrapolados para Santa Quitéria.

B.2. Levantamento de Borboletas – Dados Primários

As amostragens foram realizadas em três campanhas, sendo a primeira realizada na estação seca, em novembro de 2020. A segunda campanha foi realizada em fevereiro de 2021, período considerado como chuvoso segundo a normal climatológica. Ocorre que na

ocasião dos levantamentos de campo, devido a atraso no início das chuvas, a paisagem em questão se mostrava com características da estação seca. Diante disso, uma terceira campanha foi solicitada pelo IBAMA (Parecer nº148/2022) para contemplar, de fato, a estação chuvosa. A primeira campanha foi realizada entre os dias 15 e 22 de novembro de 2020, a segunda entre os dias 8 e 15 de fevereiro de 2021, e a terceira campanha, entre os dias 27 de abril a 4 de maio de 2023. Em todas as campanhas foram amostrados os mesmos sete pontos, selecionados de acordo com a possibilidade de acesso e de forma a contemplar as diferentes fitofisionomias e áreas de influências do empreendimento. A localização geográfica e imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico.

A partir de cada ponto foi delineado um transecto de aproximadamente 250 metros, sendo empregadas duas metodologias distintas e complementares:

Armadilhas de atração

Em cada ponto foi traçado um transecto com seis armadilhas de atração do tipo Van Someren-Rydon (VSR), espaçadas cerca de 50 metros entre si, penduradas em ramos ou galhos, de forma que sua base estivesse a um metro de altura e ancorada ao solo. As armadilhas foram revisadas diariamente, durante sete dias, com substituição completa das iscas a cada 48 horas. Cada armadilha é constituída de uma rede tubular de voal, com 70 centímetros de comprimento e um funil invertido interno, fechada na parte superior e contendo, na região inferior, uma plataforma plástica onde é depositada a isca. Essa plataforma encontra-se presa à rede a uma distância de três centímetros, abertura que permite a entrada das borboletas que ficarão aprisionadas no tubo (Figura 11.2.1-131). Foram utilizadas adaptações da isca-padrão (HUGHES *et al.*, 1998), feitas da mistura de banana madura amassada com caldo de açúcar mascavo, fermentada por 48 horas. As borboletas capturadas foram marcadas nas asas (com marcador permanente ou secção na asa anterior) para evitar recontagens. Subsequentemente foram feitas a identificação e soltura dos exemplares.

Figura 11.2.1-131: Método de armadilhas de atração (Van Someren-Rydon – VSR) utilizado nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Da esquerda para a direita: armadilha VSR em campo; montagem da armadilha; revisão da armadilha; e Prepona laertes na isca de atração no empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE.

A amostragem foi complementada através de buscas visuais. Os mesmos transectos foram percorridos com esforço amostral padronizado em hora/rede, seguindo metodologia adaptada de Pollard (1977). O horário de amostragem foi das 9 às 16 horas, buscando-se acompanhar o horário de maior atividade das borboletas, totalizando sete horas/rede de amostragem por transecto. Foram registrados indivíduos avistados, capturados por rede entomológica ou fotografados (Figura 11.2.1-132). Uma vez que a habilidade individual de cada coletor influencia no sucesso de detecção dos indivíduos, os dados da busca ativa foram suprimidos das análises padronizadas e utilizados somente para fins qualitativos como a lista de espécies.

Exemplares coletados foram mortos por compressão do tórax e acondicionados em envelopes filatélicos para identificação em laboratório. As identificações foram baseadas em catálogos como os de Brown Jr. (1992), D'Abrera (1981, 1984, 1987a, 1987b, 1988, 1994, 1995), Devries (1987, 1997), Jenkins (1990) e Lotts e Naberhaus (2017).

Figura 11.2.1-132: Método de busca ativa utilizado nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa CE. Da esquerda para a direita: captura por rede entomológica; coleta de indivíduo capturado; e registro por fotografia no empreendimento de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE.

B.3. Análise de Dados

A diversidade em cada ambiente foi pelo índice de diversidade alfa de Shannon. A distribuição de indivíduos entre as espécies foi avaliada pelo índice de equitabilidade de Pielou; e a dominância pelo índice de Simpson. A descrição da composição de espécies por áreas de influência foi feita por análises de agrupamento (NMDS) calculada pelo programa PAST versão 2.17c (HAMMER *et al.*, 2001).

A avaliação do sucesso amostral observado em relação ao esperado foi feita através de curva de rarefação construída a partir de 1000 randomizações dos dados de coleta e plotada juntamente aos estimadores de riqueza Chao 2 e Jackknife 1, como sugerido por Walther e Moore (2005). Os dados foram obtidos a partir do programa EstimateS versão 9.1 (COLWELL, 2005).

As comparações entre áreas de influência foram ponderadas de acordo com o esforço amostral empregado. A abundância foi comparada pela frequência de indivíduos capturas por armadilha. A comparação da riqueza foi realizada por curvas de rarefação individual geradas pelo software PAST versão 2.17c (HAMMER *et al.*, 2001).

Os critérios para classificação de endemismo, raridade e ameaça de extinção tiveram como base levantamentos de distribuição e conservação de borboletas (BROWN JR., 1992; KERPEL *et al.*, 2014; CITES, 2023; MMA, 2020, 2022; IUCN, 2022). Vale destacar que a listagem da CITES (2023), apesar de ser a mais atualizada, depende de formalização por parte do MMA para que esteja em vigor plenamente.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

Como resultado das três campanhas, incluindo ambas as metodologias, foram registradas 103 espécies e capturados 5.791 indivíduos, excluindo-se recapturas, distribuídas entre todas as seis famílias de lepidópteros (Quadro 11.2.1-25). A família com maior abundância foi Nymphalidae, com 80,02% dos registros, seguida de Pieridae (10,15%), Hesperiidae (7,36%), Lycaenidae (1,95%), Riodinidae (0,43%) e Papilionidae (0,09%). A família com maior riqueza foi Nymphalidae (33,98%), seguida de Hesperiidae (31,07%), Lycaenidae (19,42%), Pieridae (9,71%), Riodinidae (4,85%) e Papilionidae (0,97%). Vale observar que o elevado número de nimphalídeos, semelhante ao levantamento anterior na área de estudo (ARCADIS LOGOS, 2014), está diretamente associado ao uso de armadilhas de atração, cujo método de captura é exclusivo e altamente eficiente para a guilda frugívora. Somente no método de armadilhas de atração foram capturadas 3.941 borboletas, todas da

família Nymphalidae, distribuídas em quatro subfamílias (Biblidinae, Charaxinae, Nymphalinae e Satyrinae) e 16 espécies.

Quadro 11.2.1-25: Composição taxonômica da fauna de borboletas das três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

FAMÍLIA	ABUNDÂCIA TOTAL	ABUNDÂNCIA (%)	RIQUEZA TOTAL	RIQUEZA (%)
Hesperiidae	426	7,36%	32	31,07%
Lycaenidae	113	1,95%	20	19,42%
Nymphalidae	4.634	80,02%	35	33,98%
Papilionidae	5	0,09%	1	0,97%
Pieridae	588	10,15%	10	9,71%
Riodinidae	25	0,43%	5	4,85%
Total	5.791		103	100%

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

As três espécies mais abundantes, que juntas compõem a elevada dominância de 89,28% do total de borboletas registradas foram: *Fountainea halice moretta* (1.913 indivíduos); *Hamadryas februa* (1.022 indivíduos); *Eunica tatila* (739 indivíduos); todas frugívoras. Composições de dominância semelhantes também foram encontradas anteriormente na área de estudo (ARCADIS LOGOS, 2014) e em outra região do semiárido (NOBRE *et al.*, 2012). De modo geral, a fauna de borboletas da área de estudo é composta por espécies características de ambientes abertos e/ou secundários, já esperado para o bioma da Caatinga (NOBRE *et al.*, 2008). As espécies menos abundantes (com apenas um indivíduo capturado) totalizam 21 espécies (0,36% da abundância total), sendo elas: *Abaeis arbela gracilis, Calycopis caulonia, Cecropterus doryssus, Cogia eliasi, Danaus erippus, Dione juno, Episcada hymenaea, Eunica macris, Gargina gnosia, Gorgythion begga, Heliopetes alana, Heliopyrgus domicela, Lasaia agesilas, Lycorea halia, Marpesia chiron, Ministrymon* sp., *Polyctor polyctor, Pseudolycaena marsyas, Rekoa marius, Spicauda simplicius, Strymon bubastus*. Todas, com excecção de *Eunica macris*, são borboletas não frugívoras, e, portanto, sua amostragem se deu pelo método de busca ativa, o que naturalmente diminui a detectabilidade desse grupo.

O Quadro 11.2.1-26 traz a lista de espécies registradas durante as três campanhas, em ambos os métodos, com suas respectivas abundâncias e particularidades ecológicas (que incluem informações como: endemismo no bioma Caatinga, distribuição geográfica restrita, sensibilidade, hábitos e potenciais de bioindicação. As espécies *Fountainea halice moretta* e *Hypna clytemnestra forbesi* são sugeridas como endêmicas para o semiárido (ZACCA; BRAVO, 2012), apesar de possuírem ampla distribuição pelo bioma. Apesar de não existirem registros de espécies ameaçadas para o local, com base nos dados primários ou secundários (ARCADIS LOGOS, 2014), isso não significa que não haja borboletas no semiárido sob risco de extinção, alertando que as pesquisas e conhecimentos científicos nessa área ainda são muito superficiais.

Quadro 11.2.1-26: Lista de espécies de borboletas registradas e suas abundâncias, *status* de conservação, particularidades ecológicas, método de captura e ocorrências nas áreas de influência das três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Hesperiidae	*Aguna asander*	3	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Anisochoria quadrifenestrata*	53	-	BA	Seca	ADA, Controle
Hesperiidae	*Burnsius orcus*	55	-	BA	Chuvosa	AID, Controle
Hesperiidae	*Callimormus saturnus*	2	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Cecropterus dorantes dorantes*	95	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Cecropterus doryssus*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Chioides catillus*	17	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Chiothion asychis autander*	6	-	BA	Seca	AID
Hesperiidae	*Chirgus veturius*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Cogia calchas*	38	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Hesperiidae	*Cogia eliasi*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Cogia undulatus*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Ectomis octomaculata*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Epargyreus socus*	3	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Gesta gesta*	3	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Gorgythion begga*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Heliopetes alana*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Heliopetes arsalte*	2	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Heliopetes willi*	16	-	BA	Chuvosa	Controle
Hesperiidae	*Heliopyrgus domicela*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Hoodus cristata*	10	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Hylephila phyleus*	2	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Nisoniades macarius*	28	-	BA	Chuvosa	ADA, AID

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Hesperiidae	*Pellicia sp.*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Polyctor polyctor*	1	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Spathilepia clonius*	2	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Hesperiidae	*Spicauda simplicius*	1	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Staphylus sp.*	5	-	BA	Chuvosa	AID
Hesperiidae	*Timochares trifasciata*	4	-	BA	Seca	ADA, AID
Hesperiidae	*Trina geometrina*	22	-	BA	Seca	AID
Hesperiidae	*Urbanus proteus*	2	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Hesperiidae	*Zopyrion evenor thania*	43	-	BA	Seca	AID
Lycaenidae	*Calycopis caulonia*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Calycopis janeirica*	3	-	BA	Chuvosa	AID
Lycaenidae	*Calycopis sp.*	3	-	BA	Seca, Chuvosa	AID
Lycaenidae	*Chlorostrymon simaethis*	3	-	BA	Chuvosa	AID

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Lycaenidae	*Electrostrymon endymion*	2	-	BA	Chuvosa	ADA
Lycaenidae	*Gargina gnosia*	1	-	BA	Chuvosa	AID
Lycaenidae	*Hemiargus hanno*	48	-	BA	Chuvosa	Controle
Lycaenidae	*Kisutam syllis*	6	-	BA	Seca	AID
Lycaenidae	*Leptotes cassius*	22	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Ministrymon azia*	3	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Ministrymon sp.*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Ministrymon sp. (nova)*	4	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Pseudolycaena marsyas*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Rekoa marius*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Lycaenidae	*Rubroserrata ecbatana*	2	-	BA	Chuvosa	AID
Lycaenidae	*Strymon astiocha*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	AID, Controle

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Lycaenidae	*Strymon bazochii*	4	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Lycaenidae	*Strymon bubastus*	1	-	BA	Chuvosa	AID
Lycaenidae	*Strymon crambusa*	2	-	BA	Chuvosa	AID, Controle
Lycaenidae	*Strymon rufofusca*	3	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Anartia jatrophae*	32	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Biblis hyperia*	11	bioindicadora	VSR	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Callicore sorana*	21	bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Danaus eresimus*	2	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Danaus erippus*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Danaus gilippus*	2	-	BA	Chuvosa	ADA
Nymphalidae	*Dione juno*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Dione maculosa*	18	-	BA	Seca, Chuvosa	AID

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Nymphalidae	*Dryas iulia*	2	-	BA	Chuvosa	AID, Controle
Nymphalidae	*Dynamine arene*	10	-	BA, VSR	Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Dynamine artemisia*	3	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Dynamine postverta*	4	-	BA	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Episcada hymenaea*	1	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Eunica macris*	1	bioindicadora	VSR	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Eunica tatila*	739	bioindicadora	VSR	Chuvosa	AID, Controle
Nymphalidae	*Euptoieta hegesia*	6	-	BA	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Fountainea glycerium*	15	bioindicadora	VSR	Seca, Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Fountainea halice moretta*	1913	endêmica; bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	Controle
Nymphalidae	*Hamadryas amphinome*	7	bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Hamadryas februa*	1022	bioindicadora	BA, VSR	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Nymphalidae	*Hamadryas feronia*	4	bioindicadora	VSR	Chuvosa	AID, Controle
Nymphalidae	*Heliconius erato*	11	-	BA	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Historis acheronta*	4	bioindicadora	VSR	Chuvosa	AID, Controle
Nymphalidae	*Hypna clytemnestra*	64	endêmica; bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Ithra ithra*	292	-	BA	Seca, Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Junonia evarete*	29	-	BA	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Lycorea halia*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Marpesia chiron*	1	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Mestra dorcas*	54	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Opsiphanes invirae*	2	bioindicadora	VSR	Chuvosa	ADA, AID
Nymphalidae	*Pharneuptychia sp.*	287	bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Phystis simois*	49	-	BA	Seca	AID

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Nymphalidae	*Prepona laertes*	2	bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	AID
Nymphalidae	*Siproeta stelenes*	20	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle
Nymphalidae	*Taygetis laches*	3	bioindicadora	BA, VSR	Chuvosa	AID
Papilionidae	*Battus polydamas*	5	-	BA	Chuvosa	AID
Pieridae	*Abaeis arbela gracilis*	1	-	BA	Chuvosa	AID, Controle
Pieridae	*Anteos clorinde*	6	-	BA	Chuvosa	AID
Pieridae	*Ascia monuste*	76	migratória	BA	Chuvosa	ADA
Pieridae	*Eurema albula*	24	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Pieridae	*Eurema elathea*	266	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Pieridae	*Glutophrissa drusilla*	7	-	BA	Chuvosa	ADA, AID
Pieridae	*Itaballia demophile*	6	-	BA	Chuvosa	ADA
Pieridae	*Phoebis marcellina*	81	migratória	BA	Chuvosa	ADA, AID
Pieridae	*Phoebis statira*	30	migratória	BA	Chuvosa	AID
Pieridae	*Pyrisitia nise*	91	-	BA	Chuvosa	AID, Controle

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ABUNDÂNCIA	PARTICULARIDADES ECOLÓGICAS	MÉTODO	ESTAÇÃO	ÁREA DE OCORRÊNCIA
Riodinidae	*Aricoris campestris*	7	-	BA	Seca, Chuvosa	AID
Riodinidae	*Aricoris middletoni*	9	-	BA	Chuvosa	AID
Riodinidae	*Aricoris propitia*	6	-	BA	Chuvosa	ADA, AID, Controle
Riodinidae	*Lasaia agesilas*	1	-	BA	Chuvosa	AID, Controle
Riodinidae	*Synargis calyce*	2	-	BA	Seca, Chuvosa	ADA, AID, Controle

** nenhuma das espécies registrada é atualmente considerada ameaçada de extinção. Elaboração: Tetra Mais, 2023.*

C.2. Eficiência Amostral

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado preliminarmente na área de estudo (ARCADIS LOGOS, 2014) registrou um total de 98 espécies de borboletas (sendo 18 pelo método de armadilhas de atração) em 12 dias de amostragem distribuídos em duas estações do ano. O presente estudo contou com um total de 24 dias de amostragem e teve uma eficiência na captura de cinco espécies a mais que o total de espécies registradas no EIA (ARCADIS LOGOS, 2014). Em comparação aos dados secundários, somam-se 38 espécies novas aos registros: *Abaeis arbela gracilis, Anisochoria quadrifenestrata, Anteos clorinde, Aricoris middletoni, Aricoris propitia, Calycopis caulonia, Calycopis janeirica, Calycopis sp., Cecropterus dorantes dorantes, Cecropterus doryssus, Chirgus veturius, Cogia eliasi, Cogia undulatus, Danaus eresimus, Danaus gilippus, Dione juno, Dryas iulia, Ectomis octomaculata, Eunica macris, Gargina gnosia, Gorgythion begga, Hamadryas amphinome, Heliconius erato, Heliopetes willi, Historis acheronta, Hoodus cristata, Hylephila phyleus, Lasaia agesilas, Marpesia Chiron, Ministrymon azia, Ministrymon sp., Ministrymon sp.* (nova), *Opsiphanes invirae, Pellicia sp., Prepona laertes, Pseudolycaena marsyas, Rekoa marius* e *Spicauda simplicius*.

Levando em conta todos os dados obtidos, observa-se que a curva de rarefação de espécies (Figura 11.2.1-133) quase atinge a assíntota, com o acúmulo de espécies criando um suave padrão de ascensão ao longo dos dias de campo. De acordo com o estimador Chao 2, o levantamento alcançou a eficiência de 85,70% das 120,18 borboletas frugívoras previstas pelo modelo, enquanto no segundo, o estimador (Jackknife 1), esse valor foi de 79,40% das 129,73 espécies de borboletas previstas.

Dessa forma, de acordo com as observações dos dados secundários e dos estimadores de rarefação, pode-se afirmar que algumas novas espécies podem ser adicionadas ao inventário com a continuidade das amostragens. Observa-se também que existem outras 33 espécies amostradas no EIA (ARCADIS LOGOS, 2014) que não foram detectadas no presente estudo, pelos métodos de armadilhas de atração e de busca ativa juntos, sendo elas: *Adelpha iphicleola, Anthanassa frisia, Aricoris epulus, Astraptes anaphus, Astraptes fulgerator, Cogia sp., Cyanophrys sp., Danaus sp., Emesis guttata jaibensis, Eueides isabella, Eurema arbela, Fountainea ryphea, Gorgythion sp., Hallonympha paucipuncta, Hermeuptychia hermes, Libytheana carinenta, Melanis aegates, Mylon sp., Nisoniades sp., Ostrinotes sp., Perichares philetes, Pseudolycaena marsyas, Pyrrhogyra amphiro, Rekoa palegon, Strymon cestri, Strymon mulucha, Theclinae sp., Tmolus echion, Typhedanus undulatus, Urbanus dorantes* e *Yphthimoides affinis*, além de um *Hesperiinae* e um *Euptiichiini* não identificados (Figura 11.2.1-134).

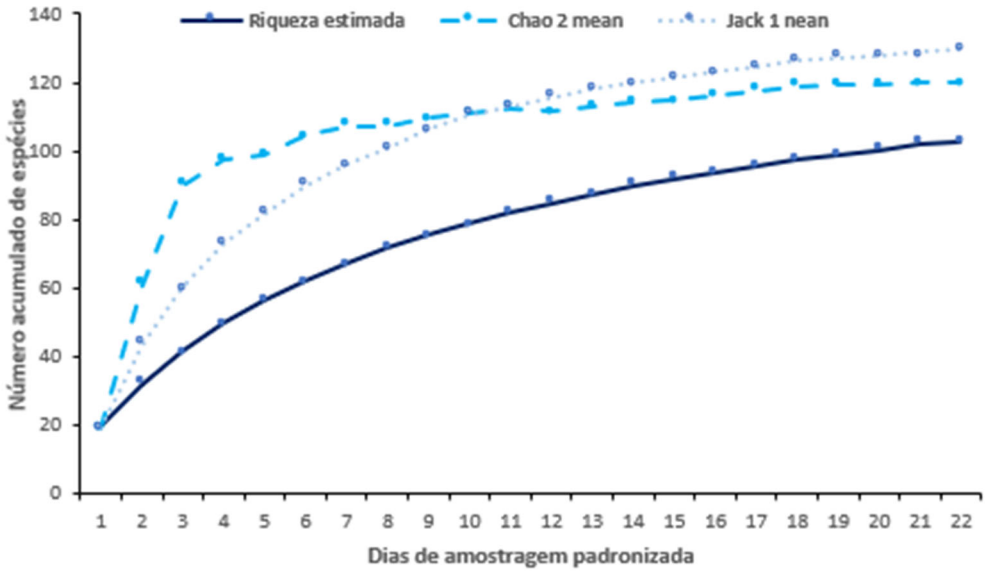


Figura 11.2.1-133: Curvas de rarefação (1000 randomizações) para todas as borboletas nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE.

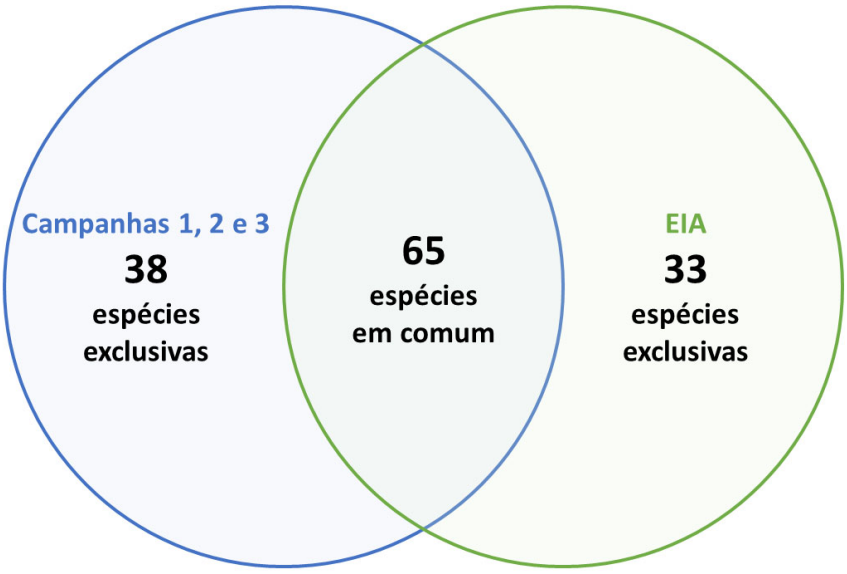


Figura 11.2.1-134: Diagrama de Venn ilustrando a proporção de espécies de borboletas exclusivas e em comum entre o presente estudo e o EIA (ARCADIS LOGOS, 2014) do Projeto Santa Quitéria, CE.

C.3. Espécies Ameaçadas e Protegidas por Legislação Internacional e/ou Federal e/ou Estadual

No presente levantamento não foram detectadas espécies de borboletas, em ambos os métodos, que estivessem sob ameaça de extinção ou protegidas por legislação ambiental (CITES, 2023; MMA, 2022; IUCN, 2022).

C.4. Espécies Bioindicadora, Endêmicas, Raras e Não Descritas

São consideradas bioindicadoras todas as borboletas da guilda frugívora, conforme, a saber: *Biblis hyperia*, *Callicore sorana*, *Eunica macris*, *Eunica tatila*, *Fountainea glycerium*, *Fountainea halice moretta*, *Hamadryas amphinome*, *Hamadryas februa*, *Hamadryas feronia*, *Historis acheronta*, *Hypna clytemnestra*, *Opsiphanes invirae*, *Pharneuptychia sp.*, *Prepona laertes e Taygetis laches*. Além disso, o estudo de Zacca e Bravo (2012) aponta que as borboletas bioindicadoras *Fountainea halice moretta* e *Hypna clytemnestra forbesi* são consideradas endêmicas para a Caatinga. Nenhumas das borboletas bioindicadoras e endêmicas encontradas é considerada rara.

C.5. Espécies Cinegéticas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

Não foram encontradas espécies de borboletas, em ambos os métodos, que sejam consideradas cinegéticas, domésticas, invasoras ou exóticas.

C.6. Espécies de interesse médico

Não foram registradas espécies de interesse médico.

C.7. Comparação entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

No método de armadilhas de atração, as maiores riquezas foram registradas nos pontos 3 e 6, ambos com 11 espécies; enquanto as menores foram observadas nos pontos 2 e 5, ambos com oito espécies. A maior abundância ocorreu no ponto C1 (controle), com 929 indivíduos; e a menor no ponto 5, com 214 borboletas frugívoras (Quadro 11.2.1-27). Com base nessas composições, foram possíveis os cálculos de alguns índices ecológicos da comunidade: a maior diversidade alfa de Shannon foi registrada no ponto 5 (H=1,466), enquanto a menor foi no ponto 6 (H=0,9813). A comunidade mais equitativa (com a distribuição mais homogênea de indivíduos dentro das espécies encontradas) pertence ao ponto 5 (e^H/S=0,5417), e a menos equitativa ao ponto 6 (e^H/S=0,2425). A menor dominância foi calculada para o ponto 5 (D=0,2644), e a maior para o ponto 6 (D=0,5173) (Quadro 11.2.1-27). De fato o ponto 6 possui características de revelo e heterogeneidade de habitats que são favoráveis a um número maior de espécies, principalmente pela oferta de locais potencialmente mais úmidos em épocas mais secas, as quais ampliam as ofertas de alimentos para as larvas de algumas espécies. Dessa forma flutuações sazonais na composição dessa cominudade podem ser menos notáveis do que em outros pontos do território.

Quadro 11.2.1-27: Abundância, riqueza e índices ecológicos das borboletas registradas, por ponto amostral, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

INDICADORES	PONTOS						
	1	2	3	4	5	6	C1
Área de Influência	AID	ADA	AID	AID	ADA	AID	Controle
Abundância	655	523	496	490	214	634	929
Riqueza	10	8	11	10	8	11	9
Diversidade de *Shannon* (H)	1,266	1,137	1,306	1,341	1,466	0,9813	1,108
Equitabilidade de *Pielou* (e^H/S)	0,3547	0,3895	0,3355	0,3822	0,5417	0,2425	0,3364
Dominância de *Simpson* (D)	0,3356	0,4205	0,337	0,33	0,2644	0,5173	0,466

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Para dar suporte aos índices de diversidade, verificou-se se a diversidade independe do número de indivíduos através da interpolação por riqueza rarefeita, uma vez que somente as capturas de *Hamadryas februa*, *Fountainea halice moretta* e *Eunica tatila* em armadilhas de atração representam 91,73% (3.615 indivíduos) do total de borboletas frugívoras. Pela análise de corte ilustrada na Figura 11.2.1-135, nota-se que o ponto 5 é o local de maior diversidade, enquanto a menor diversidade foi estimada para o ponto C1.

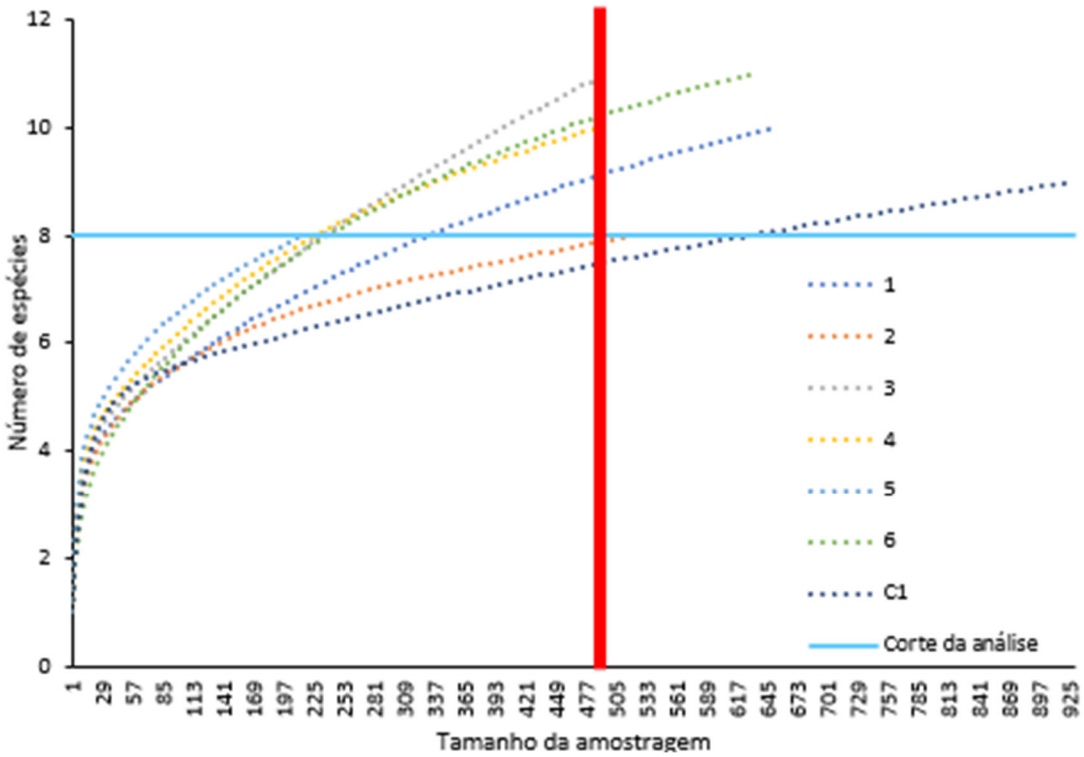


Figura 11.2.1-135: Rarefação individual dos pontos amostrais, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Corte da análise determinado pela menor diversidade dos pontos de amostragem do projeto de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. (SmiN=8).

O ponto 5 destaca-se pelas suas particularidades ecológicas em relação aos demais pontos. Localizado em um revelo plano próximo à entrada da mina, ele aponta indícios de forte utilização antrópica no passado, com predominância atual de vegetação secundária e regenerante. Essas características conferem propriedades específicas aos recursos alimentares, que atraem grupos de borboletas favorecidas por clareiras e áreas abertas (DEVRIES *et al.*, 1997), em sua maioria da guilda nectarívora. Ademais, por suas características, podem constituir um ponto de distúrbio intermediário, que, segundo a teoria ecológica, detém as maiores biodiversidades, por serem capazes de atrair tanto algumas espécies adaptadas aos ambientes perturbados quanto outras mais frequentemente associadas às áreas um pouco mais conservadas, por deterem características dos dois tipos de ambiente (BROWN, 1997). Não obstante, uma distribuição relativamente uniforme das abundâncias das diversas espécies registradas contribuiu para uma maior diversidade, como evidenciada pela maior equitabilidade no ponto em relação aos demais.

O Quadro 11.2.1-28 mostra as diferenças nos índices ecológicos da comunidade de borboletas frugívoras capturadas por armadilhas de atração quando se observa apenas a área diretamente afetada (ADA), a área de influência direta (AID) e área controle.

Quadro 11.2.1-28: Esforço amostral, abundância, riqueza e índices ecológicos das borboletas registradas, por área de influência, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

INDICADORES	ADA	AID	CONTROLE
Número de armadilhas	12	24	6
Abundância	737	2.275	929
Frequência (nº de indivíduos/nº de armadilhas)	61,4	94,7	154,8
Riqueza	9	16	9
Espécies exclusivas	0	6	0
Diversidade de Shannon (H)	1,285	1,356	1,108
Equitabilidade de Pielou (e^H/S)	0,4015	0,2426	0,3364
Dominância de Simpson (D)	0,3448	0,3019	0,466

Legenda: ADA = Área diretamente afetada; AID = Área de influência direta. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Quando observamos os respectivos esforços de forma absoluta, tanto o número de indivíduos quanto o número de espécies são superiores na AID (2.275 indivíduos e 24 espécies). Já a menor riqueza é verificada na área controle, com seis espécies. A área de influência menos abundante é a ADA (737 indivíduos). Entretanto, de forma relativa, podemos calcular a frequência ponderada pelo esforço amostral para cada área de influência, de forma que a área controle abriga uma maior frequência de indivíduos (154,8 indivíduos capturados por armadilha), seguido da AID (94,7 indivíduos capturados por armadilha). A ADA registrou uma frequência de 9 indivíduos capturados por armadilha. A maior diversidade foi registrada na AID (H=1,356), e a menor na área controle (H=1,108); a maior equitabilidade foi verificada na ADA (e^H/S=0,4015), e a menor na AID (e^H/S=0,2426); e a maior dominância foi encontrada na área controle (D=0,466), e a menor na AID (D=0,3019). Para uma comparação mais robusta entre áreas de influência com esforços amostrais desiguais, foram traçadas as curvas de rarefação individual (Figura 11.2.1-136), cujo ponto de corte (SmiN=8,97) apresenta a AID como área de maior riqueza, reforçando as análises dos índices de diversidade.

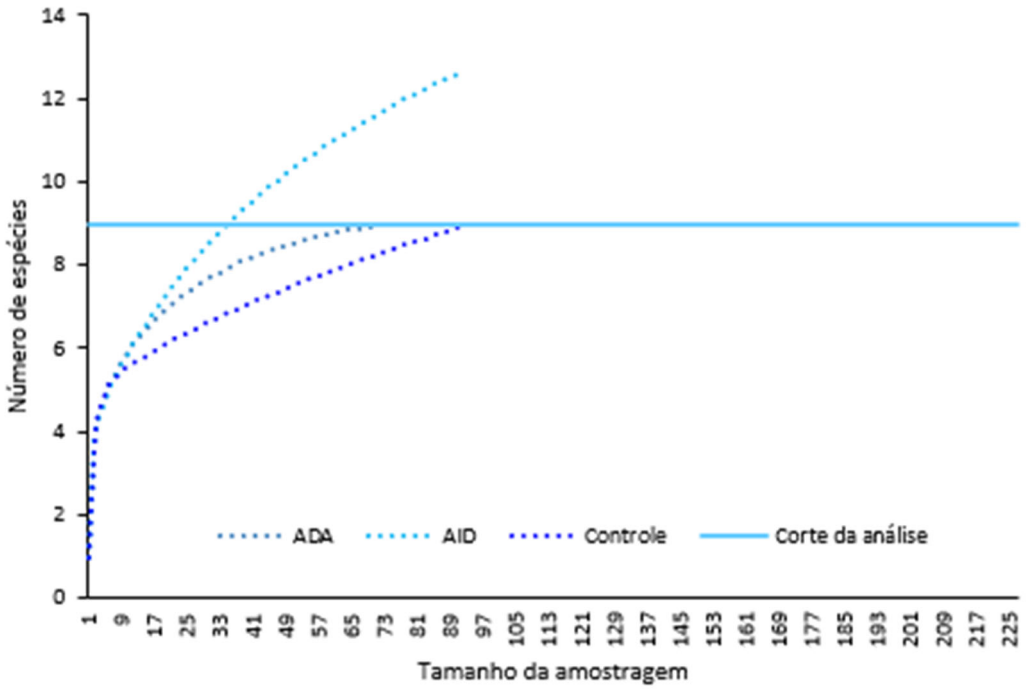


Figura 11.2.1-136: Rarefação individual das áreas de influência, pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. Legenda: Corte da análise determinado pela menor diversidade dos pontos de amostragem do projeto de Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE. (S_{miN}=8,97).

A análise de composição de espécies (Figura 11.2.1-137) entre os pontos amostrais, destacando suas áreas de influência, indica um agrupamento principal dos pontos 2 (ADA), 1 (AID), 3 (AID) e 4 (AID). Por outro lado, os pontos 5 (ADA), 6 (AID) e C1 (Controle) apresentam as menores similaridades em relação ao conjunto, e por isso se encontram isolados no plano cartesiano.

A análise, quando aliada às observações de campo, torna possível traçar algumas suposições sobre a semelhança entre os pontos. Os pontos 1 e 6, em especial, estão localizados em fundos de vale, cercados por serras de 500 metros de altitude, criando uma fisionomia bastante particular em relação aos demais pontos. Sabe-se que a comunidade de borboletas é sensível aos gradientes altitudinais e de relevo, por exemplo, pela oferta de micro-habitats, heterogeneidade da vegetação ou sombreamento provocado pelas encostas (CARNEIRO *et al.*, 2014; PIRES, 2014; BEIRÃO, 2016). Já o Ponto 5 apresenta evidente histórico de degradação antrópica, nele a Caatinga encontra-se rarefeita e em estágio secundário, refletindo diretamente na baixa diversidade de borboletas e a alta dominância de espécies de áreas abertas.

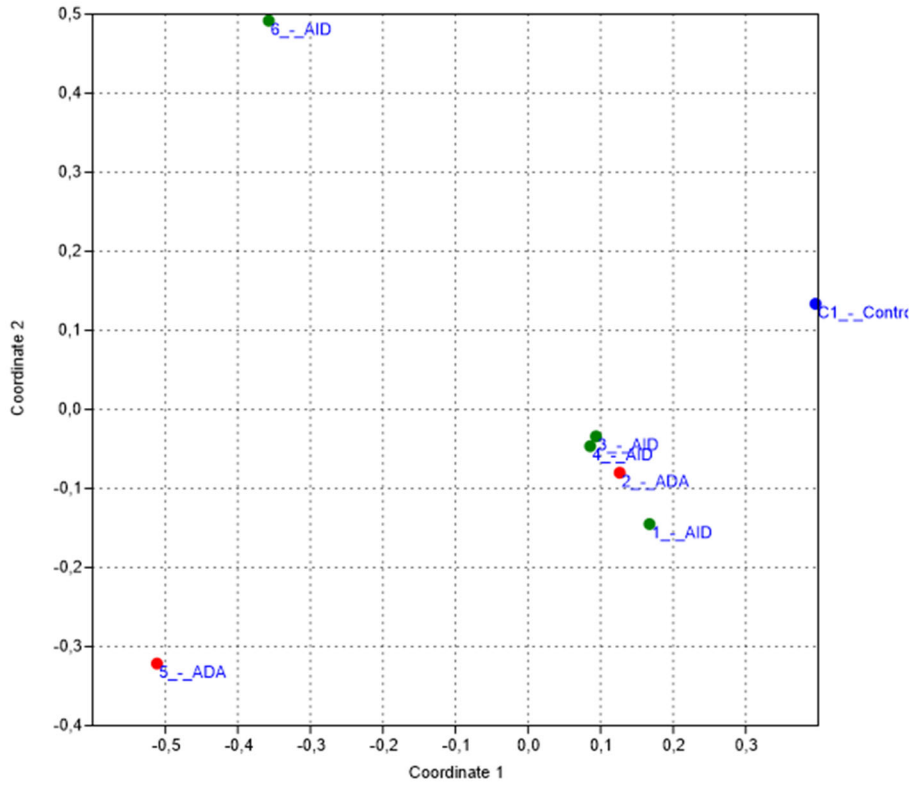


Figura 11.2.1-137: Análise da composição de espécies (NMDS, índice de similaridade de Bray-Curtis), pelo método de armadilhas de atração, nas três campanhas do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE.

C.8. Sazonalidade

As duas primeiras campanhas obtiveram desempenho aproximado em sua composição faunística ao longo do tempo, em contraste com a terceira campanha, a única realizada com características definidas para estação chuvosa (Quadro 11.2.1-29). Foram verificadas nove espécies na primeira campanha, sendo duas exclusivas (*Eunica macris* e *Prepona laertes*), oito espécies na segunda campanha e 14 espécies na terceira (com cinco espécies exclusivas: *Biblis hyperia*, *Dynamine arene*, *Fountainea glycerium*, *Hamadryas amphinome* e *Hamadryas feronia*). A primeira campanha apresentou maior diversidade (H=0,995), equitabilidade (e^H/S=0,4529), e menor dominância (D=0,4419), enquanto a campanha chuvosa apresentou a menor diversidade (H=0,8456) e equitabilidade (e^H/S=0,3204), e a maior dominância (D=0,6274).

Quadro 11.2.1-29: Lista de espécies na área de influência indireta (AII) obtida a partir de dados secundários para o Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

INDICADORES	1ª CAMPANHA	2ª CAMPANHA	3ª CAMPANHA
Estação[1]	Seca	Seca	Chuvosa
Abundância	999	837	2105
Riqueza	9	8	14
Espécies exclusivas	2	0	5
Diversidade de Shannon (H)	0,995	0,8678	0,8456
Equitabilidade de Pielou (e^H/S)	0,4529	0,4173	0,3204
Dominância de Simpson (D)	0,4419	0,5122	0,6274

[1]Período sazonal referente à presença ou à ausência de chuvas regulares. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Observa-se que a temporada chuvosa é a mais abundante e com o maior número de espécies e, mesmo assim, não esconde a limitada capacidade ecológica do bioma em hospedar um grande número de espécies. Outro ponto importante nessas análises é que a explosão populacional de poucas espécies no período chuvoso em combinação com sua fácil detectabilidade pelos métodos amostrais diminuem os índices de equitabilidade e diversidade, levando-os abaixo dos encontrados nas estações secas.

C.9. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

Em comparação com os dados secundários do EIA (ARCADIS LOGOS, 2014) (Quadro 11.2.1-30), foram encontradas 65 espécies de borboletas em comum entre os dois levantamentos (63,11% do total amostrado). Além das espécies em comum, o presente estudo também encontrou 38 espécies adicionais, ainda não registradas anteriormente. Todavia, restam 33 espécies amostradas apenas no EIA, que ainda não puderam ser detectadas em nenhuma das três campanhas. Todas as borboletas do estudo possuem grandes áreas de ocorrência que extrapolam os biomas da Caatinga e, desse modo, são de pouca relevância para a comunidade ecológica regional.

Quadro 11.2.1-30: Lista de espécies na área de influência indireta (AII) obtida a partir de dados secundários para o Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Hesperiidae	*Aguna albistria*			X
Hesperiidae	*Aguna asander*	X		
Hesperiidae	*Astraptes fulgerator*			X
Hesperiidae	*Astraptes anaphus*			X
Hesperiidae	*Callimormus saturnus*			X
Hesperiidae	*Chioides catillus*	X		X
Hesperiidae	*Chiomara asychis*	X		X
Hesperiidae	*Cogia calchas*	X		X
Hesperiidae	*Cogia* sp.	X		X
Hesperiidae	*Epargyreus socus*	X		X
Hesperiidae	*Gesta gesta*	X		X
Hesperiidae	*Gorgythion sp.*			X
Hesperiidae	*Heliopetes alana*			X
Hesperiidae	*Heliopetes arsalte*	X		X
Hesperiidae	*Heliopyrgus domicella*			X
Hesperiidae	*Hesperiinae* sp.			X
Hesperiidae	*Hylephila phyleus*	X		
Hesperiidae	*Mylon* sp.	X		X
Hesperiidae	*Nisoniades macarius*			X
Hesperiidae	*Nisoniades* sp.			X
Hesperiidae	*Panoquina lucas*	X		
Hesperiidae	*Perichares philetes*	X		X

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Hesperiidae	*Polyctor polyctor*			X
Hesperiidae	*Proteides mercurius*	X		
Hesperiidae	*Pyrgus orcus*	X		X
Hesperiidae	*Pyrgus veturius*	X		
Hesperiidae	*Spathilepia clonius*			X
Hesperiidae	*Staphylus* sp.			X
Hesperiidae	*Timochares trifasciata*	X		X
Hesperiidae	*Trina geometrina*			X
Hesperiidae	*Typhedanus undulatus*	X		X
Hesperiidae	*Urbanus dorantes*	X		X
Hesperiidae	*Urbanus procne*	X		
Hesperiidae	*Urbanus proteus*	X		X
Hesperiidae	*Zopyrion evenor*	X		X
Lycaenidae	*Arawacus ellida*	X		
Lycaenidae	*Atlides polybe*	X		
Lycaenidae	*Chlorostrymon simaethis*	X		X
Lycaenidae	*Cyanophrys* sp.			X
Lycaenidae	*Electrostrymon endymion*	X		X
Lycaenidae	*Hemiargus hanno*	X		X
Lycaenidae	*Kizutam syllis*	X		X
Lycaenidae	*Leptotes cassius*	X		X

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Lycaenidae	*Michaelus jebus*	X		
Lycaenidae	*Ministrymon azia*	X		
Lycaenidae	*Ostrinotes* sp.			X
Lycaenidae	*Pseudolycaena marsyas*	X		X
Lycaenidae	*Rekoa marius*	X		
Lycaenidae	*Rekoa palegon*			X
Lycaenidae	*Rubroserrata ecbatana*	X		X
Lycaenidae	*Strymon astiocha*	X		X
Lycaenidae	*Strymon bazochii*	X		X
Lycaenidae	*Strymon bubastus*	X		X
Lycaenidae	*Strymon cestri*	X		X
Lycaenidae	*Strymon crambusa*	X		X
Lycaenidae	*Strymon mulucha*	X		X
Lycaenidae	*Strymon rufofusca*	X		X
Lycaenidae	*Theclinae* sp.			X
Lycaenidae	*Tmolus echion*			X
Nymphalidae	*Adelpha iphicleola*	X		X
Nymphalidae	*Agraulis vanillae*	X		X
Nymphalidae	*Anartia jatrophae*	X		X
Nymphalidae	*Anthanassa frisia*			X
Nymphalidae	*Biblis hyperia*	X	X	X
Nymphalidae	*Calicore sorana*	X	X	X

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Nymphalidae	*Danaus eresimus*	X		
Nymphalidae	*Danaus erippus*	X		X
Nymphalidae	*Danaus gilippus*	X		
Nymphalidae	*Danaus* sp.			X
Nymphalidae	*Dynamine arene*			X
Nymphalidae	*Dynamine artemisia*			X
Nymphalidae	*Dynamine postverta*	X	X	X
Nymphalidae	*Episcada hymenaea*	X		X
Nymphalidae	*Eueides isabella*	X		X
Nymphalidae	*Eunica tatila*	X	X	X
Nymphalidae	*Euptiichiini* sp.			X
Nymphalidae	*Euptoieta hegesia*	X		X
Nymphalidae	*Fountainea glycerium*	X	X	X
Nymphalidae	*Fountainea halice moretta*	X	X	X
Nymphalidae	*Fountainea ryphea*			X
Nymphalidae	*Hamadryas februa*	X	X	X
Nymphalidae	*Hamadryas feronia*	X	X	X
Nymphalidae	*Heliconius erato*	X		
Nymphalidae	*Hermeuptychia hermes*			X
Nymphalidae	*Historis acheronta*	X	X	
Nymphalidae	*Hypna clytemnestra*	X	X	X
Nymphalidae	*Junonia evarete*	X		X

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Nymphalidae	*Libytheana carinenta*	X		X
Nymphalidae	*Lycorea halia*	X		X
Nymphalidae	*Marpesia chiron*	X		
Nymphalidae	*Mechanitis lysimnia*	X		
Nymphalidae	*Mestra dorcas*	X		X
Nymphalidae	*Opsiphanes invirae*	X	X	
Nymphalidae	*Ortilia ithra*	X		X
Nymphalidae	*Pharneuptychia phares*	X	X	X
Nymphalidae	*Phystis simois*	X		X
Nymphalidae	*Prepona laertes*		X	
Nymphalidae	*Pyrrhogyra amphiro*			X
Nymphalidae	*Siproeta stelenes*	X		X
Nymphalidae	*Taygetis laches*	X	X	X
Nymphalidae	*Yphthimoides affinis*			X
Nymphalidae	*Zaretis isidora*		X	
Papilionidae	*Battus polydamas*	X		X
Papilionidae	*Heraclides anchisiades*	X		
Papilionidae	*Heraclides thoas*	X		
Pieridae	*Anteos clorinde*	X		
Pieridae	*Aphryssa statira*	X		X
Pieridae	*Ascia monuste*	X		X
Pieridae	*Eurema albula*	X		X

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOBRE *ET AL.* (2008)	NOBRE *ET AL.* (2012)	ARCADIS LOGOS (2014)
Pieridae	*Eurema arbela*			X
Pieridae	*Eurema elathea*	X		X
Pieridae	*Glutophryssa drusilla*	X		X
Pieridae	*Itaballia demophile*			X
Pieridae	*Phoebis philea*	X		
Pieridae	*Phoebis sennae*	X		X
Pieridae	*Pyrisitia nise*	X		X
Riodinidae	*Aricoris campestris*	X		X
Riodinidae	*Aricoris epulus*			X
Riodinidae	*Baeotis johannae*	X		
Riodinidae	*Emesis guttata jaibensis*	X		X
Riodinidae	*Hallonympha paucipuncta*	X		X
Riodinidae	*Melanis aegates*			X
Riodinidae	*Synargis calyce*	X		X

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

D. Considerações Finais

Fica evidenciado que a última campanha (terceira), executada na estação chuvosa, trouxe um aumento de 186,11% no número de espécies (67 espécies novas), além de elevar o número de indivíduos inventariados anteriormente em 187,53% (3.777 indivíduos novos acrescentados). Apesar disso, a comparação entre a sazonalidade não apontou que perturbações em determinadas épocas do ano possam ser mais impactantes sobre populações sensíveis.

As comparações entre as áreas de influência indicam que as áreas que serão mais impactadas pelo empreendimento (ADA) não possuem características particulares para o estabelecimento ou manutenção de uma comunidade exclusiva ou sensível às perturbações.

Dessa forma, os esforços de conservação podem ser focados em áreas menos impactadas da AID e AII, visando à manutenção da estrutura florestal de locais de vales, encostas e outras regiões com gradientes altitudinais, permitindo dessa maneira a viabilidade ecológica e ambiental do Projeto Santa Quitéria.

Os resultados observados para *Fountainea halice moretta* indicam a espécie como bioindicadora para estudos de dinâmica de populações no local. O fato de essa espécie ser característica ao bioma semiárido, de fácil amostragem e sexagem e possuir uma população abundante e saudável em toda área de estudo, permite o monitoramento populacional da espécie para avaliação dos impactos do empreendimento sobre toda fauna de borboletas e outros organismos (UEHARA-PRADO *et al.*, 2009). Também é importante destacar que uma atenção especial deve ser dirigida às espécies de baixa abundância encontradas neste estudo. Aguiar *et al.* (2009) destacam como diretriz urgente a realização de coletas em regiões mal conhecidas e hábitats pouco explorados. Nesse contexto, e como corroborado por Santos *et al.* (2008), o semiárido como um todo continua sendo considerado como uma área prioritária para inventários da fauna de borboletas.

É inegável a importância do monitoramento de impactos ambientais durante todas as fases de um empreendimento, porém ele é muitas vezes deixado de lado pelos seus elevados custos de execução ou complexidade logística. Entretanto, borboletas, em especial as frugívoras, por serem grandes, coloridas e de fácil identificação, são um dos melhores e mais baratos organismos para serem utilizados como bioindicadores para programas de conservação com confiança satisfatória e que permitem extrapolações para todo o ecossistema (BROWN; FREITAS, 1999; COSTA-PEREIRA *et al.*, 2013; NOBRE *et al.*, 2014). Por esses motivos, sugere-se o emprego de um programa de monitoramento regular e contínuo com o uso desses organismos, a fim de não apenas gerar respostas rápidas sobre os impactos, mas alavancar o escasso conhecimento existente do grupo para esse importante bioma brasileiro. O Programa irá considerar, ao contrário de outros grupos biológicos de biondicação que trabalham em nível de espécies, borboletas frigívoras (biondicadoras) dentro de um nível taxonômico mais alto (subfamílias e tribos), o que tornará o programa mais dinâmico e menos oneroso (pela facilidade de detecção e identificação sem a necessidade de especialistas) (FREITAS *et al.*, 2005; UEHARA-PRADO *et al.*, 2009) - Ver também o "Programa de Monitoramento da Biodiversidade do ICMBio" em Nobre (2014). A exemplo desses táxons presentes na área de estudo, encontramos a subfamília Brassolinae (ex: *Opsiphanes invirae*), que é composta por espécies que possuem grande abundância em áreas naturais contínuas; e as subfamílias Biblidinae (*Biblis hyperi, Callicore sorana, Dynamine arene, Eunica macris, Eunica tatila, Hamadryas amphinome, Hamadryas februa, Hamadryas feronia*) e Charaxinae (*Fountainea glycerium, Fountainea halice, Hypna*

clytemnestra moretta, Prepona laertes), que apresentam maiores abundâncias em habitats degradados ou fragmentados (FREITAS *et al.*, 2005).

E. Relatório Fotográfico

Figura 11.2.1-138: *Aricoris propitia* (Riodinidae). Ponto 3. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-139: *Pyrgus orcus* (Hesperiidae), vista dorsal. Ponto 3. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-140: *Zopyrion evenor thania* (Hesperiidae), vista ventral. Ponto 2. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-141: *Callicore sorana* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-142: *Eunica macris* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-143: *Eunica tatila* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 6. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-144: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae) macho, vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, C.E

Figura 11.2.1-145: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae) fêmea, vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-146: *Fountainea halice moretta* (Nymphalidae), vista ventral. Ponro 3. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-147: *Pharneuptychia sp.* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto Controle. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-148: *Hamadryas februa* (Nymphalidae), vista dorsal. Ponto 6. Santa Quitéria, CE.

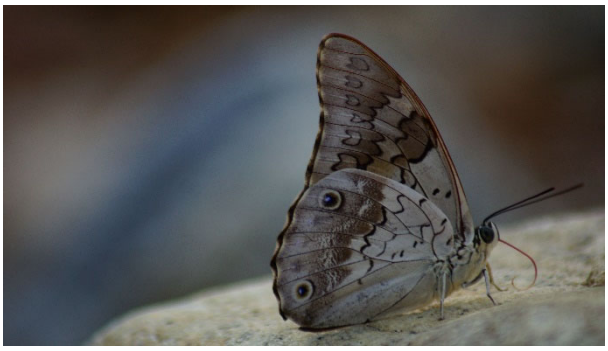


Figura 11.2.1-149: *Prepona laertes* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 6. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-150: *Historis acheronta* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 1. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-151: *Mestra dorcas* (Nymphalidae), vista ventral. Ponto 2. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-152: *Junonia evarete* (Nymphalidae), vista ventral. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-153: *Aricoris campestres* (Riodinidae). Ponto 1. Santa Quitéria, CE.

Figura 11.2.1-154: *Ascia monuste* (Pieridae), vista ventral. Ponto 3. Santa Quitéria, CE.

11.2.1.1.8 Apidae

A. Introdução

As abelhas (Insecta: Hymenoptera: Apidae) (MELO; GONÇALVES, 2005) são insetos alados, terrestres, cujas estruturas morfológicas possuem forte associação com a coleta de pólen, como o conjunto de cerdas especializadas denominado escopa, e a corbícula, concavidade com pequenas cerdas presente na superfície externa da tíbia posterior. Modificações adicionais do metatarso e metatíbia também podem estar presentes, como o rastelo e a aurícula, arranjos de pelos que auxiliam no processo de carregamento do pólen (SILVEIRA *et al.*, 2002; GULLAN; CRANSTON, 2007).

Dentre a grande diversidade de polinizadores, as abelhas constituem o grupo mais importante (MICHENER, 2007), pois são responsáveis pela manutenção da base da cadeia alimentar nos ecossistemas silvestres e, por meio da polinização, garantem a reposição e manutenção das populações de plantas nos sistemas naturais. As abelhas retiram recursos das plantas, principalmente das flores, que são usados para construção dos ninhos, alimentação e reprodução. Os recursos usados pelas abelhas são seiva, resina, óleos, fragrâncias, néctar e pólen (ROUBIK, 1995; MICHENER, 2007). Em relação à coleta de recursos florais, como o pólen, existem espécies de abelhas oligoléticas, que são aquelas especializadas em coletar pólen em flores de plantas filogeneticamente próximas, muitas vezes de uma mesma família ou gênero (MICHENER, 2007).

Nesse contexto, as abelhas se configuram como os polinizadores mais importantes para a reprodução da maior parte das angiospermas e, assim, estabelecem função fundamental para produtividade das plantas e animais em quase todos os ecossistemas terrestres (NABHAN; BUCHMANN, 1996). A eficiência desses insetos na polinização está relacionada à dependência dos recursos florais desde a fase larval até a adulta, sendo o pólen a fonte proteica e o néctar a fonte energética (BAWA,1990). Assim sendo, esses himenópteros possuem grande potencial como bioindicadores em programas de monitoramento ambiental (GRIMALDI; ENGEL, 2005). As abelhas possuem elevada sensibilidade às modificações na estrutura do ambiente ou comunidades biológicas, de modo que sua riqueza e abundância são influenciadas pela composição da flora e fauna, assim como pelos poluentes oriundos de atividades antrópicas (GULLAN; GRANSTON, 2007).

Atualmente, são descritas 678 espécies de abelhas para o Brasil, entretanto, devido à diversidade de biomas e espécies existentes na região Neotropical, há muitas regiões do Brasil que estão subamostradas (o Nordeste em particular). Assim, esse número possivelmente representa apenas uma fração do total de espécies existentes (MOURE *et al.*,

2007) e, desse modo, estima-se que a riqueza total de espécies abelhas no Brasil seja de pelo menos 3.000 espécies (SILVEIRA *et al.*, 2002).

Para a Caatinga são listadas 187 espécies de abelhas, excluindo-se da contagem as áreas de exceção, como os Brejos de Altitude e de Exposição. Ao se considerar todo o bioma, esse número certamente pode ultrapassar 300 espécies (ZANELLA; MARTINS, 2003).

Para o estado do Ceará, foram inventariadas 148 espécies de abelhas, o que representa 8% da riqueza nacional registrada para o grupo. Esse número certamente está subestimado devido às lacunas amostrais em diversas regiões do estado e a ocorrência de muitos espécimes identificados apenas até o nível de gênero na maioria dos estudos.

O levantamento de dados representantes da fauna é um importante indicativo do grau de antropização da área, sendo utilizado também como ferramenta para verificar a existência de espécies ameaçadas de extinção nos fragmentos florestais na área de influência de um empreendimento e realizar o reconhecimento da fauna do local. A partir desse cenário e a fim de compreender a composição faunística da área de influência do empreendimento em questão, foram realizadas coletas de campo com o objetivo de inventariar as espécies de abelhas existentes na região. Assim, esta seção trata do diagnóstico de abelhas nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, elaborado com base em dados secundários e primários, tendo sido estes últimos obtidos após a realização de três campanhas de levantamentos de campo.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Apidae – Dados Secundários

No presente estudo, o levantamento de dados secundários se baseou nos resultados pretéritos registrados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), realizado pela ARCADIS, em 2011, na área do Projeto Santa Quitéria (ARCADIS LOGOS, 2014) juntamente com dados de consulta bibliográfica a artigos científicos, livros e bases de dados on-line, além de relatórios técnicos e pesquisas. Foram levados em consideração estudos contendo listas de espécies de abelhas para áreas da Caatinga, preferencialmente aqueles com dados provenientes dos locais mais próximos possíveis ao empreendimento. Seguem abaixo todas as bases de consulta utilizadas:

+ Arcadis Logos (2014) – Nesse trabalho foram reunidas as espécies registradas durante o levantamento dos dados primários necessário para a composição do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria realizado em 2011. Como resultado, o relatório aponta a ocorrência de 97 espécies de abelhas na área de estudo, a

maioria morfoespécies, das quais apenas 35 foram completamente identificadas em nível de espécie e consideradas aqui para compor o banco de dados secundários.

+ Silva (2014) – Nesse estudo o autor faz um compilado de todos os dados já disponíveis na literatura científica sobre abelhas do semiárido brasileiro. Ao final, é disponibilizada uma lista com todas as espécies registradas para a Caatinga, a qual foi utilizada como base no presente estudo para estimar potenciais espécies de ocorrência na área.
+ Freitas *et al*. (2021) – Esse trabalho consiste em uma lista das espécies de abelhas nativas do estado do Ceará e foi elaborado a partir do levantamento de espécimes depositados em diversas coleções regionais, nacionais e internacionais, publicações emrevistas científicas, inventários e bases de dados. Para o presente estudo, foram consideradas as espécies da Caatinga cearense.

B.2. Levantamento de Apidae – Dados Primários

A área do Projeto Santa Quitéria está localizada na Fazenda Itataia, de propriedade da INB (Indústrias Nucleares Brasileira), no Município de Santa Quitéria, região centro-oeste do Ceará, distando 210 km de Fortaleza. As amostragens foram realizadas na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) (Mapa 11.2-2), além do ponto controle, localizado fora dos limites da AID (Quadro 11.2.1-2 e Figura 11.2.1-15 a Figura 11.2.1-21). Em campo, dentro dessas áreas, tendo como referência um raio em torno das coordenadas centrais, previamente aprovadas no plano amostral que compôs o pedido de Abio, foram selecionados pontos de amostragem com características bióticas e abióticas consideradas mais adequadas para a captura de abelhas. A localização geográfica e imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico.

Amostragem

Em cada campanha foram aplicados métodos de coleta passivo, com uso de armadilhas e ativo, por meio de coleta com rede entomológica. Cada ponto amostral foi visitado um dia por campanha, e os dois métodos de amostragem empregados no mesmo dia para cada ponto.

Na coleta passiva, para a captura de abelhas de Euglossini e Meliponini, foram utilizadas armadilhas de garrafas-armadilha com essência, tipo pet, com iscas de cheiro e mel, uma vez que euglossíneos formam um grupo bastante especializado na coleta de odores florais em espécies de plantas, enquanto abelhas de Meliponini são atraídas pelo mel.

Foram instalados dois conjuntos de nove armadilhas-garrafas nos transectos, sendo um conjunto com armadilhas espaçadas cinco metros entre si e outro com armadilhas espaçadas 50 m entre si. Cada conjunto de armadilhas continha sete diferentes iscas de cheiro (essências químicas), uma isca de mel e uma armadilha controle (sem atrativo). As essências utilizadas como iscas foram: baunilha, cravo e canela, eucalipto, jasmim, lima-limão, lírio orquídea e menta. Na terceira campanha foram utilizados eugenol e eucaliptol como atrativos. Esses conjuntos foram instalados às 8h00 e inativados às 16h00, totalizando oito horas de amostragem por transecto. Assim, o esforço amostral por campanha foi de 1.152 armadilhas/hora e considerando as três campanhas conjuntamente, o esforço amostral totalizou 3.456 armadilhas/hora. Após o período de atividade das armadilhas, essas foram retiradas e, na manhã seguinte, instaladas em outro ponto amostral.

Enquanto as armadilhas ficavam expostas, a área de cada ponto amostral foi vistoriada ao longo de trilhas, bordas de mata e estradas à procura de abelhas em plantas com flores. Quando avistados, os espécimes foram capturados com auxílio de rede entomológica. Também foram realizadas observações em árvores e frestas nas rochas em busca de ninhos de abelhas e, quando possível, foram coletados exemplares do ninho. As árvores que continham ninho foram fotografadas, e as coordenadas anotadas. Essa metodologia de busca ativa foi iniciada diariamente às 9h00 e encerrada às 16h00, totalizando sete horas de amostragem. Essa metodologia totalizou um esforço de 56 horas por campanha e 168 horas ao final das três campanhas. Frascos mortíferos com acetato de etila foram utilizados em campo para o sacrifício e armazenamento dos espécimes capturados, contendo informações de localidade, data, tipo de amostragem e observações específicas.

Os espécimes de abelhas capturados foram montados em alfinetes entomológicos e secos em estufa a 42°C por 48 horas, conforme procedimento padrão (SILVEIRA *et al.*, 2002)., conforme atesta a carta de recebimento da instituição depositária conveniada, no Anexo 11.2.3-3 – Volume V.

B.3. Análise de Dados

Foram tomadas a riqueza das espécies e a frequência relativa de abelhas. Esse método é recomendado no caso de insetos sociais, porque assim é contado o número de colônias e não o número de indivíduos, para evitar a superestimação da abundância de espécies com colônias grandes (LEAL; LOPES, 1992; LEAL *et al.*, 1993; LEAL, 2002). Foram calculados o Índice de Diversidade (1-D) e Dominância de Simpson (D) (KREBS, 1989) e de Equitabilidade de Pielou (J'). A fim de comparar as áreas quanto à composição de espécies, foi aplicada a medida de similaridade qualitativa de Jaccard. Posteriormente, foi aplicada sobre a matriz uma análise de agrupamento não ponderado aos pares por médias aritméticas – UPGMA

(*Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages*), resultando em um dendrograma.

Para determinar a eficiência do esforço amostral e a estimativa de riqueza da área, foi construída a curva de acumulação de espécies e curvas de estimativas. No geral, a curva formada exibe o seguinte padrão: uma curva inicial ascendente de crescimento acelerado, que prossegue cada vez mais devagar, de acordo com o aumento do esforço amostral até formar um platô ou assíntota evidenciando esforço máximo. A estimativa da riqueza das espécies foi calculada pelo índice de *Jackknife* de primeira ordem. As curvas (de acúmulo e dos estimadores) foram obtidas através do número de espécies observadas e estimadas em relação ao esforço amostral (dias de amostragem). Porém, a ordem de coleta das amostras foi aleatorizada 1.000 vezes e foi construída uma curva média (baseada na riqueza média para cada número de amostra) para as três curvas. Para as estimativas de riqueza (*Jackknife* e *Chao* 2) e para a construção da curva de acúmulo de espécies, foi utilizado o software Estimates Win (COLWELL, 2005). Como forma de compensar o esforço de coleta diferenciado entre a ADA, AID e área Controle, foi realizada uma análise de rarefação no programa. Essa técnica reduz a amostragem a um ponto comum do número de indivíduos entre as áreas para que uma comparação mais realista possa ser feita.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

Foram registrados 525 indivíduos agrupados em 35 táxons nas amostragens realizadas durante as três campanhas de levantamento (2020, 2021 e 2023). A subfamília Apinae apresentou as maiores riquezas durante as campanhas amostrais, registrando 24 táxons, distribuídos em oito tribos. Esse fato é esperado para o grupo, visto que essa subfamília é a mais representativa em Apidae. No que concerne às tribos, Meliponini apresentou a maior riqueza, registrando 11 espécies. A tribo Euglossini, por sua vez, registrou cinco espécies. Essas tribos pertencem à subfamília Apinae e são as mais representativas para essa subfamília. As demais tribos apresentaram valores de riqueza igual ou inferior a quatro espécies (Figura 11.2.1-155).

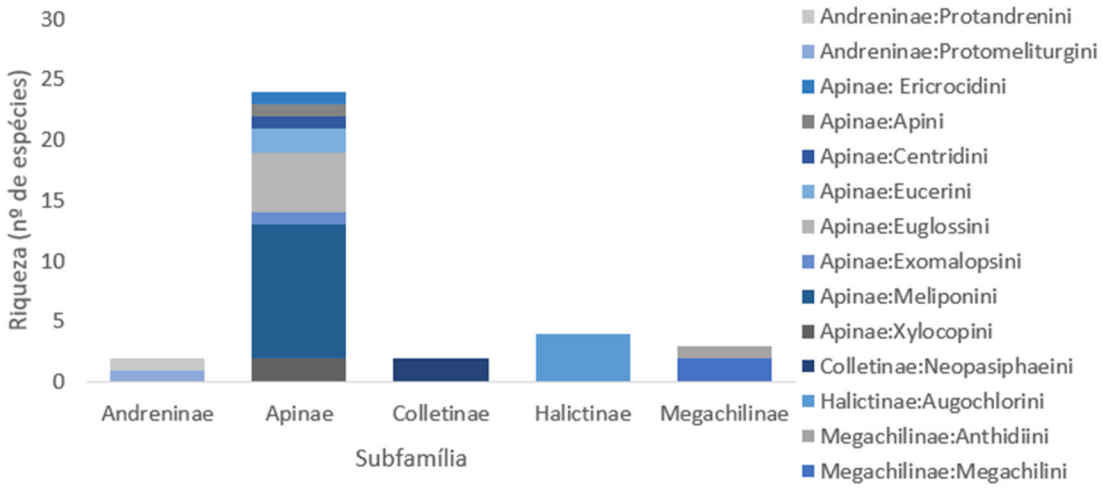


Figura 11.2.1-155: Riqueza das subfamílias e tribos da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

Em termos de abundância (Figura 11.2.1-156), novamente observa-se forte contribuição da subfamília Apinae, que registrou 505 indivíduos, cuja maior contribuição foi para a tribo Meliponini. As demais tribos apresentaram valores de abundância igual ou inferior a seis indivíduos.

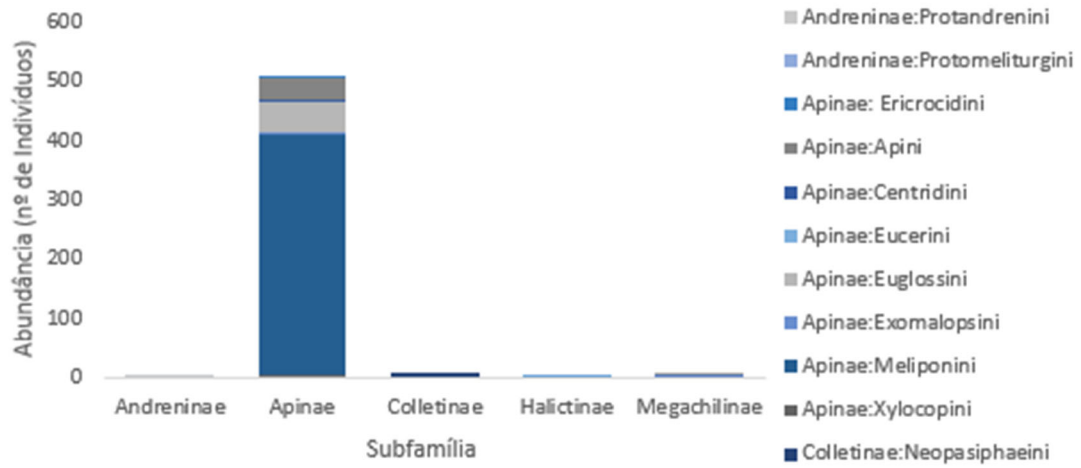


Figura 11.2.1-156: Abundância das subfamílias e tribos da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

Para melhor visualização dos resultados de espécies mais abundantes, selecionamos apenas as espécies cuja contribuição para a abundância total foi igual a 2%. A espécie mais abundante foi *Trigona spinipes* (Arapuá), com 183 indivíduos, representando 35% da amostra. *Frieseomelitta varia* (Marmelada-Amarela) também apresentou grande abundância com 143 espécimes, o que equivale a 27% da abundância total. Outras espécies mais frequentes foram *Pebleia flavocincta* (N=38; 7%), *Apis mellifera* (N=37; 7% e *Euglossa fimbriata* (N=20; 4%).

As demais espécies registradas apresentaram menos do que 20 indivíduos (*Eufriesea auriceps*, *Frieseomelitta sp.*, *Trigonisca pediculana* e *Euglossa cordata*, e representaram entre 2 e 3% da comunidade. Agrupadas, as espécies com contribuição menor de que 2% para as amostras apresentaram 45 indivíduos e representaram cerca de 9% da Apifauna avaliada (Figura 11.2.1-157).

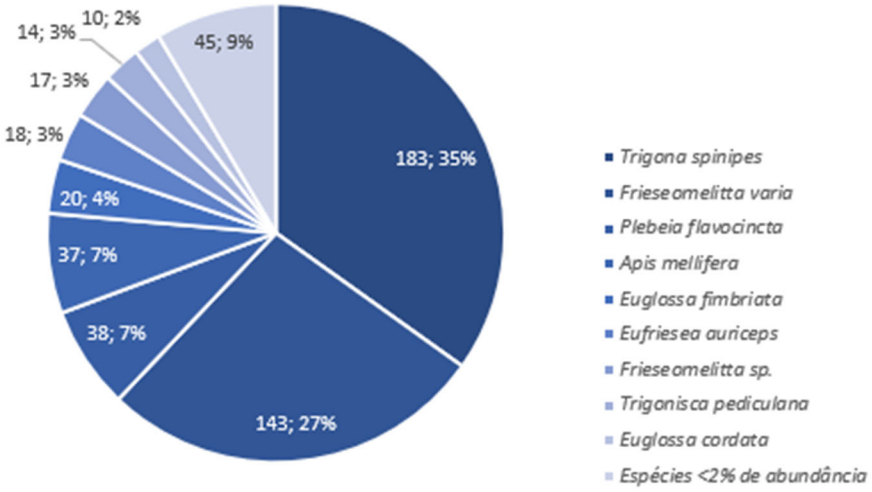


Figura 11.2.1-157: Abundância total e percentual das espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

A abundância elevada de meliponíneos como *Trigona spinipes*, *Frieseomelitta varia*, *Plebeia flavocincta* e *Apis mellifera* está potencialmente relacionada à presença de ninhos próximos ao local das coletas. Neste contexto, é importante destacar a presença de *Trigona spinipes*, conhecida popularmente como irapuá, arapuá ou abelha-cachorro. Essas abelhas são bastante agressivas para o homem e outros animais, e proferem ataques violentos às outras espécies de abelhas como *Apis mellifera* e mamangavas nativas (*Xylocopa* sp.), no intuito de defender as flores onde estão coletando seus recursos (NOGUEIRA-NETTO, 1997). Elas não nidificam em ocos de árvores, como a maioria das outras espécies, mas fazem ninhos aéreos, em alturas que podem variar de quatro a nove metros (ALMEIDA; LAROCA, 1988). Frequentemente são consideradas pragas, por destruírem partes de plantas cultivadas, como flores, folhas, hastes e frutos. Contudo, *Trigona spinipes* também possui características desejáveis, como polinizadora de plantas cultivadas (ALMEIDA; LAROCA, 1988). Além disso, a grande diversidade de grãos de pólen encontrados em seus ninhos evidencia seu hábito poliléctico e seu potencial como polinizadora (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Morado e Lorenzon (2014) observaram *Trigona spinipes* em 34 espécies florais, com grande abundância em *Artocapus heterophyllus* (Moraceae). *Apis mellifera*, por sua vez, também é uma abelha agressiva ao homem e outros animais, porém possui importância econômica devido à sua elevada produção de mel (NOGUEIRA-NETTO, 1997).

Conforme esperado, as abelhas da Tribo Euglossini foram capturadas somente nas armadilhas odoríferas. Já para a tribo Meliponini, cinco espécies foram capturadas através desse método. Além destes, foram capturados exemplares de *Apis mellifera*. As iscas mais atrativas foram mel e jasmim, sendo a espécie mais frequentemente capturada nas armadilhas *Euglossa fimbriata*. As armadilhas aromáticas instaladas no ponto de controle capturaram nove indivíduos, sendo sete pertencentes à espécie *Plebeia flavocincta* e dois pertencentes à espécie *Eufriesea auriceps*

Euglossíneos machos são especializados na coleta de odores florais em diversas espécies de plantas, principalmente das famílias Orchidaceae e Araceae, e são facilmente atraídos com iscas de odores artificiais, o que justifica sua ocorrência exclusivamente nas armadilhas odoríferas. Os meliponíneos, por sua vez, são atraídos por mel.

Importante destacar que as espécies de abelhas presentes na Caatinga podem alterar suas populações sazonalmente em decorrência da variação climática, a qual afeta a oferta de recursos florais e, consequentemente, o comportamento reprodutivo (VIANA *et al.*, 2000). Segundo Zanella e Martins (2003), algumas espécies de abelhas são fortemente influenciadas pela sazonalidade, principalmente as espécies solitárias.

Durante a segunda campanha, um exemplar de *Florilegus* (*Euflorilegus*) sp. foi capturado, em coleta ativa aleatória fora da área do empreendimento, visitando flor de Viúva-alegre. Esse subgênero contém duas espécies que ocorrem no Ceará, *F. festivus* (SMITH, 1854) e *F. similis*, (URBA, 1970) (ZANELLA, 2000). Espécies do gênero *Florilegus* são classificadas como oligoléticas, que coletam pólen em espécies de plantas do mesmo gênero ou família (ZANELLA; MARTINS, 2003). No EIA de 2011, outras espécies oligoléticas, *Protomeliturga turnerae* e *Gaesischia nigra* foram registradas (ARCADIS LOGOS, 2014). As espécies de abelhas oligoléticas merecem atenção, pois dependem de plantas que tenham relações filogenéticas próximas, e que, se extintas localmente, podem afetar a população dessas abelhas na região, tornando-as mais vulneráveis à extinção local que as abelhas poliléticas.

A lista dos táxons registrados nas três campanhas realizadas na área do Projeto Santa Quitéria (Quadro 11.2.1-31), os pontos amostrais em que ocorreram e seu *status* de conservação.

Quadro 11.2.1-31: Ocorrência de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHAS	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Andreninae: Protandrenini								2
Psaenythia variabilis	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1, P2	C3	2
Andreninae: Protomeliturgini								1
Protomeliturga turnerae	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Apinae: Ericrocidini								1
Mesocheira bicolor	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P5	C2	1
Apinae: Apini								37
Apis mellifera	Abelha-européia	-	-	-	Polinizadora	Controle, P1 a P6	C1, C2 e C3	37
Apinae: Centridini								2
Centris trigonoides	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P5	C2	2
Apinae: Eucerini								2
Melissoptila sp. 1	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Melissoptila sp. 2	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Apinae: Euglossini								51

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHAS	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Eufriesea auriceps	Abelha-de-orquídea	-	-	-	Polinizadora	Controle, P1, P2, P3, P4, P6	C3	18
Eufriesea nigrohirta	Abelha-de-orquídea	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Euglossa cordata	Abelha-de-orquídea	-	-	-	Polinizadora	P1, P2, P3, P6	C3	10
Euglossa fimbriata	Abelha-de-orquídea	-	-	-	Polinizadora	P1, P2, P4, P6	C3	20
Euglossa melanotricha	Abelha-de-orquídea	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	2
Apinae: Exomalopsini								1
Exomalopsis (*Phanomalopsis*) sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P3	C3	1
Apinae: Meliponini								406
Frieseomelitta doederleini	Asa-branca	-	-	-	Polinizadora	P4, P6	C1	5
Frieseomelitta sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	Controle, P4	C2	17
Frieseomelitta varia	Marmelada-amarela	-	-	-	Polinizadora	Controle, P1 a P6	C1 e C2	143
Lestrimelitta tropica	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P5	C1	1

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHAS	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Meliponini sp. 1	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P6	C3	1
Plebeia flavocincta	Abelha-mosquito	-	-	-	Polinizadora	Controle, P1 a P6	C1, C2 e C3	38
Tetragona clavipes	Borá	-	-	-	Polinizadora	P1, P2	C3	2
Trigona fuscipennis	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P3	C2	1
Trigona sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P6	C3	1
Trigona spinipes	Arapuá ou Irapuá	-	-	-	Polinizadora	Controle, P1, P3, P4, P5, P6	C1, C2 e C3	183
Trigonisca pediculana	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1, P3, P4, P5, P6	C1, C2 e C3	14
Apinae: Xylocopini								5
Ceratina maculifrons	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P3	C2	1
Xlyocopa grisescens	Mamangava	-	-	-	Polinizadora	Controle, P5	C2	4
Colletinae: Neopasiphaeini								6
Nomiocolletes sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	3
Sarocolletes fulva	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	3
Halictinae: Augochlorini								5
Augochlora sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHAS	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Augochloropsis sp. 1	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1, P3	C3	2
Augochloropsis sp. 2	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Paroxystoglossa sp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1	C3	1
Megachilinae: Anthidiini								1
Dicranthidium arenarium	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P4	C2	1
Megachilinae: Megachilini								5
Megachile (Pseudocentron) sp. 1	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P3	C3	1
Megachile spp.	Abelha	-	-	-	Polinizadora	P1, P3	C2 e C3	4

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Distribuição dos ninhos

Foram encontrados 21 ninhos, todos de abelhas nativas eussociais: *Frieseomelitta varia* (N=16), *Frieseomelitta* sp. (N=1), *Trigona spinipes* (N=1) e *Trigona* sp.(N=3) (Figura 11.2.1-158; Quadro 11.2.1-32). Os ninhos foram encontrados principalmente em árvores de Angico e Umburana (Figura 11.2.1-159 a Figura 11.2.1-161). Todos os pontos, exceto P3, apresentaram ninhos, sendo o maior número encontrado no P2, e a maior riqueza de espécies no P5 (S=4), Área Diretamente Afetada (ADA).

Martins *et al*. (2004) observaram que abelhas sem ferrão nidificam em troncos de diferentes árvores no ambiente de Caatinga (PB e RN), sendo as principais *Caesalpinia pyramidalis* (Catingueira) e *Commiphora leptophloeos* (Umburana). Além dessas, as espécies de *Frieseomelita* nidificam também em outras árvores, como: *Spondia tuberosa*, *Tabebuai caraiba*, *Mimosa acutistipula*, *Myracrodruon urundeuva* e *Schinopsis brasiliensis*.

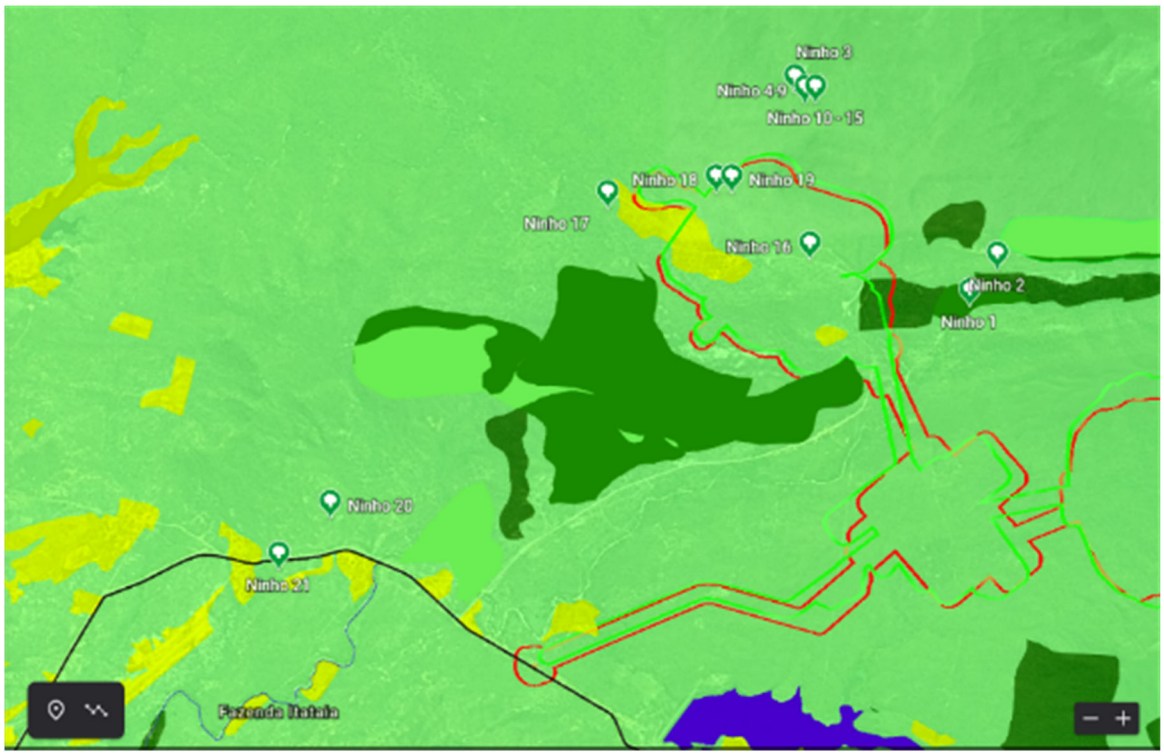


Figura 11.2.1-158: Distribuição dos ninhos de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem, em novembro de 20 na área do Projeto Santa Quitéria nas duas campanhas. Linha vermelha – limite da Área diretamente afetada. Fonte: Google Earth.

Os ninhos de *Trigona* foram encontrados no dossel de árvores com altura mínima de 10 m. Os ninhos estavam distantes entre si e presentes em áreas mais abertas ou com predominância de vegetação arbustiva. *Trigona spinipes* é mais abundante em florestas tropicais e subtropicais, e a densidade/ha de ninhos é maior em savana e florestas úmidas. A colonização de árvores por *T. spinipes* depende do diâmetro das árvores, podendo estar

presente em diferentes tipos de paisagens, de florestas conservadas a ambientes alterados (JAFFÉ *et al.*, 2015).

Ter conhecimento dos locais dos ninhos oferece informações das áreas de atividades de voo em busca de recursos alimentares ou novos nichos de nidificação das abelhas sem ferrão, pois, diferentemente de *Apis melifera*, os meliponíneos não abandonam os ninhos em condições desfavoráveis (ZANELLA; MARTINS, 2003). Algumas espécies de meliponíneos de corpo maior podem voar mais que 3 km de distância do ninho. Abelhas do gênero *Melipona* deslocam-se em torno de 2 km de raio, enquanto *Tetragonisca angustula* e *Plebeia* spp. cerca de 500 m (A.B.E.L.H.A.). Esse tipo de informação é útil para conhecer o raio de atividade das abelhas e desenvolver projetos de conservação.

Quadro 11.2.1-32: Distribuição dos ninhos de abelhas (Hymenoptera: Apidae) de acordo com os pontos de amostragem na área do projeto Santa Quitéria

NINHO	PONTOS AMOSTRAIS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM 24- M (M)/ SIRGAS 2000 - X/Y		QUANTIDADE DE NINHO/ÁRVORE	ESPÉCIE	ÁRVORE
1	6	415386	9495743	1	*Frieseomelitta varia*	Angico
2	1	415540	9495958	1	*Frieseomelitta varia*	Umburana
3	2	414357	9497001	1	*Frieseomelitta varia*	Umburana
4-9	2	414399	9496939	6	*Frieseomelitta varia*	Umburana
10-15	2	414460	9496939	6	*Frieseomelitta varia*	Umburana
16	5	414430	9496018	1	*Trigona* sp.	-
17	5	413228	9496324	1	*Trigona spinipes*	Quixabeira
18	5	413875	9496417	1	*Trigona* sp.	Aroeira
19	5	413968	9496417	1	*Frieseomelitta sp.*	Angico
20	4	411566	9494480	1	*Frieseomelitta varia*	Umburana
21	4	411259	9494172	1	*Trigona* sp.	-

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Figura 11.2.1-159: Ninho de *Frieseomelitta varia*, no tronco de Angico, no Ponto 6, na área do Projeto Santa Quitéria.

Figura 11.2.1-160: Entrada do ninho de *Frieseomelitta varia*, no tronco de Umburana, no Ponto 2 na área do Projeto Santa Quitéria.

Figura 11.2.1-161: Ninho de *Trigona* sp. (lado superior direto) no Ponto 4, na área do Projeto Santa Quitéria.

C.2. Eficiência Amostral

A riqueza observada foi de 35 espécies e corresponde a 64,81% da riqueza estimada (54 espécies). A curva de acumulação de espécies construída não demonstrou sinais de estabilidade, indicando potencial alto para registro de novos táxons com o prosseguimento de amostragens na área de estudo (Figura 11.2.1-162).

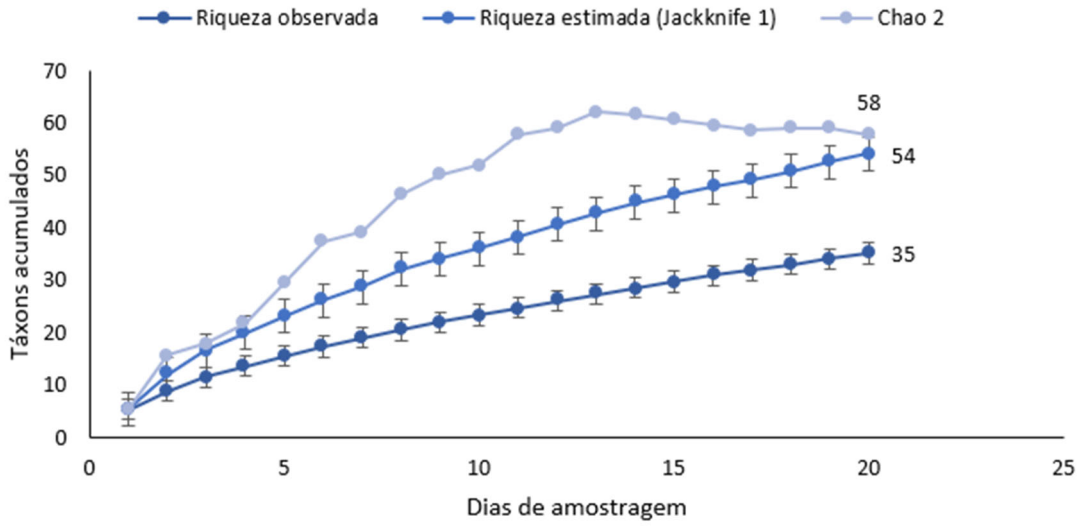


Figura 11.2.1-162: Curva de acumulação de espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria.

Ao comparar as curvas de acumulação de espécies do estudo realizado em 2011 na área do empreendimento do presente estudo, utilizando a mesma metodologia, é possível verificar que tanto a riqueza observada quanto a estimada foram maiores no estudo de 2011. Possivelmente, as condições de estiagem prolongada e severa na região, que ocorreram na primeira e segunda campanhas, influenciaram nos resultados obtidos. Na Caatinga, nos períodos de estiagem, somente abelhas sociais, que têm colônias perenes, permanecem ativas. O período seco foi mais longo e severo que o usual e, em fevereiro, quando foi realizada a segunda campanha, a quantidade e intensidade de chuvas, possivelmente, não havia sido suficiente para determinar uma resposta na vegetação que refletisse nos números populacionais das abelhas. Mesmo assim, quatro espécies, que não haviam sido registradas anteriormente na área do projeto, foram encontradas no presente estudo: *Dicranthidium arenarium*, *Centris trigonoides*, *Lestrimelitta tropica* e *Mesocheira bicolor*.

A partir dos dados do estudo realizado em 2011, o índice de Chao e Jackkife estimaram uma riqueza de 140 a 169 espécies para a área. Esses dados mostram, que a área detém um potencial grande número de espécies de abelhas. A despeito de as curvas não terem atingido a assíntota, reconhece-se que os levantamentos de dados realizados no presente estudo são suficientes e adequados para o objetivo de avaliação da viabilidade locacional do empreendimento.

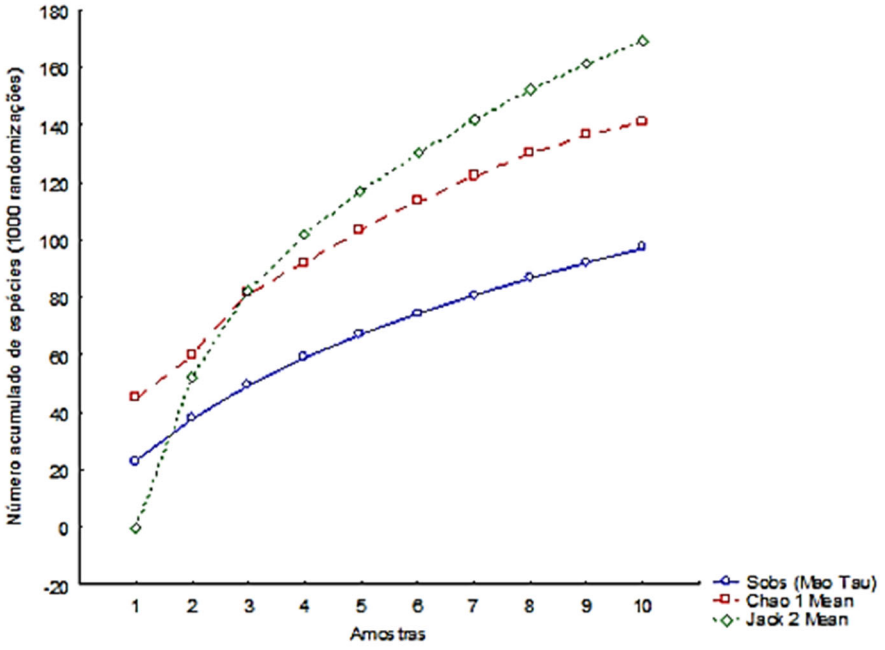


Figura 11.2.1-163: Curva de acumulação de espécies abelhas (Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria das amostragens realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

C.3. Espécies ameaçadas e protegidas por legislação internacional e/ou Federal

Espécies ameaçadas de extinção, raras ou endêmicas não foram registradas no Projeto Santa Quitéria. Os táxons identificados em nível genérico não constam nessas classificações, visto que apenas cinco espécies, de hábito conspícuo, estão incluídas em listas oficiais de espécies ameaçadas (MMA, 2022): *Arhysosage cactorum* (Apidae: Andreninae), na categoria "Vulnerável", *Melipona* (*Michmelia*) *capixaba* (Apidae: Apinae), *Melipona* (*Michmelia*) *rufiventris* (Apinae), *Melipona* (*Michmelia*) *scutellaris* (Apinae) e *Partamona littoralis* (Apinae) na categoria "Em Perigo". Nenhuma das espécies citadas foi registrada na área do projeto.

C.4. Espécies Bioindicadoras, Endêmicas, Raras e Não Descritas

As abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae), conhecidas popularmente como abelhas das orquídeas, ocorrem exclusivamente na região Neotropical, são distribuídas em diferentes biomas, contudo são mais diversificadas nas florestas quentes e úmidas.

A grande diversificação ecológica e de gêneros que compõe essa Tribo, a abundância e a importância dessas abelhas para muitos ecossistemas, associados à atração e captura em iscas odoríferas, tornam as Euglossini bioindicadoras da qualidade ambiental de áreas naturais ou conservadas.

Dentre as espécies registradas nos pontos de amostragem, *Euglossa fimbriata* e *Eufriesea auriceps* pertencentes à tribo Euglossini foram abundantes e são indicadas para uso como bioindicadoras. A maior diversidade de euglossíneos ocorre em florestas úmidas, com poucas espécies de ocorrência em savanas e matas de galeria (DRESSLER, 1982). Em geral, a maior riqueza dessas abelhas tem sido registrada em florestas conservadas, o que caracteriza o grupo como um bom indicador do estado de conservação ambiental (MORATO, 1994; NEMÉSIO; SILVEIRA, 2007).

Além das abelhas das orquídeas (Apidae: Euglossini), as abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) também apresentam potencial como espécies indicadoras de qualidade ambiental. Essas abelhas estão representadas na área de estudo principalmente pelas espécies: *Trigona spinipes, Trigona fuscipennis, Plebeia flavocincta, Lestrimelitta tropica, Partamona cupira,* as espécies do gênero *Frieseomelitta, Trigonisca intermedia* e *Trigonisca pediculana.*

No Brasil, um país predominantemente tropical e megadiverso, as abelhas sem ferrão possuem papel crucial na polinização da flora nativa (KERR, 1997). Esse caráter de importância dos meliponíneos está relacionado com seu comportamento de busca por recursos florais. Assim, essas abelhas visitam um espectro diversificado de flores, transportando involuntariamente grãos de pólen, garantindo assim a reprodução das espécies vegetais. Além disso, elas podem atuar como bioindicadoras da qualidade ambiental, uma vez que a grande riqueza de espécies de abelhas geralmente encontradas em uma região reflete a diversidade com que estas exploram o ambiente (PALAZUELOS-BALLIVIÁN, 2008).

Quanto ao endemismo, esses dados são incipientes na literatura, e os táxons estabelecidos neste estudo não se enquadram nessa classificação, assim como suas respectivas espécies.

C.5. Espécies Cinegéticas, Domésticas, Invasoras e Exóticas

Apesar de não se configurarem como espécies cinegéticas e/ou xerimbabos, a importância econômica das abelhas como polinizadoras é grande. Todas as espécies de abelhas são dependentes de produtos florais (néctar, pólen, óleos, resinas e compostos aromáticos), o que faz delas os principais polinizadores, tanto de plantas nativas quanto cultivadas (FREITAS, 1995). Estima-se que as abelhas sejam responsáveis por 75% dos requerimentos de polinização das culturas agrícolas (NABHAN; BUCHMANN, 1996), sendo que cerca de 1.300 espécies cultivadas são dependentes das abelhas para a polinização (ROUBIK, 1995).

Além da importância como polinizadoras, algumas abelhas da tribo Meliponini são utilizadas para criação e extração de mel, conhecidas por serem abelhas nativas sem ferrão e fáceis de serem manejadas. Ao contrário da *Apis mellifera*, espécie exótica que, para o manejo, é imprescindível o uso de roupas especializadas.

C.6. Espécies de interesse médico

Destaca-se o registro da espécie exótica *Apis melifera* cuja substância inocucladora é de grande interesse farmacológico com efeito anti-inflamatório, cicatrizante, neuroprotetor, antitumoral e analgésico. Além de tais propriedades tal substância tem grande potencial alergênico, causando muitas vezes crses alérgicas graves que podem levar ao óbito pessoas alérgicas.

C.7. Comparação Entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

Em relação à diversidade e equitabilidade, o ponto 01 apresentou os maiores valores desses parâmetros, com H'=2,539 e J'=0,8214, fato potencialmente associado à alta riqueza e ao número alto de *singletons*. Nesse contexto, este ponto amostral apresentou a maior riqueza entre os pontos (N=22) e abundância intermediária (N=76). Os demais pontos apresentaram valores de diversidade que variaram de 1,18 (Controle) a 1,74 (P3), e em geral ocorreu baixa equitabilidade, com valores abaixo de 0,68. Esse fato está associado à grande dominância das espécies: *Frieseomelitta varia, Plebeia flavocincta* e *Trigona spinipes*. Duas espécies de Euglossini também foram dominantes, mas em menor escala: *Eufriesea auriceps* e *Euglossa fimbriata*. Desta maneira, os pontos Controle (H'=1,18 e J'=0,6066), P2 (H'=1,399 e J'=0,6727) e P4 (H'=1,288 e J'=0,5593) apresentaram os menores valores de diversidade e equitabilidade, sendo os dois primeiros também com o registro de pequenos valores de riqueza e abundância (Quadro 11.2.1-33).

Quadro 11.2.1-33: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria

INDICADORES	CONTROLE	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Riqueza	7	22	8	13	10	9	11
Abundância	50	76	70	52	115	75	87
Diversidade Shannon (H')	1,18	2,539	1,399	1,74	1,288	1,669	1,567
Equitabilidade (J')	0,6066	0,8214	0,6727	0,6782	0,5593	0,7596	0,6533

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

A formação dos *clusters* evidenciados na Figura 11.2.1-164 ocorreu em função da riqueza de táxons e da ocorrência dos mesmos táxons em cada ponto de amostragem. A análise de similaridade segregou os pontos de amostragem em dois grupos principais, o primeiro é formado pelo agrupamento dos pontos Controle, P3, P4 e P5, sendo justificado pelo compartilhamento de cinco táxons entre eles, tais como *Apis mellifera*, *Frieseomelitta varia*, *Plebeia flavocincta*, *Trigona spinipes* e *Trigonisca pediculana*. Já o segundo agrupamento foi formado pelos pontos P6, P2 e P1, sendo justificado pelo compartilhamento de, pelo menos, oito táxons amostrados. Esses grupos apresentaram valores acima de 85% de similaridade, o que reforça a presença de uma variabilidade de hábitats na área de estudo, capazes de abrigar distintas comunidades de abelhas.

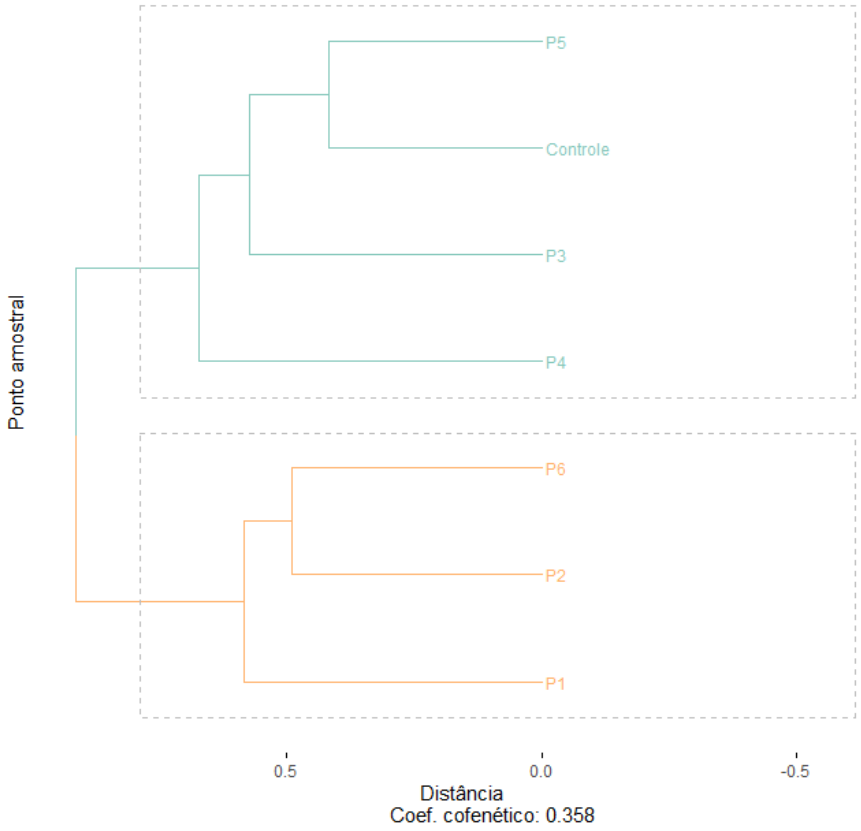


Figura 11.2.1-164: Similaridade entre os pontos amostrais de abelhas (Hymenoptera: Apidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

Ao analisar os dados com base na Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Controle (CO), observa-se que a AID apresenta a maior abundância de indivíduos. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de haver um maior número de pontos amostrais dentro dessa área de influência. Ao considerar a área com menor esforço amostral, representado pela linha vertical, com o objetivo de minimizar o efeito do número de amostras, a diferença entre as áreas de influência se torna menos evidente (Figura

11.2.1-165). Isso sugere que, se os esforços de coleta forem semelhantes, os resultados dos indicadores ecológicos também serão similares.

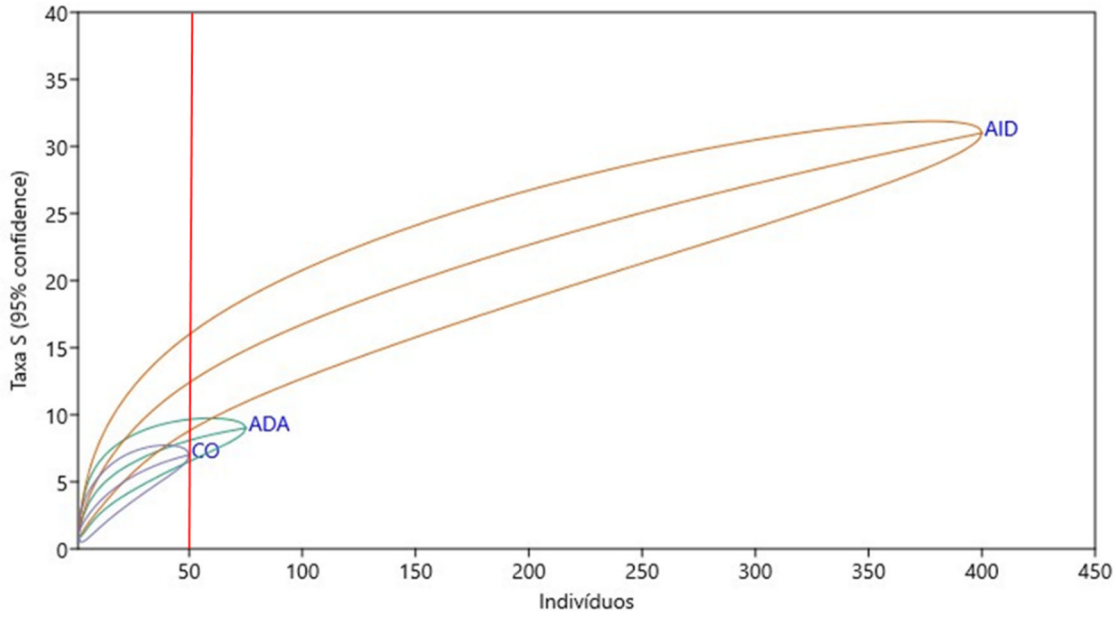


Figura 11.2.1-165: Curva de rarefação para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria.

Do mesmo modo, foi realizada uma análise de diversidade nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, cujos dados são apresentados no Quadro 11.2.1-34. A diversidade de Shannon foi de 1.66 bits/ind.$^{-1}$ na ADA, de 2.187 bits/ind.$^{-1}$ na AID e de 1.18 bits/ind.$^{-1}$ no controle, esses resultados são indicativos de diversidade baixa a moderada. Já a equitabilidade foi de 0,75 na ADA, 0,63 na AI e 0,60 no controle, sendo esses resultados indicativos de distribuição equitativa dos táxons amostrados. Na Figura 11.2.1-166 são apresentados os resultados de diversidade por área de influência, considerando as estimativas de desvio para uma amostra que sofra reamostragem.

Quadro 11.2.1-34: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria

INDICADORES	ADA	95% LOWER	95% UPPER	AID	95% LOWER	95% UPPER	CO	95% LOWER	95% UPPER
Taxa	9			31			7		
Indivíduos	75			400			50		
Shannon (H)	1,67	1,47	1,87	2,18	2,07	2,30	1,18	0,94	1,42

INDICADORES	ADA	95% LOWER	95% UPPER	AID	95% LOWER	95% UPPER	CO	95% LOWER	95% UPPER
Equitabilidade (J)	0,76	0,67	0,84	0,63	0,60	0,67	0,61	0,48	0,73

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

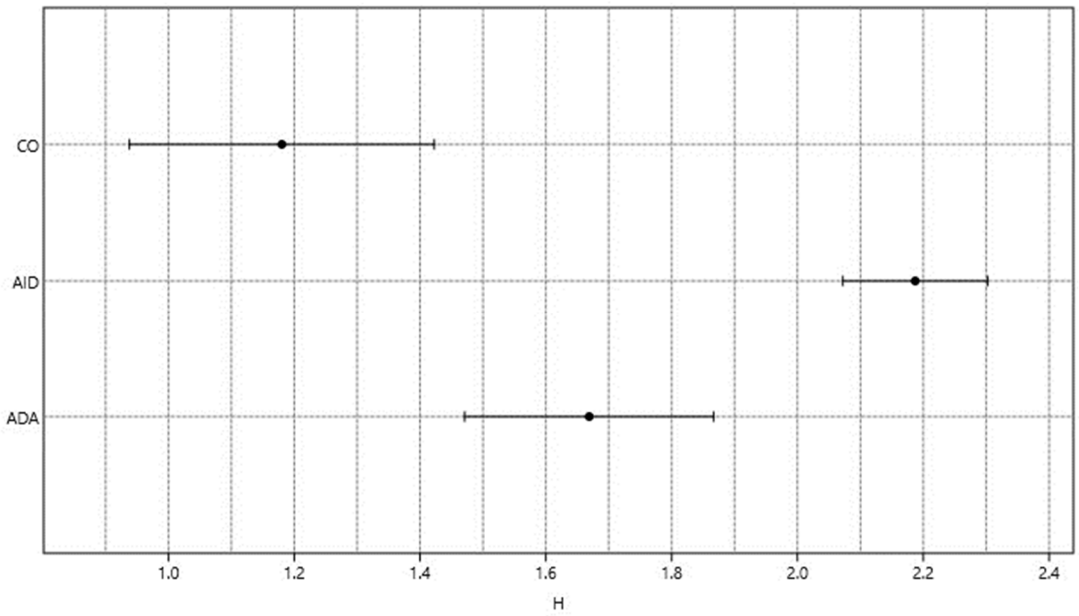


Figura 11.2.1-166: Índices de diversidade para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria.

C.8. Sazonalidade

Dos 35 táxons registrados no presente estudo, 26 foram registrados na terceira campanha, realizada na estação chuvosa de 2023. Destes, um total de 22 foram exclusivamente registrados nesta última campanha. Assim, a terceira campanha contribuiu de forma significativa para o diagnóstico, adicionando cerca de 62% do total de táxons registrados no presente estudo.

C.9. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

O levantamento de dados secundários para caracterização regional da área de estudo contabilizou 380 espécies de abelhas (Quadro 11.2.1-35). A elevada riqueza registrada é justificada principalmente pelo estudo de Freitas e colaboradores (2021), visto que os autores compilaram diversos dados provenientes de bibliografias e coleções entomológicas no estado do Ceará. Nesse contexto, é importante destacar a grande riqueza de euglossíneos (Apinae: Euglossini) (27 espécies), representados por abelhas dos gêneros *Eufriesea* (cinco espécies), *Euglossa* (16 espécies), *Eulaema* (quatro espécies) e *Exaerete* (duas espécies), e

meliponíneos (Apinae: Meliponini) (35 espécies), representados principalmente pelos gêneros *Friesella* (uma espécie), *Frieseomelitta* (cinco espécies), *Geotrigona* (três espécies), *Lestrimelitta* (duas espécies), *Melipona* (sete espécies), *Oxytrigona* (uma espécie), *Paratrigona* (três espécies), *Plebeia* (quatro espécies), *Tetragonisca* (uma espécie), *Trigona* (seis espécies), *Trigonisca* (duas espécies). *Melipona* (*Michmelia*) *scutellaris* Latreille, 1811 foi a única espécie ameaçada registrada, classificada como "EM PERIGO - EN" segundo MMA (2022). Espécies endêmicas não foram registradas.

O levantamento primário realizado registrou 35 táxons. Entre as 380 espécies listadas nos dados secundários, 21 espécies efetivamente ocorreram em pelo menos uma das campanhas amostrais desse monitoramento, o que correspondendo a 5,5% da comunidade registrada nos dados secundários. Neste sentido, quatro espécies corresponderam a novos registros em nível local, visto que não estão incluídas nos dados secundários, sendo elas: *Tetragona clavipes, Frieseomelitta varia, Trigona fuscipennis e Trigona spinipes*. A espécie *Tetragona clavipes*, conhecida popularmente como borá, é caracterizada por enxames populosos e com grande agressividade, principalmente ao abrir o ninho ou até mesmo ao transitar próximo a sua entrada (RODRIGUES *et al.*, 2007). Essas abelhas utilizam uma grande gama de plantas de interesse econômico para forrageio, como girassol (*Helianthus annuus*), butiá (*Butia leiospatha*), pequizeiro (*Carycoar brasiliense*), murici (*Byrsonima crassa*), e algumas plantas da família Myrtaceae, como o araçá (*Psidium incanescens*).

Quadro 11.2.1-35: Levantamento de dados secundários de abelhas (Hymenoptera: Apidae) e comparação com o levantamento da campanha chuvosa, maio de 2023, na área do Projeto Santa Quitéria

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Acamptopoeum prinii (Holmberg, 1884)	-	-	-		1, 3
Acamptopoeum vagans (Cockrell, 1926)	-	-	-		3
Acanthopus excellens Schrottky, 1902	-	-	-		2, 3
Agapostemon chapadensis Cockerell, 1900	-	-	-		3
Agapostemon semimelleus Cockerell, 1900	-	-	-		3
Ancyloscelis apiformis (Fabricius, 1793)	-	-	-		3
Ancyloscelis frieseana (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Anthidium (*Tetranthidium*) *latum*	-	-	-		3
Anthidium appendiculatum Ducke, 1911	-	-	-		3
Anthidium sertanicola Moure & Urban, 1964	-	-	-		3
Anthodioctes megachiloides Holmberg, 1903	-	-	-		3
Anthrenoides petrolinensis Urban, 2006	-	-	-		1
Apis mellifera Linnaeus, 1758	-	-	-	X	1, 3
Arhysoceble huberi (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Ariphanarthra palpalis Moure,1951	-	-	-		3
Augochlora (*Augochlora*) *caerulior*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Augochlora (*Augochlora*) *esox* (Vachal,1911)	-	-	-		1, 2, 3
Augochlora (*Augochlora*) *neivai* (Moure, 1940)	-	-	-		3
Augochlora (*Augochlora*) *tantilla* Moure, 1943	-	-	-		3
Augochlora (*Oxystoglossella*) *diafractes*	-	-	-		3
Augochlora (*Oxystoglossella*) *morrae*	-	-	-		3
Augochlora (*Oxystoglossella*) *thalia* Smith, 1879	-	-	-		1, 2, 3
Augochlorella ephyra (Schrottky, 1910)	-	-	-		3
Augochlorella tredecim (Vachal, 1911)	-	-	-		2, 3
Augochlorella urania (smith, 1853)	-	-	-		3
Augochloropsis (*Augochloropsis*) *callichroa*	-	-	-		3
Augochloropsis (*Augochloropsis*) *diversipennis* (Lepeletier, 1841)	-	-	-		3
Augochloropsis artemisia (Smith, 1854)	-	-	-		3
Augochloropsis cf. melanochaeta	-	-	-		3
Augochloropsis cleopatra (Schrottky, 1902)	-	-	-		3
Augochloropsis cockerelli Schrottky, 1909	-	-	-		3
Augochloropsis cupreola (Cockerell, 1900)	-	-	-		3
Augochloropsis hebescens (Smith, 1879)	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Augochloropsis heterochroa (Cockerell, 1900)	-	-	-		1, 3
Augochloropsis multiplex (Vachal, 1903)	-	-	-		3
Augochloropsis notophos (Vachal, 1903)	-	-	-		3
Augochloropsis patens (Vachal, 1903)	-	-	-		3
Augochloropsis prognatha Moure,1944	-	-	-		3
Augochloropsis smithiana (Cockerell, 1900)	-	-	-		3
Augochloropsis terrestres (Vachal, 1903)	-	-	-		3
Augochloropsis wallacei (Cockerell, 1900)	-	-	-		3
Austrostelis catamarcencis (Schrottky, 1909)	-	-	-		3
Austrostelis iheringi (Schrottky, 1910)	-	-	-		3
Austrostelis silveirai Urban, 2006	-	-	-		3
Bombus (*Fervidobombus*) *atratus* (Franklin, 1913)	-	-	-		1, 3
Bombus (*Fervidobombus*) *brasiliensis*	-	-	-		3
Bombus (*Fervidobombus*) *brevivillus*	-	-	-		3
Bombus (*Fervidobombus*) *morio* (Swederus, 1787)	-	-	-		3
Bombus (*Fervidobombus*) *pauloensis* Friese, 1913	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Brachynomada cearensis (Ducke, 1910)	-	-	-		3
Brachynomada tomentifera (Ducke, 1907)	-	-	-		1, 3
Caenohalictus tesselatus (Moure, 1940)	-	-	-		3
Caenonomada unicalcarata (Ducke, 1908)	-	-	-		2, 3
Callonychium (*Callonychium*) *brasiliense*	-	-	-		3
Camargoia nordestina Camargo 1996	-	-	-		3
Ceblurgus longipalpis Urban & Moure, 1993	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *nitens* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *aenea* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *caxienses* Ducke, 1907	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *decolorata* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *flavifrons* (Fabricius, 1775)	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *nitens* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *obscurior* Michener, 1954	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *poecila* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *pulchra* (Moure, Oliveira e Viana, 2003)	-	-	-		3
Centris (*Centris*) *spilopoda* Moure,1969	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Centris (*Centris*) *varia* (Erichson, 1849)	-	-	-		3
Centris (*Hemisiella*) *lanipes* (Fabricius, 1775)	-	-	-		3
Centris (*Hemisiella*) *tarsata* Smith, 1874	-	-	-		2, 3
Centris (*Hemisiella*) *trigonoides* Lepeletier, 1841	-	-	-	X	3
Centris (*Hemisiella*) *vittata* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Heterocentris*) *cf. bicornuta*	-	-	-		3
Centris (*Heterocentris*) *analis* (Fabricius, 1804)	-	-	-		3
Centris (*Melacentris*) *collaris* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Melacentris*) *confusa* Moure, 1960	-	-	-		3
Centris (*Melacentris*) *fluviatilis* Friese, 1924	-	-	-		3
Centris (*Melacentris*) *lateritia* Friese, 1899	-	-	-		3
Centris (*Melacentris*) *violacea* Lepeletier, 1841	-	-	-		1, 3
Centris (*Melacentris*) *xanthocnemis* (Perty, 1833)	-	-	-		3
Centris (*Melanocentris*) *obsoleta*	-	-	-		3
Centris (*Paracentris*) *burgdorfi* Friese, 1900	-	-	-		3
Centris (*Paracentris*) *klugii* Friese, 1899	-	-	-		1, 3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Centris (*Paracentris*) *xanthomelaena* Moure & Castro, 2001	-	-	-		2, 3
Centris (*Paracentris*)*hyptidis* Ducke, 1908	-	-	-		3
Centris (*Ptilotopus*) *maranhensis* Ducke, 1910	-	-	-		3
Centris (*Ptilotopus*) *moerens* (Perty, 1833)	-	-	-		3
Centris (*Ptilotopus*) *scopipes* (Friese, 1899)	-	-	-		1, 3
Centris (*Ptilotopus*) *sponsa* Smith, 1854	-	-	-		3
Centris (*Trachina*) *fuscata* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Trachina*) *longimana* Fabricius, 1804	-	-	-		3
Centris (*Trachina*) *machadoi* Azevedo & Silveira, 2005	-	-	-		3
Centris (*Trachina*) *rupestris* Azevedo & Silveira, 2005	-	-	-		3
Centris (*Xanthemisia*) *bicolor* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Centris (*Xanthemisia*) *lutea* Friese, 1899	-	-	-		3
Cephalotrigona capitata (Smith, 1854)	-	-	-		2, 3
Ceratina (*Calloceratina*) *chloris* (Fabricius, 1804)	-	-	-		3
Ceratina (*Ceratinula*) *manni* Cockerell, 1912	-	-	-		1, 3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Ceratina (*Crewella*) *asuncionis* Strand, 1910	-	-	-		3
Ceratina (*Crewella*) *maculifrons* Smith, 1854	-	-	-	X	3
Ceratina (*Crewella*) *madeirae* (Moure, in litteris)	-	-	-		3
Ceratina (*Crewella*) *paraguayensis*	-	-	-		3
Ceratina cf. portoi (Friese, 1910)	-	-	-		3
Ceratina richardsoniae Schrottky, 1909	-	-	-		3
Ceratinula (*Ceratinula*) *manni* Cockerell, 1912	-	-	-		3
Chaeturginus alexanderi Ruz & Melo, 1999	-	-	-		3
Chilicola (*Prosopoides*) *minima* (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Coelioxys (*Acrocoelioxys*) *cf. laevigatasmith*	-	-	-		3
Coelioxys (*Acrocoelioxys*) *tolteca* Cresson, 1878	-	-	-		3
Coelioxys (*Glyptocoelioxys*) *cearensis*	-	-	-		2, 3
Coelioxys (*Glyptocoelioxys*) *cerasiopleura*	-	-	-		3
Coelioxys (*Glyptocoelioxys*) *chacoensis*	-	-	-		3
Coelioxys (*Neocoelioxys*) *assumptionis*	-	-	-		3
Coelioxys (*Neocoelioxys*) *praetextata*	-	-	-		3
Coelioxys (*Rhinocoelioxys*) *clypeata* Smith, 1879	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Coelioxys pirata (Holmberg, 1884)	-	-	-		3
Coelioxys punctipennis Cresson, 1878	-	-	-		3
Coelioxys simillima Smith, 1854	-	-	-		3
Colletes petropolitanus Delatorre, 1896	-	-	-		3
Colletes rufipes Smith, 1879	-	-	-		3
Colletes rugicollis Friese, 1900	-	-	-		3
Dasyhalonia (*Pachyalonia*) *cearensis* (Ducke, 1911)	-	-	-		3
Diadasia murihirta Cockerell, 1912	-	-	-		3
Diadasia parahybensis (Cockerell, 1912)	-	-	-		3
Diadasina paraenses (Ducke, 1912)	-	-	-		1, 2, 3
Diadasina riparia (Ducke, 1907)	-	-	-		3
Dialictus (*Chloralictus*) *opacus* Moure, 1940	-	-	-		3
Dialictus nanus (smith, 1879)	-	-	-		3
Dicranthidium arenarium (Ducke, 1907)	-	-	-	X	2, 3
Dicranthidium gregarium (Schrottky, 1905)	-	-	-		3
Dicranthidium luciae Urban, 1993	-	-	-		3
Dicranthidium soniae Urban, 1993	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Epanthidium maculatum Urban, 1995	-	-	-		3
Epanthidium tigrinum (Schrottky, 1905)	-	-	-		3
Epicharis (*Anepicharis*) *dejeanii* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Epicharis (*Epicharana*) *flava* Friese, 1900	-	-	-		3
Epicharis (*Epicharis*) *bicolor* Smith, 1854	-	-	-		3
Epicharis (*Epicharitides*) *cockerelli* Friese, 1900	-	-	-		3
Epicharis (*Epicharitides*) *iheringi* Friese, 1899	-	-	-		3
Epicharis (*Epicharoides*) *xanthogastra*	-	-	-		3
Epicharis (*Hoplepicharis*) *fasciata*	-	-	-		3
Epicharis (*Triepicharis*) *analis* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Epicharis (*Triepicharis*) *schrottkyi* Friese, 1899	-	-	-		3
Eucera compositarum Ducke, 1910	-	-	-		3
Eufriesea aridicola Moure, Neves & Viana 2001	-	-	-		3
Eufriesea auriceps Friese, 1899	-	-	-	X	1, 2, 3
Eufriesea nigrohirta (Friese, 1899)	-	-	-	X	3
Eufriesea nordestina (Moure, 1999)	-	-	-		1, 3
Eufriesea violacens Moscáry, 1898	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Euglossa (*Euglossa*) *cordata* (Linnaeus, 1758)	-	-	-	X	3
Euglossa (*Euglossa*) *fimbriata* Rebelo & Moure, 1968	-	-	-	X	3
Euglossa (*Euglossa*) *leucotricha* Rebelo & Moure, 1996	-	-	-		3
Euglossa (*Euglossa*) *melanotricha* Moure, 1966	-	-	-	X	1, 2, 3
Euglossa (*Euglossa*) *nanomelanotricha*	-	-	-		3
Euglossa (*Euglossa*) *securigera* Dressler, 1982	-	-	-		3
Euglossa (*Euglossa*) *townsendi* Cockerell, 1904	-	-	-		3
Euglossa (*Euglossa*) *truncata* Rebêlo & Moure, 1986	-	-	-		3
Euglossa (*Euglossura*) *imperialis* Cockerell, 1922	-	-	-		3
Euglossa (*Glossurella*) *carinilabris* Dressler, 1982	-	-	-		3
Euglossa (*Glossurella*) *crassipunctata* Moure 1986	-	-	-		3
Euglossa (*Grossullera*) *stellfeldi* Moure, 1947	-	-	-		3
Euglossa aff. carolina Nemésio, 2009	-	-	-		3
Euglossa aratingae Nemésio, 2009	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Euglossa aridicula (Moure & Neves, 2001)	-	-	-		3
Euglossa pleosticta Dressler, 1982	-	-	-		3
Eulaema (*Apeulaema*) *cingulata* (Fabricius, 1804)	-	-	-		1, 3
Eulaema (*Apeulaema*) *marcii* Nemésio, 2009	-	-	-		3
Eulaema (*Apeulaema*) *nigrita* Lepeletier, 1841	-	-	-		3
Eulaema (*Eulaema*) *bombiformis* (Packard, 1869)	-	-	-		3
Euplusia aridicula (Moure, Neves, and Viana, 2001)	-	-	-		3
Euplusia faceta Moure, 1999	-	-	-		3
Euplusia melaena	-	-	-		2, 3
Eurytis funereus Smith, 1854	-	-	-		3
Exaerete dentata (Linnaeus, 1758)	-	-	-		3
Exaerete smaragdina (Guérin, 1844)	-	-	-		3
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *analis* Spinola, 1853	-	-	-		3
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *aureopilosa*	-	-	-		3
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *fernandoi*	-	-	-		3
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *fulvipennis*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *fulvofasciata*	-	-	-		3
Exomalopsis (*Exomalopsis*) *subtilis*	-	-	-		1
Exomalopsis (*Phanomalopsis*) sp.	-	-	-	X	3
Exomalopsis (*Phanomalopsis*) *trifasciata*	-	-	-		3
Exomalopsis villipes Smith, 1854	-	-	-		3
Florilegus (*Euflorilegus*) *festivus* (Smith, 1854)	-	-	-		2, 3
Florilegus (*Euflorilegus*) *fulvipes* (Smith, 1854)	-	-	-		3
Florilegus (*Euflorilegus*) *similis* Urban, 1970	-	-	-		3
Florilegus (*Floriraptor*) *melectoides* (Smith, 1879)	-	-	-		1, 3
Friesella schrottkyi (Friese, 1900)	-	-	-		3
Frieseomelitta doederleini (Friese, 1900)	-	-	-	X	3
Frieseomelitta flavicornis (Fabricius, 1798)	-	-	-		3
Frieseomelitta francoi (Moure, 1946)	-	-	-		1, 3
Frieseomelitta silvestrii languida (Moure, 1990)	-	-	-		3
Frieseomelitta varia díspar (Moure, 1950)	-	-	-		3
Gaesischia (*Agaesischia*) *hyptidis* (Ducke, 1910)	-	-	-		3
Gaesischia (*Agaesischia*) *patellicornis*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Gaesischia (*Gaesischia*) *carinata* Urban, 1989	-	-	-		3
Gaesischia (*Gaesischia*) *flavoclypeata*	-	-	-		3
Gaesischia (*Gaesischia*) *glabrata* Urban, 1989	-	-	-		1
Gaesischia (*Gaesischia*) *labiatarum* Ducke, 1911	-	-	-		3
Gaesischia (*Gaesischia*) *nigra* Moure, 1968	-	-	-		2, 3
Gaesischia (*Gaesischia*) *rosadoi* Urban, 1989	-	-	-		3
Gaesischia (*Gaesischia*) *similis* Urban, 1989	-	-	-		3
Geotrigona mombuca (Smith, 1863)	-	-	-		3
Geotrigona subterrânea (Friese, 1901)	-	-	-		3
Geotrigona xanthopoda Camargo & Moure, 1996	-	-	-		3
Hylaeus rivalis (Schrottky, 1906)	-	-	-		3
Hypanthidium beniense (Cockerell, 1927)	-	-	-		3
Hypanthidium cacerense (Urban, 1998)	-	-	-		3
Hypanthidium erythrogaster Moure & Urban, 1994	-	-	-		3
Hypanthidium foveolatum (Alfken, 1930)	-	-	-		3
Hypanthidium nigritulum Urban, 1998	-	-	-		3
Isepeolus viperinus (Holmberg, 1886)	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Larocanthidium bilobatum Urban, 1997	-	-	-		3
Larocanthidium emarginatum Urban, 1997	-	-	-		3
Larocanthidium ornatum (Urban, 1997)	-	-	-		3
Larocanthidium spinosum Urban, 1997	-	-	-		3
Leiopodus lacertinus Smith, 1854	-	-	-		3
Leiopodus nigripes Friese, 1908	-	-	-		3
Lestrimelitta limao (Smith, 1863)	-	-	-		3
Lestrimelitta tropica Marchi & Melo, 2006	-	-	-	X	3
Leurotrigona muelleri (Friese, 1900)	-	-	-		3
Lithurge huberi Ducke, 1907	-	-	-		3
Lophopedia nigrispinis (Vachal,1909)	-	-	-		3
Lophopedia pygmaea (Schrottky, 1902)	-	-	-		3
Megachile (*Acentron*) *eburneipes* (Vachal, 1904)	-	-	-		3
Megachile (*Acentron*) *tupinaquina*	-	-	-		3
Megachile (*Acentron*) *verrucosa* Brèthes, 1909	-	-	-		3
Megachile (*Austromegachile*) *antiqua*	-	-	-		3
Megachile (*Austromegachile*) *fascialis*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Megachile (*Austromegachile*) *habilis*	-	-	-		3
Megachile (*Austromegachile*) *orbiculata*	-	-	-		3
Megachile (*Austromegachile*) *susurrans*	-	-	-		3
Megachile (*Austrosarus*) *diasi* Raw, 2003	-	-	-		3
Megachile (*Austrosarus*) *frankieana* Raw, 2003	-	-	-		3
Megachile (*Chrysosarus*) *pseudanthidioides*	-	-	-		3
Megachile (*Cressoniella*) *rava* Vachal, 1909	-	-	-		3
Megachile (*Leptorachina*) *laeta* Smith, 1853	-	-	-		3
Megachile (*Leptorachis*) *aureiventris*	-	-	-		3
Megachile (*Leptorachis*) *friesei* Schrottky, 1902	-	-	-		3
Megachile (*Leptorachis*) *paranensis*	-	-	-		3
Megachile (*Leptorachis*) *paulistana*	-	-	-		3
Megachile (*Melanosarus*) *brasiliensis* Dalla Torre, 1896	-	-	-		3
Megachile (*Melanosarus*) *nigripennis*	-	-	-		3
Megachile (*Moureapis*) *maculata* Smith, 1853	-	-	-		3
Megachile (*Neochelynia*) *paulista*	-	-	-		3
Megachile (*Neomegachile*) *brethese*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Megachile (*Pseudocentron*) *asuncicola*	-	-	-		3
Megachile (*Pseudocentron*) *botucatuna*	-	-	-		3
Megachile (*Pseudocentron*) sp.	-	-	-	X	3
Megachile (*Pseudocentron*) *terrestris*	-	-	-		3
Megachile (*Ptilosaroides*) *neoxanthoptera*	-	-	-		1, 2, 3
Megachile (*Sayapis*) *cylindrica* Friese, 1906	-	-	-		3
Megachile (*Sayapis*) *dentipes* Vachal, 1906	-	-	-		3
Megachile (*Schrottkyapis*) *assumptionis*	-	-	-		3
Megachile (*Trichurochile*) *gracilis*	-	-	-		3
Megachile (*Tylomegachile*) *orba* Schrottky, 1913	-	-	-		3
Megachile (*Zonomegachile*) *gigas* Schrottky, 1908	-	-	-		3
Megachile bernardina Schrottky, 1913	-	-	-		2, 3
Megachile inquirenda Schrottky, 1913	-	-	-		3
Megalopta amoena (Spinola, 1853)	-	-	-		3
Melipona (*Eomelipona*) *asilvai* Moure, 1971	-	-	-		3
Melipona (*Eomelipona*) *bicolor* Lepeletier, 1836	-	-	-		3
Melipona (*Eomelipona*) *marginata*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Melipona (*Melikerria*) *quinquefasciata*	-	-	-		3
Melipona (*Melipona*) *mandacaia* Smith, 1863	-	-	-		3
Melipona (*Melipona*) *quadrifasciataanthidioides* Lepeletier, 1836	-	-	-		3
Melipona (*Michmelia*) *scutellaris* Latreille, 1811	-	Em Perigo (EN)	-		3
Melissodes (*Ecplectica*) *nigroaenea* (Smith, 1854)	-	-	-		3
Melissodes (*Ecplectica*) *sexcincta*	-	-	-		3
Melissodes pubescens (Smith, 1879)	-	-	-		3
Melissoptila aureocincta Urban, 1968	-	-	-		3
Melissoptila cnecomala (Moure, 1944)	-	-	-		3
Melissoptila fiebrigi Brethes, 1909	-	-	-		3
Melissoptila pubescens (Smith, 1789)	-	-	-		3
Melissoptila richardiae Bertoni & Schrottky, 1910	-	-	-		3
Melissoptila unicornis (Ducke, 1911)	-	-	-		3
Melissoptila vulpecula Bertoni & schrottky, 1910	-	-	-		3
Melitoma grisescens (Ducke, 1907)	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Melitoma ipomoearum Ducke, 1912	-	-	-		3
Melitoma osmioides (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Melitoma segmentaria (Fabricius, 1804)	-	-	-		1, 2, 3
Melitoma taurea (Say, 1873)	-	-	-		3
Melitomella murihirta (Cockerell, 1912)	-	-	-		3
Mesocheira bicolor (Fabricius, 1804)	-	-	-	X	3
Mesonychium asteria (Smith, 1854)	-	-	-		3
Mesonychium caerulescens (Lepeletier & serville, 1825)	-	-	-		3
Mesoplia regalis (Smith, 1854)	-	-	-		3
Mesoplia rufipes (Perty, 1833)	-	-	-		3
Mesoplia similima Schrottky, 1920	-	-	-		3
Mesoplia similis Schrottky, 1920	-	-	-		3
Microthurge friesei (Ducke, 1907)	-	-	-		3
Monoeca pluricincta (Vachal, 1909)	-	-	-		3
Nannotrigona testaceicornis (Lepeletier, 1836)	-	-	-		3
Neocorynura oiospermi (Schrottky, 1909)	-	-	-		3
Nomiocolletes bicellularis (Ducke, 1911)	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Nomiocolletes cearenses (Ducke,1908)	-	-	-		3
Nomiocolletes sp.	-	-	-	X	3
Osirinus parvicollis (Ducke, 1910)	-	-	-		3
Oxaea austera Gerstaecker, 1867	-	-	-		3
Oxaea flavescens Klug, 1807	-	-	-		3
Oxaea schwarzi Moure &Seabra, 1962	-	-	-		3
Oxytrigona tataira (Smith, 1863)	-	-	-		3
Paratetrapedia fervida (Smith, 1879)	-	-	-		3
Paratetrapedia volatilis (Smith, 1879)	-	-	-		3
Paratrigona glabrata Moure, 1990	-	-	-		3
Paratrigona incerta Camargo & Moure, 1994	-	-	-		3
Paratrigona lineata (Lepeletier, 1836)	-	-	-		3
Parepeolus aterrimus (Friese, 1906)	-	-	-		3
Paroxystoglossa Jocasta (Schrottky, 1910)	-	-	-		1, 3
Paroxystoglossa sp.	-	-	-	X	3
Partamona cupira (Smith, 1863)	-	-	-		3
Partamona helleri (Friese, 1900)	-	-	-		3
Partamona rustica Pedro & Camargo 2003	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Peponapis fervens (Smith, 1879)	-	-	-		3
Perditomorpha brunerii (Ashmead, 1899)	-	-	-		3
Perditomorpha decoloratus (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Perditomorpha iheringi (Schrottky, 1910)	-	-	-		3
Perditomorpha laena (Vachal, 1904)	-	-	-		3
Pereirapis rhizophila Moure,1943	-	-	-		3
Plebeia albopicta	-	-	-		1, 3
Plebeia droryana (Friese,1900)	-	-	-		3
Plebeia flavocincta (Cockerell, 1912)	-	-	-	X	3
Plebeia marinae	-	-	-		1, 3
Protodiscelis alismatis (Ducke, 1908)	-	-	-		1, 3
Protodiscelis palpalis (Ducke, 1908)	-	-	-		3
Protomeliturga turnerae (Ducke, 1907)	-	-	-	X	1, 3
Psaenythia canina Cockerell, 1912	-	-	-		3
Psaenythia variabilis Ducke, 1908	-	-	-	X	3
Pseudaugochlora gramínea Fabricius, 1804	-	-	-		3
Pseudaugochlora pandora (Smith, 1853)	-	-	-		3
Ptiloglossa torquata Moure, 1989	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Ptilothrix plumata Smith, 1853	-	-	-		3
Rhathymus acutiventris Friese, 1906	-	-	-		3
Rhathymus bicolor nigripes Friese, 1912	-	-	-		3
Rhectomia mourei (Eickwort, 1969)	-	-	-		3
Rhogepeolus plumbeus (Ducke, 1910)	-	-	-		3
Rhophitulus friesei (Ducke,1907)	-	-	-		3
Rhophitulus hyptidis Ducke,1908	-	-	-		3
Rhophitulus paragua-yanus Strand, 1910	-	-	-		3
Sarocolletes fulva Moure & Urban, 1995	-	-	-	X	1, 3
Scaptotrigona bipunctata (Lepeletier, 1836)	-	-	-		3
Scaptotrigona tubiba (Smith, 1863)	-	-	-		3
Scaura atlantica Melo, 2004	-	-	-		3
Tapinotaspis heathi Cockerell, 1912	-	-	-		3
Tapinotaspoides rufescens (Friese, 1899)	-	-	-		2, 3
Temnosoma metallicum Smith, 1853	-	-	-		3
Tetragonisca angustula (Latreille, 1811)	-	-	-		3
Tetrapedia clypeata Friese, 1899	-	-	-		3
Tetrapedia diversipes Klug, 1810	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Tetrapedia rugulosa Friese, 1899	-	-	-		3
Thectochlora alaris (Vachal, 1904)	-	-	-		3
Thygater (*Thygater*) *analis* (Lepeletier, 1841)	-	-	-		3
Triepeolus buchwaldi (Friese, 1908)	-	-	-		3
Trigona (*Frieseomelitta*) *freiremaiai* Moure, 1963	-	-	-		3
Trigona fulviventris Guérin, 1844	-	-	-		3
Trigona grupo fuscipennis Friese,1900	-	-	-		1, 3
Trigona hyalinata (Lepeletier, 1836)	-	-	-		3
Trigona recursa Smith, 1863	-	-	-		3
Trigona truculenta Almeida, 1984	-	-	-		3
Trigonisca intermedia (Moure, 1990)	-	-	-		1, 3
Trigonisca pediculana (Fabricius, 1804)	-	-	-	X	1, 3
Trigonopedia cf. oligotricha Moure, 1941	-	-	-		3
Tropidopedia punctifrons (Smith, 1879)	-	-	-		3
Xylocopa (*Cyrroxylocopa*) *vestita* Hurd & Moure, 1963	-	-	-		3
Xylocopa (*Dasyxylocopa*) *bimaculata* Friese, 1903	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Xylocopa (*Diaxylocopa*) *truxali* Hurd & Moure, 1963	-	-	-		3
Xylocopa (*Monoxylocopa*) *abbreviata* Hurd & Moure, 1963	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *brasilianorum*	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *carbonaria* Smith, 1854	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910	-	-	-		1, 3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *frontalis* Olivier, 1789	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *grisescens*	-	-	-		1, 3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *hirsutissima* Maidl, 1912	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *ordinaria* Smith, 1874	-	-	-		3
Xylocopa (*Neoxylocopa*) *suspecta* Moure & Camargo, 1988	-	-	-		2, 3
Xylocopa (*Schoenherria*) *subcyanea* Perez, 1901	-	-	-		3
Xylocopa (*Schoennherria*) *aff. viridis* Smith, 1854	-	-	-		3
Xylocopa (*Schoennherria*) *macrops*	-	-	-		3
Xylocopa (*Schoennherria*) *muscaria*	-	-	-		3

NOME DO TÁXON	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
	IUCN (2022)	MMA (2022)			
Xylocopa (*Schoennherria*) *subzonata* Moure, 1949	-	-	-		3

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Destaca-se ainda que durante o levantamento realizado em 2011, na área do empreendimento foram registradas 97 espécies de abelhas (ARCADIS LOGOS, 2014), enquanto no presente estudo a riqueza de abelhas foi de 35 espécies, sendo em ambos os estudos a suficiência amostral calculada em torno de 70%. Essa diferença ocorreu provavelmente devido às condições de estiagem mais longa registrada nas duas primeiras campanhas do presente estudo. Apesar de uma riqueza abaixo da registrada no levantamento anterior (em 2011), quatro espécies de abelhas – *Centris trigonoides*, *Dicranthidium arenarium*, *Lestrimelitta tropica* e *Mesocheira bicolor* – foram registradas pela primeira vez para a área do empreendimento.

D. Considerações Finais

As espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) registradas no levantamento de dados primários, realizado na área do Projeto Santa Quitéria/CE, são esperadas para outras regiões da Caatinga.

A amostragem de insetos é influenciada tanto por fatores biológicos (dispersão e períodos reprodutivos), quanto por fatores físicos (estocasticidade, temperatura, umidade). O conhecimento da diversidade regional de insetos depende, não somente, de coletas que contemplem mais de uma estação do ano, como da justaposição do coletor no tempo e local adequados. Neste sentido, a comunidade de insetos da área de estudo está fortemente relacionada aos padrões de uso do solo, fitofisionomias, atividades antrópicas e impactos ambientais do empreendimento. A curva de acumulação de espécies construída não possui inclinação que tenda à estabilidade. Isso significa que novos táxons poderão ser registrados com o prosseguimento das coletas na região, possibilitando melhor conhecimento sobre a apifauna local, visto que foi registrado o surgimento de novas espécies durante as campanhas deste diagnóstico, tais como *Tetragona clavipes, Frieseomelitta varia, Trigona fuscipennis* e *Trigona spinipes*, sugerindo que novas espécies podem ser registradas com o monitoramento dessa comunidade.

De maneira geral, as abelhas identificadas neste estudo são generalistas e adaptadas aos impactos antrópicos. Apesar disso, táxons típicos de ambientes florestais também foram registrados, tais como as abelhas pertencentes à tribo Euglossini e Xylocopini. Neste sentido, as comunidades de abelhas devem ser continuamente monitoradas na área de estudo, pois assim será possível orientar ações de manejo e conservação e direcionar esforços para manutenção da biodiversidade local. Ressalta-se que as abelhas, de modo geral, desempenham importante serviço ecossistêmico como polinizadoras de ampla gama de vegetais, tornando a importância econômica desse grupo indiscutível. Esse papel influencia

diretamente na biodiversidade, com efeitos tanto na manutenção e recomposição de áreas florestais como na produtividade de culturas agrícolas.

Cabe destacar que o declínio das populações de abelhas devido a fatores como pesticidas e mudanças climáticas é motivo de preocupação, uma vez que isso poderia ter consequências econômicas significativas. Portanto, a proteção das populações de abelhas por meio de pesquisa, conservação e práticas agrícolas sustentáveis é fundamental para garantir nossa segurança alimentar e sustentabilidade econômica a longo prazo.

Figura 11.2.1-167: *Euglossa melanotricha*.

Figura 11.2.1-168: *Megachile* sp.

Figura 11.2.1-169: *Tetragona clavipes*.

Figura 11.2.1-170: *Trigona spinipes*.

11.2.1.1.9 Formicidae

A. Introdução

Os insetos, devido à grande diversidade de espécies e a seu alto valor de biomassa, são fundamentais nos processos que estruturam os ecossistemas (WILSON, 1987; EGGLETON, 2020). Insetos sociais, como cupins e formigas, representam os maiores grupos de animais em termos de biomassa, com pelo menos duas vezes mais biomassa que os humanos e pelo menos 13 vezes mais que os vertebrados terrestres selvagens (EGGLETON, 2020). Todas as formigas estão inseridas na família Formicidae, sendo conhecidas até o momento 13.860 espécies (BOLTON, 2020).

Estudos sobre as comunidades de formigas vêm embasando programas de avaliação de impactos e conservação de ecossistemas (BROMHAM *et al.*, 1999; HILTY; MERENLENDER, 2000; GERLACH *et al.*, 2013), por exemplo, seu uso em monitoramentos do progresso de restauração do ambiente após atividades de mineração (MAJER *et al.*, 1984; MAJER, 1992; MAJER; DE KOCK, 1992; ANDERSEN, 1997).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) também apresentam grande potencial como indicadores de qualidade ambiental. Esses insetos atuam nos processos de decomposição de matéria vegetal e animal, assim como no retorno dos nutrientes para o solo (GULLAN; CRANSTON, 2005). Dessa maneira, as formigas constituem os organismos dominantes em termos de riqueza de espécies e variedade de hábitats da pedofauna, em ecossistemas tropicais. A riqueza do grupo está intimamente relacionada ao tipo e à variedade da vegetação, de maneira que o aumento na complexidade da vegetação está associado a um aumento na diversidade de formigas (SOUZA *et al.*, 1998; DIEHL-FLEIG *et al.*, 1998; SOARES *et al.*, 2001).

É possível destacar características do grupo que o tornam um bom bioindicador, tais como:(1) apresentar uma alta diversidade e abundância local; (2) possuir ninhos perenes e estacionários, assim como área de forrageamento restrita, podendo então ser amostradas e monitoradas com segurança de que representam as unidades estudadas; (3) serem facilmente amostradas e separadas em morfoespécies; e (4) responderem rapidamente a mudanças ambientais por possuírem faixas estreitas de tolerância e serem especialmente sensíveis a mudanças no clima e microclima (FOWLER *et al.*, 1991; AGOSTI *et al.*, 2000; BIEBER *et al.*, 2006).

Neste sentido, a utilização das formigas como modelos em estudos de biodiversidade merece destaque devido à sua grande importância ecológica, ampla distribuição geográfica, alta riqueza local e regional, dominância numérica, taxonomia e ecologia relativamente bem

conhecidas, sensibilidade a mudanças ambientais e fácil amostragem (ALONSO; AGOSTI, 2000). Devido aos inúmeros recursos utilizados por esses insetos e suas funções relevantes na ciclagem de nutrientes, os formicídeos são considerados ótimos bioindicadores de integridade ambiental (SAYER 2006), indicação de espécies invasoras (YEMSHANOV *et al.*, 2011), de poluição (PEREIRA *et al.*, 2010) ou mesmo de níveis de perturbação dos hábitats (ALONSO, 2000; ANDERSEN *et al.*, 2002; THOMSON *et al.*, 2004; PAOLUCCI *et al.*, 2010).

Atualmente, são descritas cerca de 1.527 espécies de formigas para o Brasil, distribuídas em 117 gêneros. Destas, 538 são consideradas endêmicas do território brasileiro (ANT WIKI, 2023). Para o estado do Ceará foram inventariadas 138 espécies de formigas, o que representa 9% da riqueza nacional registrada para o grupo (ANT WEB, 2023). Esse número certamente está subestimado devido às lacunas amostrais em diversas regiões do estado e à ocorrência de muitos espécimes identificados apenas até o nível de gênero na maioria dos estudos.

Esta seção trata do diagnóstico da mirmecofauna nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, elaborado com base em dados secundários e primários, obtidos após a realização de três campanhas.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Formicidae – Dados Secundários

No presente estudo, como base das informações foi utilizado o inventário de espécies de formigas do Ceará, elaborado por Quine *et al.* (2021), que indica a ocorrência de 216 espécies/subespécies de formigas (Hymenoptera, Formicidae) pertencentes a 10 subfamílias (das 13 com ocorrência no Brasil) e 57 gêneros (dos 118 já registrados em território nacional). Com base nesses dados, a riqueza do estado do Ceará representa cerca de 14% da riqueza nacional do grupo que atualmente contabiliza 1.500 espécies/subespécies). Esse número provavelmente está subestimado devido às lacunas amostrais em muitas regiões do estado e à dificuldade de identificação ao nível de espécie. De fato, muitos dos espécimes coletados nos diversos estudos realizados no estado foram identificados apenas até o nível de gênero ou como sp. prox. (speciesproxima). Avalia-se, portanto, que o número de espécies de formigas presentes no estado do Ceará poderá verdadeiramente alcançar em torno de 400 espécies.

No inventário do estado do Ceará foram consideradas como as subfamílias mais especiosas Myrmicinae (100 spp.), Ponerinae (29 spp.), e Formicinae (28 spp.). Os gêneros com maior número de espécies são *Camponotus* (20 spp.), *Pheidole* (15 spp.), *Cephalotes* (13 spp.), *Strumigenys* (10 spp.) e *Pseudomyrmex* (10 spp.).

O inventário do estado do Ceará considerou quatro espécies exóticas com ampla distribuição no Brasil e com registro no Ceará (*Monomorium floricula*, *Paratrechina longicornis*, *Tapinoma melanocephalum* e *Tetramorium simillimum*).

Assim, o levantamento de dados secundários se baseou nas informações de Quine *et al*. (2021) e nos resultados pretéritos registrados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado pela Arcadis, em 2011, na Fazenda Itataia, na área do Projeto Santa Quitéria (ARCADIS LOGOS, 2014) e que constituem, portanto, os dados provenientes do mesmo local inventariado pelo presente estudo. A seguir listam-se as bases de consulta utilizadas:

+ Arcadis Logos (2014) – Neste trabalho foram reunidas as espécies registradas durante o levantamento dos dados primários necessários para a composição do Estudo de Impacto Ambiental - Projeto Santa Quitéria, realizado em 2011. Como resultado, o relatório aponta a ocorrência de 97 espécies de abelhas na área de estudo, a maioria morfoespécies, das quais apenas 35 foram completamente identificadas em nível de espécie e consideradas aqui para compor o banco de dados secundários.
+ Quinet *et al*. (2021) – Esse trabalho consiste em uma lista das espécies de formigas nativas do estado do Ceará e foi elaborado a partir das seguintes fontes: espécimes depositados na coleção de formigas do Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Ceará, publicações científicas, livros, monografias e base de dados Antmaps (https://antmaps.org/).

B.2. Levantamento de Formicidae – Dados Primários

A área do Projeto Santa Quitéria está localizada na Fazenda Itataia, de propriedade da INB (Indústrias Nucleares do Brasil). As amostragens foram realizadas na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto (Mapa 11.2-2), além do ponto controle, localizado fora dos limites da AID. A localização geográfica e as imagens representativas de cada unidade amostral durante as três campanhas foram apresentadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais no início da seção de Meio Biótico. Em campo, dentro dessas áreas, tendo como referência um raio em torno das coordenadas centrais previamente aprovadas no plano amostral que compôs o pedido de Abio, foram selecionados pontos de amostragem com características bióticas e abióticas consideradas mais adequadas para a captura de formigas. Três campanhas foram realizadas na região de estudo em novembro de 2020, fevereiro de 2021 e maio de 2023.

Para caracterizar a fauna de formigas, em cada estação, foram coletadas 20 amostras de serapilheira, em parcelas de 1 m², espaçadas 10 m entre si, ao longo de uma transecção de 200 m, número mínimo necessário para avaliação das espécies mais características ou comuns em uma área (LEPONCE *et al.*, 2004). A serapilheira coletada foi transferida para sacos de tecido individuais. Em seguida, as amostras foram colocadas em extratores do tipo mini-Winkler, onde permaneceram por 24 horas. O protocolo adotado é o sugerido pelo ALL Protocol (*Ants of Leaf Litter*) para padronização global dos inventários sobre a fauna de formigas de serapilheira (AGOSTI; ALONSO, 2000).

De forma complementar, foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfalls*) em cinco transecções de 100 m (um em cada ponto amostral), nas duas estações. Em cada transecção foram instalados 10 *pitfalls*, que consistem em copos plásticos transparentes de 250 mL, com cerca de 15 cm de diâmetro, enterrados no solo, com a parte superior nivelada à superfície, espaçados por 15 m de distância. Solução composta por água e detergente foi colocada nos copos, para capturar os espécimes. Os *pitfalls* ficaram abertos 24 horas/dia, sendo revisados diariamente. Os procedimentos estão ilustrados na Figura 11.2.1-171.

Figura 11.2.1-171: Coleta de formigas (Formicidae) na Fazenda Itataia, Santa Quitéria-CE, em novembro de 2020 e fevereiro de 2021. a - Amostra de 1m² de serapilheira; b - Peneiramento da amostra de serapilheira; c- Amostras dispostas em extratores do tipo mini-Winkler; d - Visão geral do ponto amostral 2.

As formigas coletadas foram armazenadas em vidros contendo álcool 70%, transportadas para o laboratório, triadas, montadas em alfinete entomológico e identificadas em nível de morfoespécie, seguindo as chaves de identificação Holldobler e Wilson (1990) e Bolton (1994). De acordo com Lattke (2000), esse nível de identificação é suficiente para estudos restritos a uma determinada área geográfica.

As formigas foram separadas em guildas, de acordo com os hábitos alimentares e de nidificação, seguindo a classificação de Delabie *et al*. (2000) e Silvestre e Silva (2001), como: 1) predadoras especialistas (espécies que se alimentam de apenas um tipo de presa); 2) predadoras generalistas (alimentam-se de vários tipos de presas); 3) cultivadoras de fungo (alimentam-se de fungo); 4) espécies nômades (espécies extremamente agressivas com recrutamento do tipo legionário); 5) generalistas (espécies generalistas na escolha do item alimentar e com ampla tolerância às condições físicas do ambiente); 6) oportunistas

(utilizam várias fontes de alimentos e de nidificação); e 7) arborícolas (espécies que nidificam e forrageiam na vegetação).

B.3. Análise de Dados

Foram calculadas a riqueza das espécies e a frequência relativa de Formicidae. Esse método é recomendado no caso de insetos sociais, porque assim é contado o número de colônias e não o número de indivíduos, para evitar a superestimação da abundância de espécies com colônias grandes (LEAL; LOPES, 1992; LEAL *et al.*, 1993; LEAL, 2002). A comparação da riqueza das espécies de formigas entre os pontos de amostragem e campanhas foi realizada por meio de Análise de Variância (ANOVA Fatorial). Foram testados os pré-requisitos de normalidade de resíduos e homogeneidade de variância, e a análise foi calculada no *software* Statistica 8 (STATSOFT, 2007).

Foram calculados o Índice de Diversidade (1-D) e Dominância de Simpson (D) (KREBS, 1989) e de Equitabilidade de Pielou (J'). A fim de comparar as áreas quanto à composição de espécies, foi aplicada a medida de similaridade qualitativa de Jaccard. Posteriormente, foi aplicada sobre a matriz uma análise de agrupamento não ponderado aos pares por médias aritméticas – UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages), resultando em um dendrograma. As análises foram realizadas no *software* PAST 2.17 (HAMMER *et al.*, 2001).

Para determinar a eficiência do esforço amostral e a estimativa de riqueza da área, foi construída a curva de acumulação de espécies e curvas de estimativas. No geral, a curva formada exibe o seguinte padrão: uma curva inicial ascendente de crescimento acelerado, que prossegue cada vez mais devagar, de acordo com o aumento do esforço amostral até formar um platô ou assíntota, evidenciando esforço máximo. A estimativa da riqueza das espécies foi calculada pelo índice de Jackknife de primeira ordem. As curvas (de acúmulo e dos estimadores) foram obtidas através do número de espécies observadas e estimadas em relação ao esforço amostral (dias de amostragem). Porém, a ordem de coleta das amostras foi aleatorizada 1.000 vezes e foi construída uma curva média (baseada na riqueza média para cada número de amostra) para as três curvas. Para as estimativas de riqueza (Jackknife e Bootstrap) e para a construção da curva de acúmulo de espécies, foi utilizado o software Estimates.

O sucesso de captura em cada ambiente foi calculado com base na razão entre o total de capturas (soma das primeiras capturas com as recapturas subsequentes) e o esforço amostral, multiplicado por 100. A abundância relativa foi calculada dividindo-se o número de capturas da espécie A pelo número total de capturas. Deste modo, foi calculada a abundância relativa das espécies.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

O levantamento de dados primários para caracterização da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em nível local registrou 2.096 indivíduos, identificados em 32 táxons. A subfamília Myrmicinae registrou os maiores valores de abundância e riqueza, com 764 indivíduos e 13 espécies. Essa subfamília é uma das mais representativas na família Formicidae, explicando assim a alta abundância e riqueza. A subfamília Ectatomminae apresentou 615 indivíduos em apenas cinco espécies, sendo o gênero *Ectatomma* o responsável pela grande abundância dessa subfamília. Formicinae também apresentou abundância elevada (601 indivíduos) e riqueza baixa (cinco espécies). As demais subfamílias registradas apresentaram abundância significativamente menor, com Dolichoderinae apresentando 79 espécimes, identificados em sete táxons, e Ponerinae com apenas 32 indivíduos e duas espécies (Figura 11.2.1-172 e Figura 11.2.1-173).

Dolichoderinae, apesar de ter apresentado elevada riqueza, apresentou uma baixa abundância de organismos, o que pode ser explicado devido ao método de coleta utilizado no presente estudo, direcionado às formigas de solo, e as formigas dessa subfamília apresentam hábitos arborícolas (BRANDÃO, 1999; BESTELMEYER *et al.*, 2000; DELABIE *et al.*, 1997; SILVESTRE; SILVA, 2001). A ausência de registro de outras subfamílias comuns de formigas, como Dorylinae e Pseudoyrmecinae, nos métodos amostrados não necessariamente indica a ausência desses no ambiente. A primeira, Dorylinae, de hábito predador e nômade, naturalmente apresenta densidade extremamente baixa em ambientes com pouca abundância de artrópodes de solos, como é o caso da Caatinga em períodos de estiagem (HOLLDOBLER; WILSON, 1990). Já Pseudoyrmecinae é arborícola e pode ter sido subamostrada devido ao método amostral adotado (BRANDÃO, 1999; BESTELMEYER *et al.*, 2000; DELABIE *et al.*, 1997; SILVESTRE; SILVA, 2001).

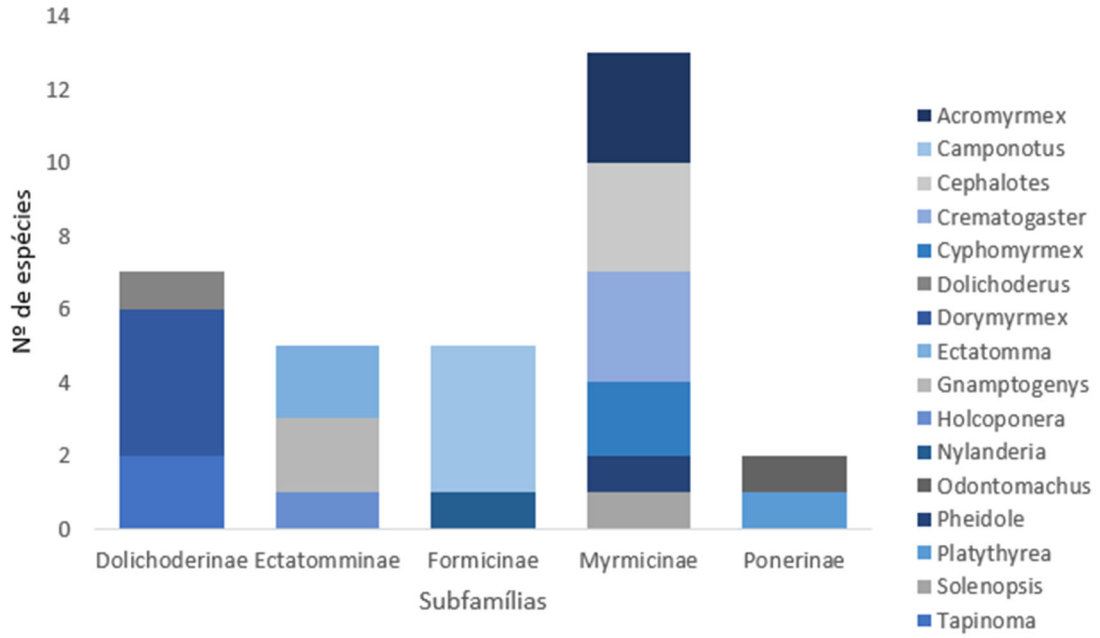


Figura 11.2.1-172: Riqueza das subfamílias da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

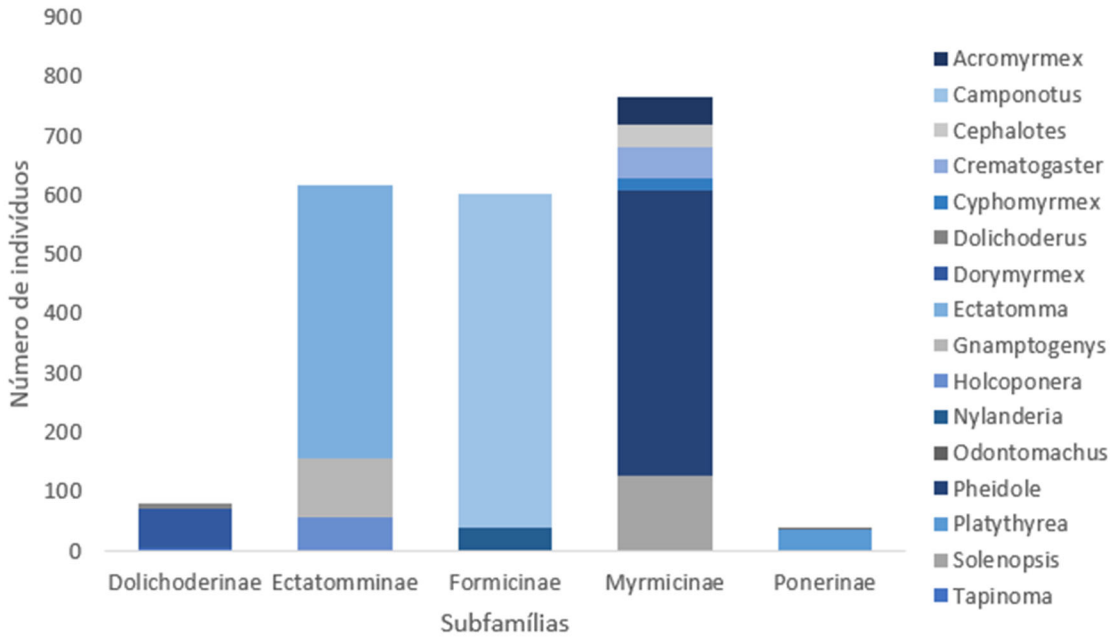


Figura 11.2.1-173: Abundância das subfamílias da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

Os táxons mais abundantes nas amostras foram *Camponotus* spp. (N=532, 25%), *Pheidole* spp. (N=480, 23%) e *Ectatomma* sp. (N=369, 18%), que em conjunto representaram 66% da abundância total. Os demais táxons apresentaram abundância relativa percentual sempre abaixo de 7% (Figura 11.2.1-174).

A alta frequência de espécies dos gêneros *Camponotus*, *Ectatomma* e *Pheidole* era esperada. *Camponotus* é o gênero mais diverso de Formicinae e o segundo com maior número de espécies (KEMPF, 1972; WILSON, 1976a; BOLTON, 1995), dominando numericamente os ecossistemas da região tropical (MARIANO *et al*. 2001).

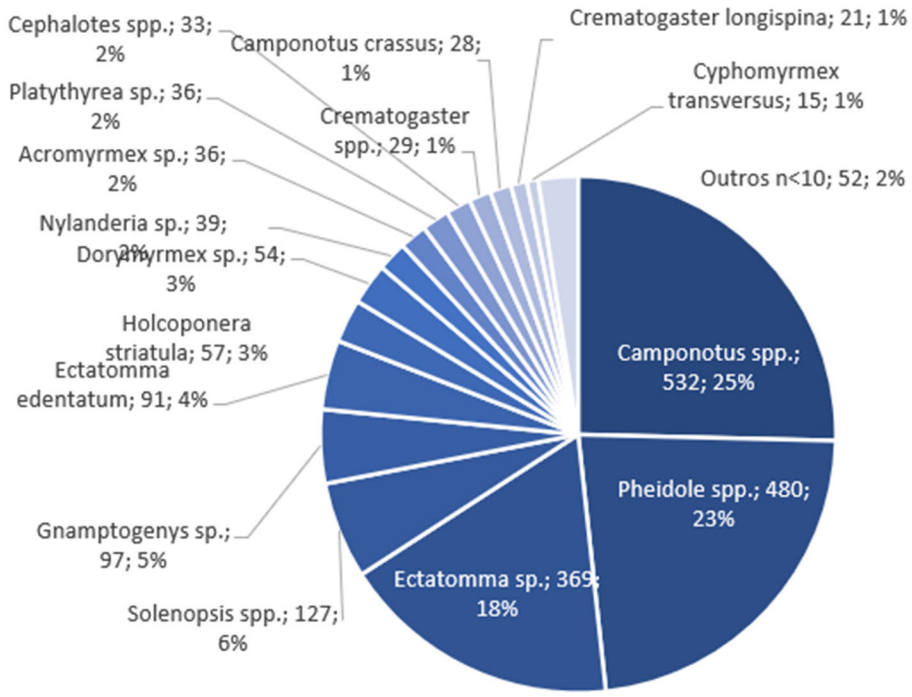


Figura 11.2.1-174: Abundância total e percentual das espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do ProjetoSanta Quitéria.

O gênero *Camponotus* possui distribuição cosmopolita, com ampla distribuição geográfica e alta riqueza na região Neotropical (BOLTON, 1994). Essas formigas são oportunistas e generalistas em relação à nidificação, pois constroem seus ninhos em galhos e troncos podres, solo, montes de matéria orgânica, sob rochas e associado a raízes (RONQUE, 2013). As formigas *Camponotus* são onívoras e se alimentam de secreções de plantas, exsudatos de hemípteros e outros insetos (RICO-GRAY; OLIVEIRA, 2007).

Pheidole é um gênero bem representado em coletas de formigas de serapilheira (CASTRO *et al.*, 1990; LONGINO; NADKARNI, 1990; VASCONCELOS, 1999; YANOVIAK; KASPARI, 2000; BIEBER *et al.*, 2006). Esse gênero está entre os mais abundantes e ricos em números de espécies no mundo (BRANDÃO, 1999) e é um dos que possuem maior diversidade de

espécies e de adaptações, além de uma maior extensão de distribuição geográfica e maior abundância local (WILSON, 1976b). Além disso, é um gênero considerado generalista, mas amplamente competitivo, com espécies ecologicamente diversificadas, incluindo coletoras de sementes, predadoras e mutualísticas em associações com plantas (HOLLDOBLER; WILSON, 1990).

Já o gênero *Ectatomma* é um grupo relativamente comum e abundante em florestas secas (BROWN,1958) devido à sua ampla variação nas estratégias de forrageio e dieta (FERNÁNDEZ, 1991).

A presença dos gêneros *Solenopsis* e *Acromyrmex* pode indicar que o ambiente esteja sofrendo algum grau de perturbação. *Solenopsis*, assim como *Crematogaster* e *Pheidole*, são formigas generalistas e mais tolerantes aos ambientes abertos, o que pode explicar sua frequência na área estudada. Diversas espécies têm maior resistência térmica e podem se manter em ambientes menos complexos e mais abertos (CERDA *et al.*, 1997).

Além disso, formigas do gênero *Solenopsis* possuem uma estratégia eficiente de recrutamento e podem passar longos períodos de escassez de alimentos (FOWLER *et al.*, 1991). Essa característica justifica a presença dessas formigas em ambientes com grande sazonalidade de recursos, como a Caatinga. *Acromyrmex* apresenta ampla distribuição desde o sul dos Estados Unidos até o centro da Argentina, com a maior diversidade de espécies no Brasil. O gênero é associado à perturbação ambiental, devido ao hábito de utilizar folhas como substrato para seu fungo simbionte, sendo mais abundantes em áreas abertas (WIRTH *et al.*, 2003), onde as plantas pioneiras investem menos em defesa química. *Tapinoma*, outro gênero registrado no presente estudo, porém em baixa frequência, já foi documentado em áreas domiciliares e pode estar relacionado à perturbação antrópica (HOLLDOBLER; WILSON, 1990).

Em contrapartida, um dos gêneros mais frequentes, *Gnamptogenys*, são formigas consideradas indicadoras de habitats conservados (FREITAS *et al.*, 2003; FREITAS *et al.*, 2006). *Gnamptogenys* tem distribuição na América Central e do Sul e inclui formigas de hábito predador.

Leal (2003), documentando resultados em áreas de Caatinga na região do Xingó (Alagoas e Sergipe), sugeriu que a vegetação mais densa aumenta a espessura da serapilheira. Nessas condições, há um aumento no número de habitats disponíveis para as formigas nidificarem, bem como na abundância de artrópodes de solo, principais presas das formigas (HOLLDOBLER; WILSON, 1990).

As formigas predadoras especialistas têm sido consideradas o principal indicador de habitats conservados (NEW, 1995; AGOSTI; ALONSO, 2000; BIEBER *et al.*, 2006; FREITAS *et al.*, 2006). A perda de espécies é um dos efeitos mais marcantes da perturbação de diversos ecossistemas (TURNER, 1996). Ela afeta primeiramente as espécies dos níveis tróficos superiores, que, por apresentarem populações de tamanhos reduzidos e dependentes dos níveis tróficos mais baixos, são mais susceptíveis à extinção e, por essa razão, são os primeiros a desaparecerem localmente (KRUES; TSCHARNTKE, 1994; RAO *et al.*, 2001). Portanto, a presença de formigas do gênero *Gnamptogenys* sugere que a área possui habitats disponíveis para a manutenção de populações de formigas de níveis tróficos superiores. O Quadro 11.2.1-36 lista as espécies de formigas registradas na área do Projeto Santa Quitéria, as guildas às quais pertencem e seu *status* de ameaça.

Quadro 11.2.1-36: Ocorrência de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHA	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Dolichoderinae								79
Dolichoderus sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P4	C2	8
Dorymyrmex biconis	Formiga	-	-	-	Decompositor	P5, P6	C3	7
Dorymyrmex brunneus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P6	C3	2
Dorymyrmex goeldii	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P6	C3	4
Dorymyrmex sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P4, P6	C1; C2	54
Tapinoma melanocephalum	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P6	C3	1
Tapinoma sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P3, P4	C1; C2	3
Ectatomminae								615
Ectatomma edentatum	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle	C3	91
Ectatomma sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1, P2, P3, P6	C1; C2	369
Gnamptogenys sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P2, P3, P6	C2	97
Gnamptogenys tortuolosa	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle	C3	1
Holcoponera striatula	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1, P2, P3, P6	C3	57
Formicinae								601
Camponotus atriceps	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle	C3	1
Camponotus crassus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P2, P3, P6	C3	28

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHA	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Camponotus mus	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle	C3	1
Camponotus spp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1 a P6	C1; C2; C3	532
Nylanderia sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P6	C2	39
Myrmicinae								764
Acromyrmex aspersus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P6	C3	2
Acromyrmex rugosus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P2	C3	7
Acromyrmex sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P2, P3, P5	C1; C2	36
Cephalotes persimilis	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P2	C3	2
Cephalotes pusillus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1	C3	3
Cephalotes spp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1, P6	C1; C2	33
Crematogaster acuta	Formiga	-	-	-	Decompositor	P2	C3	2
Crematogaster longispina	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P4, P6	C3	21
Crematogaster spp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P1, P4, P6	C1; C2; C3	29
Cyphomyrmex sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P5	C2	7
Cyphomyrmex transversus	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1, P2, P5, P6	C3	15
Pheidole spp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1 a P6	C1; C2; C3	480
Solenopsis spp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	Controle, P1 a P6	C1; C2; C3	127
Ponerinae								37

TÁXONS	NOME COMUM	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	GUILDA	PONTOS AMOSTRAIS	CAMPANHA	ABUNDÂNCIA
		IUCN (2022)	MMA (2022)					
Odontomachus haematodus	Formiga	-	-	-	Decompositor	P6	C3	1
Platythyrea sp.	Formiga	-	-	-	Decompositor	P2, P3	C1	36

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.2. Eficiência Amostral

A curva de acumulação de espécies construída não demonstrou sinais de estabilidade, indicando potencial alto para registro de novos táxons com o prosseguimento de amostragens na área de estudo. No entanto, a riqueza observada foi de 32 espécies e corresponde a 72,72% da riqueza estimada (44 espécies), indicando que o esforço de coleta foi satisfatório (Figura 11.2.1-175).

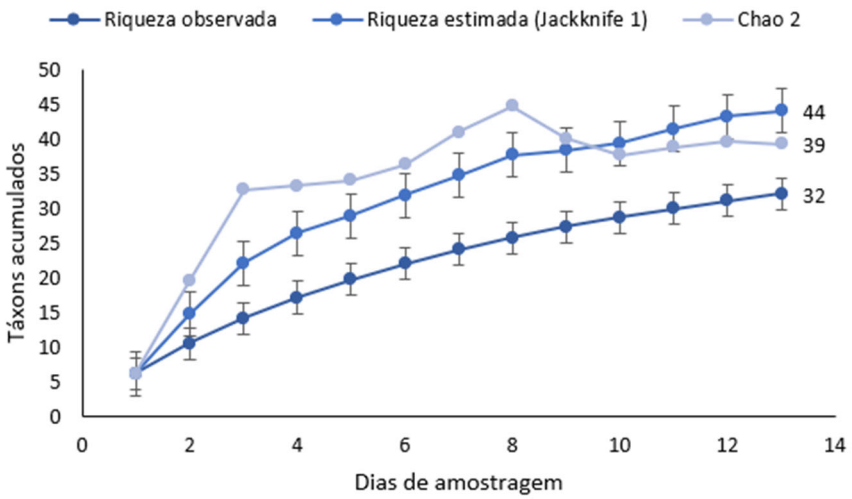


Figura 11.2.1-175: Curva de acumulação de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria.

Ao comparar os resultados obtidos no presente estudo com as curvas de acumulação de espécies do estudo realizado em 2011, na mesma área do empreendimento, utilizando as mesmas metodologias, é possível verificar que tanto a riqueza observada quanto a estimada foram maiores no primeiro estudo (Figura 11.2.1-176). No estudo realizado em 2011 foram registrados cinco espécimes a mais de formigas.

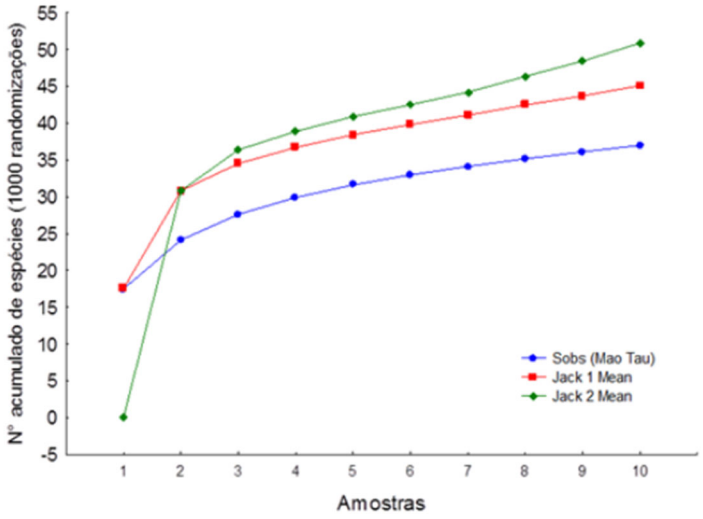


Figura 11.2.1-176: Curva de acumulação de espécies formigas (Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria das amostragens realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

A despeito das diferenças nos resultados, considera-se satisfatória a amostragem realizada nas três campanhas de novembro de 2020, fevereiro de 2021 e maio de 2023 para caracterização do grupo na área do Projeto Santa Quitéria. Ademais, o conhecimento acumulado, considerando os estudos pretéritos realizados em 2011, contribui de modo significativo para balizar as análises pertinentes à fase do licenciamento ao qual se dedica o presente estudo.

C.3. Espécies ameaçadas e protegidas por legislação internacional e/ou Federal

Neste estudo não foi encontrada nenhuma das espécies listadas pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) como em perigo de extinção. Na lista da IUCN constam 149 espécies ameaçadas, das quais 139 espécies de formigas estão na categoria "vulneráveis" e três em "criticamente ameaçadas"; destas, 11 têm distribuição restrita à América do Sul. Contudo, nenhuma dessas espécies tem distribuição no Brasil, sendo a grande maioria restrita à Argentina (IUCN, 2022). A falta de registros de espécies de formigas ameaçadas não significa que não haja espécies brasileiras correndo risco de extinção, demonstra apenas que a pesquisa e o conhecimento científico nessa área ainda são muito incipientes.

C.4. Espécies bioindicadoras, endêmicas, raras e não descritas

As identificações ao nível de morfoespécie podem ocultar a existência de espécies novas ou novos registros. É necessário ressaltar as dificuldades existentes devido ao *status* taxonômico de alguns grupos de formigas.

Os gêneros *Acromyrmex*, *Solenopsis* e *Pheidole*, considerados como indicadores de perturbação ambiental, ocorreram em todos os pontos, mesmo no controle. Já o gênero *Nylanderia*, também considerado como indicador de perturbação ambiental, foi registrado apenas nos pontos P6 e Controle. Formigas dos gêneros *Pheidole*, *Solenopsis* e *Nylanderia* são caracterizadas como dominantes, onívoras e generalistas (SILVESTRE *et al.*, 2003) com alta capacidade de dispersão (PESQUERO *et al.*, 2008). Ao se estabelecerem em um novo ambiente, elas podem aumentar sua distribuição, ameaçando e expulsando a diversidade nativa. São encontradas frequentemente em ambientes urbanos, onde são consideradas pragas (LUTINSKI *et al.*, 2013; OLIVEIRA; CAMPOS-FARINHA, 2005).

Em contrapartida, formigas do gênero *Gnamptogenys* são indicadoras de habitats conservados, pois são consideradas especialistas de habitat, e ocorreram nos pontos CONTROLE, P1, P2, P3 e P6. A espécie *Gnamptogenys tortuolosa* ocorreu apenas no ponto CONTROLE.

Foi verificada a existência de gêneros de importância econômica, como *Camponotus* e *Acromyrmex*, conforme demonstrado a seguir. O Quadro 11.2.1-37 aponta as espécies indicadoras a serem consideradas para avaliação de alterações ambientais na área do projeto Santa Quitéria, conforme observado, não foram encontradas espécies exóticas neste estudo.

As formigas pertencentes ao gênero *Crematogaster* são generalistas e apresentam rápido recrutamento, agressividade e comportamento territorial e são listadas como um dos gêneros pragas no Brasil (CAMPOS-FARINHA *et al.*, 2002). Formigas do gênero *Acromyrmex* são popularmente conhecidas como cortadeiras, por utilizarem folhas verdes e outras partes vegetais para cultivar o fungo, que serve de alimento para a colônia. Em geral, cortam gramíneas ou material herbáceo baixo, em níveis moderados em habitats abertos, podendo em alguns casos se tornar pragas, por terem uma tendência a se tornar hiperabundantes em florestas tropicais perturbadas (WIRTH *et al.*, 2007).

Quadro 11.2.1-37: Classificação das formigas registradas na área do Projeto Santa Quitéria, quanto as suas características ambientais e econômicas

TÁXONS	INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	EXÓTICAS	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	POTENCIALMENTE INVASORAS
Dolichoderinae				
Dolichoderus sp.				
Dorymyrmex biconis				
Dorymyrmex brunneus				
Dorymyrmex goeldii				
Dorymyrmex sp.				
Tapinoma melanocephalum				
Tapinoma sp.			Nidificam no interior de residências	
Ectatomminae				
Ectatomma edentatum				
Ectatomma sp.				
Gnamptogenys sp.	Indicador de habitats preservados			
Gnamptogenys tortuolosa	Indicador de habitats preservados			
Holcoponera striatula				
Formicinae				

TÁXONS	INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	EXÓTICAS	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	POTENCIALMENTE INVASORAS
Camponotus atriceps			Nidificam no interior de residências	
Camponotus crassus			Nidificam no interior de residências	
Camponotus mus			Nidificam no interior de residências	
Camponotus spp.			Nidificam no interior de residências	
Nylanderia sp.	Indicador de perturbação		Nidificam no interior de residências.	
Myrmicinae				
Acromyrmex aspersus	Indicador de perturbação		Cortam as plantas	
Acromyrmex rugosus	Indicador de perturbação		Cortam as plantas	
Acromyrmex sp.	Indicador de perturbação		Cortam as plantas	
Cephalotes persimilis				
Cephalotes pusillus				
Cephalotes spp.				
Crematogaster acuta			Nidificam no interior de residências	
Crematogaster longispina			Nidificam no interior de residências	

TÁXONS	INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL	EXÓTICAS	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	POTENCIALMENTE INVASORAS
Crematogaster spp.			Nidificam no interior de residências	
Cyphomyrmex sp.				
Cyphomyrmex transversus				
Pheidole spp.			Nidificam no interior de residências	X
Solenopsis spp.	Indicador de perturbação		Nidificam no interior de residências e podem infestar aparelhos elétricos e cabines de eletricidade	
Ponerinae				
Odontomachus haematodus				
Platythyrea sp.				

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

C.5. Espécies cinegéticas, domésticas, invasoras e exóticas

As espécies do gênero *Pheidole* são potencialmente invasoras, caracterizadas como espécies dominantes, onívoras e generalistas (SILVESTRE *et al.*, 2003) com alta capacidade de dispersão (PESQUERO *et al.*, 2008). Ao se estabelecerem em um novo ambiente, elas podem aumentar sua distribuição, ameaçando e expulsando a diversidade nativa. São encontradas frequentemente em ambientes urbanos, onde são consideradas pragas (LUTINSKI *et al.*, 2013). Formigas desse gênero ocorreram em todos os pontos amostrais.

C.6. Espécies de interesse médico

Não foram registradas espécies de interesse médico

C.7. Comparação entre Áreas, Riquezas, Índices de Diversidade e Similaridade

O ponto P1 apresentou o maior valor de diversidade com H'=2,154 e valor intermediário de equitabilidade com J'=0,7454 (Quadro 11.2.1-38). Os altos valores de riqueza (18 táxons) e abundância (310 indivíduos) desse ponto, além da grande quantidade de *singletons* (espécies representadas por apenas um indivíduo), contribuíram para a diversidade (H') elevada, contudo, populações abundantes de *Camponotus* spp., *Ectatomma* sp., *Pheidole* spp. e *Solenopsis* spp. interfiram de modo a diminuir a equitabilidade no ponto. O ponto P6 também apresentou grande quantidade de *singletons* e alguns táxons dominantes, o que resultou no segundo maior valor de diversidade (H'=2,116), equitabilidade intermediária com J'=0,7319 e riqueza elevada (18 espécies). Os pontos P2 e P3 apresentaram altos valores de diversidade (H'=2,063 e H'=2,042, respectivamente) e equitabilidade (J'=0,8044 e J'=0,8866, respectivamente), fato associado à distribuição mais igualitária da abundância entre espécies nesses pontos. O ponto CONTROLE apresentou alta dominância de *Camponotus* spp., *Ectatoma* spp. e *Pheidole* spp., fato que contribui para os baixos valores de diversidade (H'=1,689) e equitabilidade (J'=0,6798). Esse ponto registrou a maior abundância dentre os demais, com 754 formigas coletadas. O ponto P5, por sua vez, registrou o valor mais baixo de diversidade (H'=1,386) e o segundo menor valor de equitabilidade (J'=0,712). Esse fato está associado à alta dominância de *Camponotus* spp. e *Pheidole* spp., e aos menores valores de riqueza (sete espécies) e abundância (150 indivíduos) registrados neste ponto.

Quadro 11.2.1-38: Riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) nos pontos de amostragem na área do Projeto Santa Quitéria

INDICADORES	CONTROLE	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Riqueza	12	18	13	10	8	7	18
Abundância	754	310	330	169	163	150	220
Diversidade Shannon (H')	1,689	2,154	2,063	2,042	1,661	1,386	2,116
Equitabilidade (J')	0,6798	0,7454	0,8044	0,8866	0,7986	0,712	0,7319

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

A formação dos *clusters* evidenciados na Figura 11.2.1-177 ocorreu em função da riqueza de táxons e da ocorrência dos mesmos táxons em cada ponto de amostragem. De uma maneira geral, os pontos amostrais foram pouco similares quanto à comunidade de formigas. A análise de similaridade segregou os pontos de amostragem em dois grupos principais, o primeiro é formado pelo agrupamento dos pontos P1, P2 e P6, sendo justificado pelo compartilhamento de, pelo menos, oito táxons entre os pontos amostrais. Já o segundo agrupamento foi formado pelos pontos P4 e P5, sendo justificado por apresentarem as menores riquezas do monitoramento, além do compartilhamento de três táxons entre esses pontos amostrados, tais como *Camponotus* sp., *Pheidole* sp. e *Solenopsis* sp. O ponto P3 e o ponto controle foram dissimilares aos demais, e a área de estudo demonstrou uma paisagem heterogênea capaz de sustentar uma comunidade diversa, sendo os pontos amostrais complementares no que tange à representação da fauna de formigas em nível local. A baixa similaridade entre os pontos pode ser indício de que a área possui uma significativa diversidade de microhabitats para o grupo.

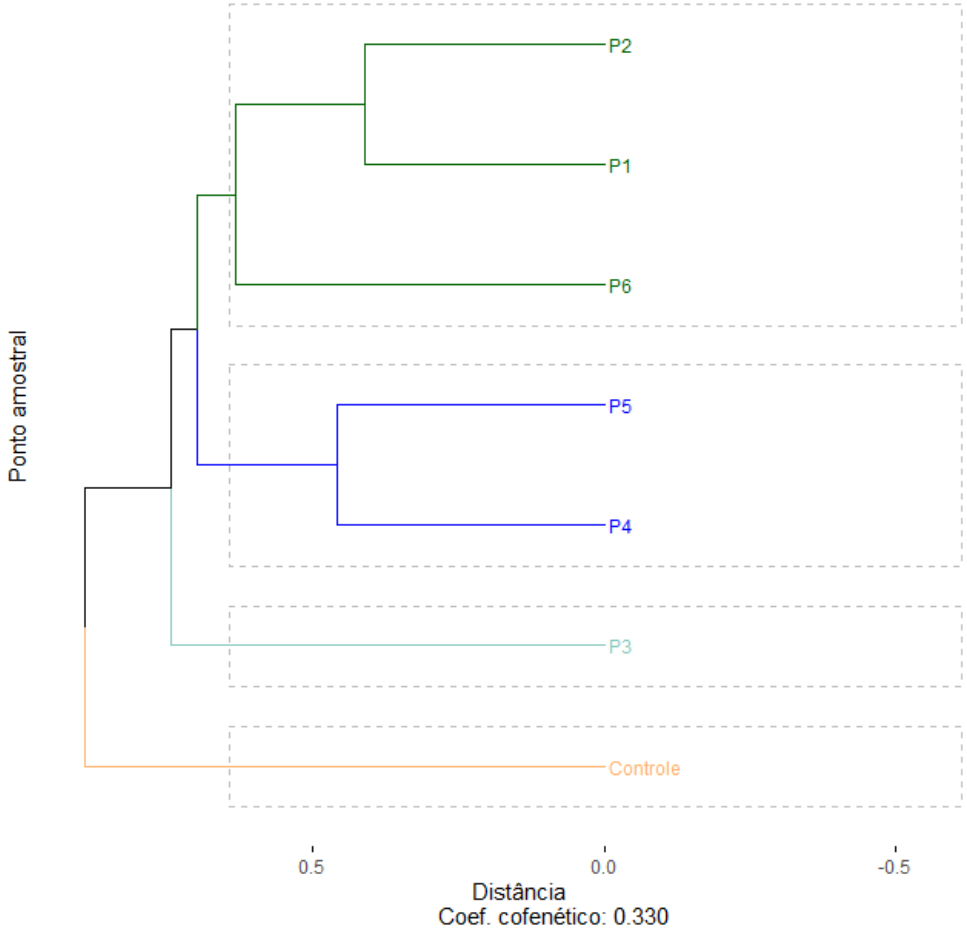


Figura 11.2.1-177: Similaridade entre os pontos amostrais de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área do Projeto Santa Quitéria.

Ao analisar os dados com base na Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Controle (CO), observa-se que a AID apresenta a maior abundância de indivíduos. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de haver um maior número de pontos amostrais dentro dessa área de influência, mesmo ao considerar a área com menor esforço amostral (linha vertical da Figura 11.2.1-178), que tem por objetivo minimizar o efeito do número de amostras. Ainda assim, nota-se que houve a diferença entre as áreas de influência, onde a área de influência direta apresentou as maiores riquezas de indivíduos, sugerindo que, mesmo se os esforços de coleta forem semelhantes, os resultados dos indicadores ecológicos da AID serão superiores às demais áreas.

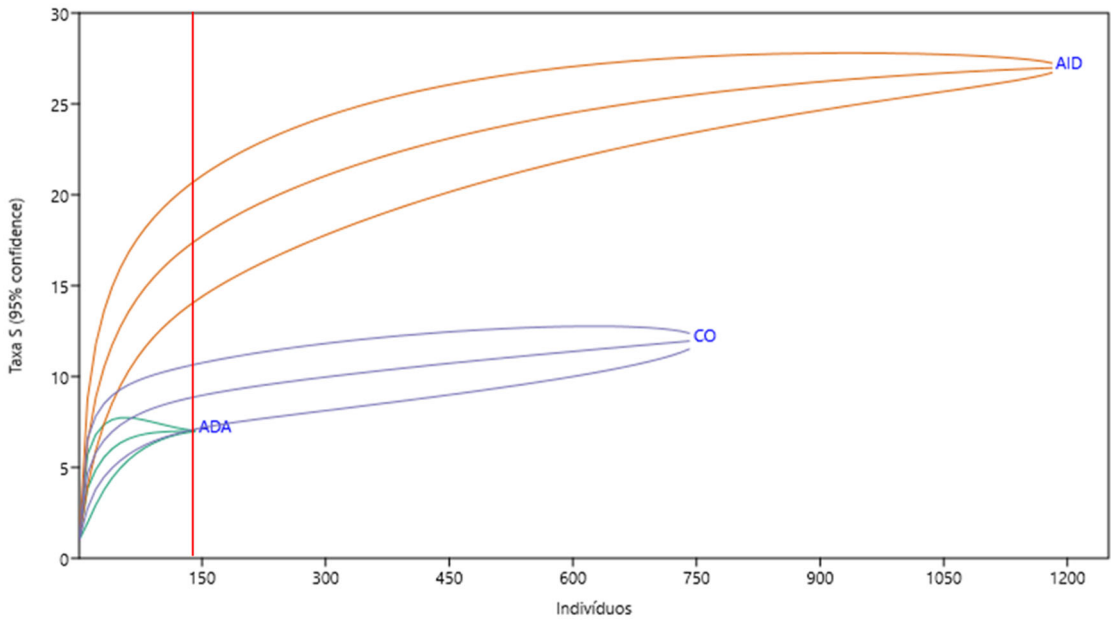


Figura 11.2.1-178: Curva de rarefação para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria.

Do mesmo modo, foi realizada uma análise de diversidade nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria, cujos dados são apresentados no Quadro 11.2.1-29. A diversidade de Shannon foi de 1,38 bits/ind.$^{-1}$ na ADA, de 2,34 bits/ind.$^{-1}$ na AID e de 1,68 bits/ind.$^{-1}$ no controle, esses resultados são indicativos de diversidade baixa a moderada. Já a equitabilidade foi de 0,71 na ADA, 7163 na AI e 0,70 no controle, sendo esses resultados similares entre as áreas amostrais e indicativos de distribuição equitativa dos táxons amostrados. Na Figura 11.2.1-179 são apresentados os resultados de diversidade por área de influência, considerando as estimativas de desvio para uma amostra que sofra reamostragem.

Quadro 11.2.1-39: Riqueza, abundância, diversidade e Equitabilidade da comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria

INDICADORES	ADA	95% LOWER	95% UPPER	AID	95% LOWER	95% UPPER	CO	95% LOWER	95% UPPER
Taxa	7			27			12		
Indivíduos	150			1.192			754		
Shannon (H)	1,38	1,25	1,52	2,34	2,28	2,40	1,69	1,63	1,75

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

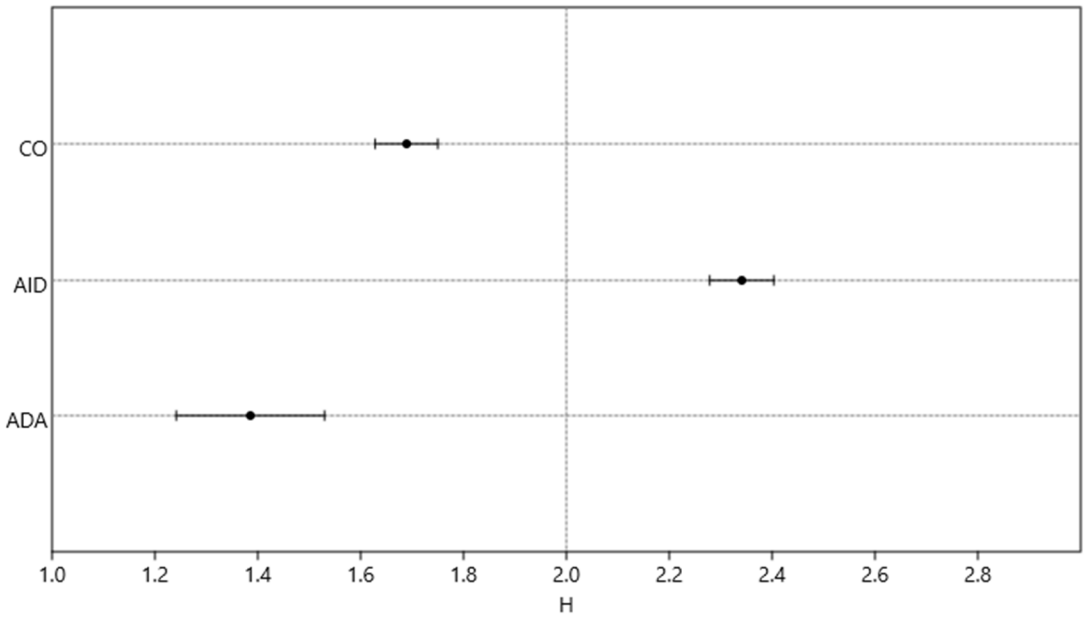


Figura 11.2.1-179: Índices de diversidade para as áreas de influência (ADA, AID e CO) na área do Projeto Santa Quitéria.

C.8. Sazonalidade

No presente estudo, das 45 espécies registradas, 27 foram exclusivamente registradas na terceira campanha, realizada na estação chuvosa. Este montante representa uma contribuição significativa destes dados ao diagnóstico.

C.9. Relevância Regional (Comparação entre Dados Primários e Secundários)

O levantamento de dados secundários para caracterização regional da área de estudo contabilizou 58 táxons de formigas, sendo 41 gêneros e 17 espécies (Quadro 11.2.1-40), dentre as 32 espécies registradas, 15 já haviam sido listadas no levantamento de dados secundários, portanto, cerca de 25% dos táxons registrados nos dados primários foram registrados nos dados secundários. O pequeno número de espécies é devido ao fato de que a maioria dos levantamentos de Formicidae não identifica os táxons registrados em nível específico, sendo o mais comum a identificação em nível genérico e a determinação de morfoespécies. Espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção não foram registradas.

Quadro 11.2.1-40: Levantamento de dados secundários de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e comparação com o levantamento primário, na área do Projeto Santa Quitéria

SUBFAMÍLIA E GÊNERO	ESPÉCIES	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
		IUCN (2022)	MMA (2022)			
Myrmicinae						
Acromyrmex	*A. aspersus* *A. rugosus*	-	-	-	X	1 a 7
Atta		-	-	-		1 a 7
Blepharidatta		-	-	-		1 a 7
Carebara		-	-	-		1 a 7
Cephalotes	*C. persimilis* *C. pusillus*	-	-	-	X	1 a 7
Crematogaster	*C. acuta* *C. longispina*	-	-	-	X	1 a 7
Cyatta		-	-	-		5, 6
Cyphomyrmex	*C. transversus*	-	-	-	X	1, 5, 6, 7
Hylomyrma		-	-	-		1 a 7
Mycetophylax		-	-	-		5, 6
Myrmicocrypta		-	-	-		5
Ochetomyrmex		-	-	-		6, 7
Oxyepoecus		-	-	-		4, 5, 6

SUBFAMÍLIA E GÊNERO	ESPÉCIES	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
		IUCN (2022)	MMA (2022)			
Pheidole		-	-	-	X	1 a 7
Rogeria		-	-	-		5, 6
Solenopsis		-	-	-	X	1 a 7
Strumigenys		-	-	-		3, 4, 5, 6
Trachymyrmex		-	-	-		1 a 7
Wasmannia		-	-	-		1 a 7
Dorylinae						
Labidus		-	-	-		5, 6
Neivamyrmex		-	-	-		1, 5, 6, 7
Nomamyrmex		-	-	-		6
Pseudomyrmecinae						
Pseudomyrmex		-	-	-		1 a 7
Ponerinae						
Anochetus		-	-	-		4, 6
Dinoponera		-	-	-		1 a 7
Odontomachus	*O. haematodus*	-	-	-	X	1, 2, 4, 5, 7
Platythyrea		-	-	-	X	1, 4, 5, 6, 7

SUBFAMÍLIA E GÊNERO	ESPÉCIES	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
		IUCN (2022)	MMA (2022)			
Thaumatomyrmex		-	-	-		3, 6, 7
Ectatomminae						
Ectatomma	*E. edentatum*	-	-	-	X	1 a 7
Gnamptogenys	*G. tortuolosa*	-	-	-	X	1 a 7
Amblyoponinae						
Prionopelta		-	-	-		6
Formicinae						
Brachymyrmex		-	-	-		1 a 7
Camponotus	*C. atriceps* *C. crassus* *C. mus*	-	-	-	X	1 a 7
Myrmelachista		-	-	-		3, 6
Nylanderia		-	-	-	X	1, 3, 5, 7
Paratrechina		-	-	-		1 a 7
Dolichoderinae						
Azteca		-	-	-		1 a 7
Dolichoderus		-	-	-	X	1 a 7

SUBFAMÍLIA E GÊNERO	ESPÉCIES	*STATUS* DE AMEAÇA		ENDEMISMO	DADOS PRIMÁRIOS	DADOS SECUNDÁRIOS*
		IUCN (2022)	MMA (2022)			
Dorymyrmex	*D. biconis* *D. brunneus* *D. goeldii*	-	-	-	X	1 a 7
Linepithema		-	-	-		1 a 7
Tapinoma	*T. melanocephalum*	-	-	-	X	5, 6

** Legenda: 1 - Arcadis Logos (2014); 2 - Leal (2003); 3 - Leal et al.(2007); 4 - Santos et al. (1999); 5 - • Quinet e Tavares (2005); 6 - • Quinet et al. 2021; 7 - Sousa et al. (2015).*

Destaca-se ainda que ao comparar a composição de espécies entre o presente estudo e o EIA-RIMA realizado em 2011, nota-se que, dos 18 gêneros registrados em 2011, 12 também foram registradas neste estudo, portanto, cerca de 67% dos táxons registrados nos dados primários foram registrados nos dados secundários. Destes, seis gêneros foram registrados exclusivamente no EIA-RIMA de 2011 (*Atta*, *Ochetomyrmex*, *Paratrechina*, *Pseudomyrmex*, *Strumigenys* e *Wasmannia*), enquanto quatro gêneros foram registrados exclusivamente neste estudo (*Dorymyrmex*, *Holcoponera*, *Nylanderia* e *Platythyrea*).

D. Considerações Finais

Os resultados obtidos mostram que as espécies de formigas da área do Projeto Santa Quitéria possuem ampla distribuição em outras áreas de Caatinga e em diversos pontos da própria região. Além disso, a presença de algumas espécies é indicativa de que determinadas áreas apresentam algum grau de interferência antrópica. O predomínio de formigas generalistas é comum em ambientes como a Caatinga e reflete a capacidade de resistência dessas espécies aos ambientes de marcada sazonalidade e flutuação de recursos. No entanto, apesar de determinadas áreas apresentarem algum grau de interferência antrópica, a manutenção de espécies de formigas de níveis tróficos superiores sugere que o local possui complexidade estrutural suficiente para manter essas populações.

Não foram encontradas espécies exóticas neste estudo. Já as três espécies do gênero *Pheidole* são espécies potencialmente invasoras e podem servir como bioindicadoras. assim como as dos gêneros *Camponotus* e *Acromyrmex*, ou ainda *Solenopsis* sp. Indicador de perturbação e *Gnamptogenys* sp. Indicadoras de habitats conservados. A espécie *Gnamptogenys tortuolosa*, apesar de ter apenas um indivíduo registrado, é indicadora de ambientes conservados e ocorreu no ponto controle, na terceira campanha.

E. Relatório Fotográfico

Figura 11.2.1-180: *Camponotus sp.1*.

Figura 11.2.1-181: *Odontomachus haematodus*.

Figura 11.2.1-182: *Dorymyrmex brunneus*.

Figura 11.2.1-183: *Gnamptogenys tortuolosa*.

11.2.1.1.10 Entomofauna Vetora

A. Introdução

A classe Insecta possui cerca de 5 milhões de espécies descritas mundialmente (LAMARRE *et al.*, 2015). Entre essas espécies descritas, existem as que possuem a capacidade de transmitir patógenos aos animais e aos seres humanos, caracterizadas como espécies de interesse médico veterinário ou insetos vetores, dando origem ao ramo da entomologia conhecida como entomologia médica.

Os estudos de entomologia médica iniciam-se em 1878, com a descoberta da transmissão de uma espécie de nematoide (*Wuchereria bancrofti*), que causa uma doença conhecida como "Elefantíase" por uma espécie de mosquito do gênero *Culex* (MACHADO, 1987). Com o avanço dos estudos sobre entomologia médica, foi observado que o potencial de transmissão de patógenos de algumas espécies de insetos está associado ao hábito de hematofagia, que possui uma relação evolutiva ligada à maturação do sistema reprodutor e na longevidade das fêmeas (CLEMENTS, 1963; NAYAR; SAUERMAN, 1975; CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Essa característica é observada em fêmeas de culicídeos e flebotomíneos, em outros grupos, tanto os machos como as fêmeas alimentam-se de sangue de animais vertebrados, tais como insetos da subfamília Triatominae, que realizam o repasto sanguíneo em todas as suas fases do desenvolvimento, exceto apenas em sua fase de ovo (ARGOLO *et al.*, 2008).

Em um estudo realizado por Vasconcellos *et al.* (2010), foi observado que os principais preditores de sazonalidade da Caatinga, importantes na abundância e atividade dos insetos, são a pluviosidade e umidade. Esses fatores se destacam, uma vez que a temperatura ideal ao desenvolvimento desses insetos varia consideravelmente entre as espécies. Dessa forma, para os insetos de interesse médico, a alta pluviosidade e umidade apontam os períodos de

maior abundância desses insetos vetores, uma vez que dependem de ambientes mais úmidos ou mesmo da formação de acúmulos de água em criadouros para seu desenvolvimento.

Historicamente, o estado do Ceará apresentou importantes estudos sobre insetos vetores, após surtos de agravos como leishmaniose e malária, mantendo-se até os dias atuais como localidade endêmica para algumas doenças transmitidas por insetos, tais como leishmaniose visceral, leishmaniose tegumentar americana, doença de chagas e dengue (DATASUS, 2020). Um dos estudos realizados ocorreu no município de Sobral, em 1953, após um grave surto de leishmaniose visceral (LV), em que foi possível comprovar a importância de *Lutzomyia longipalpis* como principal vetor de *Leishmania chagasi* (DEANE; DEANE, 1954). Esse estudo foi precedido de outro surto de LV no ano de 1934, quando o Nordeste se destacou como foco principal do agravo, com ênfase no estado do Ceará, onde então se deu início aos estudos pioneiros de Evandro Chagas em Sergipe e no Ceará, quando *Lu longipalpis* foi sugerido pela primeira vez como vetor da LV.

Atualmente, a fauna de flebotomíneos no estado apresenta 25 espécies (GALATI, 2019), porém, durante o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado em 2011 no município de Santa Quitéria, CE, foi identificado especificamente apenas *L. longipalpis*, mostrando-se como espécie predominante na região (ARCADIS LOGOS, 2014), apesar de não haver estudos ecoepidemiológicos que complementem ou corroborem com esses dados. Contudo, o município de Santa Quitéria apresentou o maior número de casos notificados como município provável de infecção para LV no ano de 2019, com o total de nove casos em apenas um ano, e 37 casos notificados no período de 2008 a 2019 (DATASUS, 2020). Esse mesmo município apresentou um caso de leishmaniose tegumentar americana (LTA) nos anos de 2009, 2013 e 2019 (DATASUS, 2020). Esse agravo foi causado pelo parasita *Leishmania brasiliensis*, que possui no estado do Ceará as espécies *Nyssomyia whitmani* e *Migonemyia migonei* como principais vetores.

Outro surto histórico no estado foi o de malária nos anos de 1932 a 1937, contudo o principal vetor, o mosquito *Anopheles gambie*, foi erradicado em 1940 (ALBUQUERQUE, 2020). Outro inseto vetor de malária é a espécie *Anopheles aquasali,* que possui elevadas densidades na capital do estado, favorecendo surtos de malária extra-amazônica nessa região (DEANE *et al.*, 1946), apresentando três casos em 2007 e um caso em 2011 (DATASUS, 2020).Tais notificações e relatos não ocorreram no município de Santa Quitéria entre os agravos de notificação que possuem como vetor os culicídeos, apenas a dengue apresentou notificações no período de 2014 a 2017, com destaque para o ano de 2016 com o maior surto de casos da região (DATASUS, 2020).

Poucos estudos foram realizados sobre a fauna de culicídeos na região de Santa Quitéria, havendo apenas um em 1983, que destacou a presença de *Aedes fluviatilis* na região (XAVIER *et al.*, 1983). No estudo de EIA realizado em 2011 foram identificadas 11 espécies de mosquitos (ARCADIS LOGOS, 2014), dentre essas *Aedes albopictus*, considerada vetor secundário de dengue em diversos locais do mundo. Destaca-se, ainda, a presença de culicídeos descritos como potenciais vetores: *Anopheles albitarsis*, vetor da malária; *Culex* spp., sendo que algumas espécies podem transmitir filariose e arboviroses, bem como *Aedes scapularis* e *Aedes serratus,* que possuem importância médica por transmitirem a febre amarela.

Em relação à doença de chagas, apesar de endêmica no estado, possui apenas um caso notificado no ano de 2008 no município de Sobral (DATASUS, 2020). Contudo, surtos esporádicos acontecem principalmente por infecção oral, como em 2006, no município de Aratuba (CAVALCANTI *et al.*, 2009). Sendo assim, apesar de reduzida a transmissão vetorial de *Trypanosoma cruzy*, os surtos de transmissão oral evidenciam a necessidade de se manter uma vigilância ativa nessas regiões onde há registro da presença do vetor, tais como os municípios do Ceará, em que as características ambientais favorecem o desenvolvimento desse inseto.

Entre as espécies de triatomíneos conhecidas no Ceará, destacam-se *Triatoma brasiliensis* e *Triatoma pseudomaculata* como os vetores mais predominantes em todo o estado (CPPS/NCV/SSCE, 2017). Essas espécies também foram identificadas durante a campanha de EIA realizada em Santa Quitéria no ano de 2011, juntamente com a espécie *Panstrongylus lutzi* (ARCADIS LOGOS, 2014). Embora a espécie *P. lutzi* seja encontrada esporadicamente invadindo domicílios, não há relatos de sua colonização, ao contrário das duas espécies mencionadas anteriormente (CPPS/NCV/SSCE, 2017).

A competência e capacidade vetorial dos triatomíneos dependem de diversos fatores relacionados à sua biologia e à interação parasita-vetor, bem como às interações ecológicas desses vetores com animais e seres humanos. Essas interações têm se tornado cada vez mais comuns devido à capacidade adaptativa que alguns desses insetos possuem em ambientes modificados pelo homem, conhecidos como sinantrópicos (CARRERA, 1991).

A abordagem do estudo de vetores nos EIAs é pouco comum por não haver normativa que inclua o setor da saúde no processo de licenciamento ambiental (SILVEIRA; ARAÚJO-NETO, 2014), com exceção dos vetores da malária, cujo diagnóstico é obrigatório na região da Amazônia Legal. Contudo, estudos apontam que a implantação de grandes empreendimentos, como mineração e barragens, pode favorecer a proliferação de insetos

vetores e, consequentemente, aumentar a incidência de agravos (ANDRADE *et al.*, 1995; DUARTE; FONTES, 2002; CHAGAS *et al.*, 2006; BARBIERI; SAWYER, 2007).

O estudo dos vetores em áreas diretamente impactadas por empreendimentos, assim como em áreas indiretamente afetadas, é de extrema importância para evitar danos à saúde humana e animal (SILVEIRA; ARAÚJO-NETO, 2014). Além disso, é essencial avaliar os riscos atuais enfrentados pela comunidade local, a fim de destacá-los e promover a saúde na região.

B. Metodologia

B.1. Levantamento de Entomofauna - Dados Secundários

Para a construção do banco de dados secundários, foi realizado levantamento bibliográfico de publicações científicas e/ou técnicas realizadas no local do empreendimento ou em área de Caatinga (Quadro 11.2.1-41). Além dos dados referentes à fauna entomológica, foi utilizado como fonte de dados secundários, especificamente para a análise de dados de insetos de interesse à saúde pública, o banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) para o levantamento dos casos notificados nos municípios de inserção do empreendimento, bem como nos municípios de seu entorno, a fim de fomentar maiores informações quanto ao risco de casos devido à implantação do empreendimento, podendo, assim, delinear métodos de mitigação e controle na região.

Quadro 11.2.1-41: Publicações utilizadas para compor o banco de dados secundário de levantamento das espécies de entomologia médica.

FONTE	AUTORES	LOCAL DO LEVANTAMENTO	*DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO
1	ARCADIS LOGOS, 2014	(EIA/RIMA) Santa Quitéria, CE	0 Km
2	MACEDO *et al.*, 2008	Sobral, CE	85 Km
3	CRUZ, 2013	Sergipe	1101 Km
4	TEXEIRA, 2011	Russas, CE	342 Km
5	SANTOS-SILVA *et al.*, 2017	Missão velha, CE	509 Km
		Brejo Santo, CE	551 Km
		L. Mangabeira, CE	453 Km
		Iguatu, CE	319 Km
		Mauriti, CE	543 Km
		Jaguaribe, CE	384 Km

FONTE	AUTORES	LOCAL DO LEVANTAMENTO	*DISTÂNCIA DO EMPREENDIMENTO
		Jaguaretama, CE	307 Km

**Conforme Google Earth. Elaboração: Tetra Mais, 2023.*

B.2. Levantamento de Entomofauna - Dados Primários

Os pontos amostrais foram selecionados conforme a biologia das espécies-alvo, assim como pela dinâmica populacional, que em sua grande maioria segue o ciclo de ação sinantrópica, conforme os seguintes critérios:

1) Áreas do empreendimento que terão ampla circulação de pessoas, possíveis instalações temporárias e instalação de maquinários.

2) Áreas antropizadas com conjunto de habitações humanas e seus ecótopos.

3) Áreas com características bióticas e abióticas mais adequadas para a captura dos táxons em questão (Culicidae, Psychodidae e Triatominae).

4) Áreas controles representando e caracterizando a paisagem antropizada.

5) Área controle mais preservada com menor pressão antrópica.

Ao todo, dez pontos amostrais foram utilizados no presente estudo, dos quais oito foram coincidentes com os pontos utilizados nas amostragens já realizadas no Estudo de Impacto Ambiental, cujo campo ocorreu em 2011 (ARCADIS LOGOS, 214). Além desses, foram inseridos dois novos pontos na área estabelecida como controle, localizada fora da Área de Influência Direta (AID). As coordenadas dos pontos estão indicadas na seção Área de Estudo e Unidades Amostrais, no início da seção de Meio Biótico. As unidades amostrais visitadas durante a terceira campanha estão representadas abaixo (Figura 11.2.1-184 a Figura 11.2.1-196).

Figura 11.2.1-184: Vista geral do ponto de amostragem 1, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-185: Vista geral do ponto de amostragem 2, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-186: Vista geral do ponto de amostragem 3, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-187: Vista geral do ponto de amostragem 4, durante a 3ª campanha.

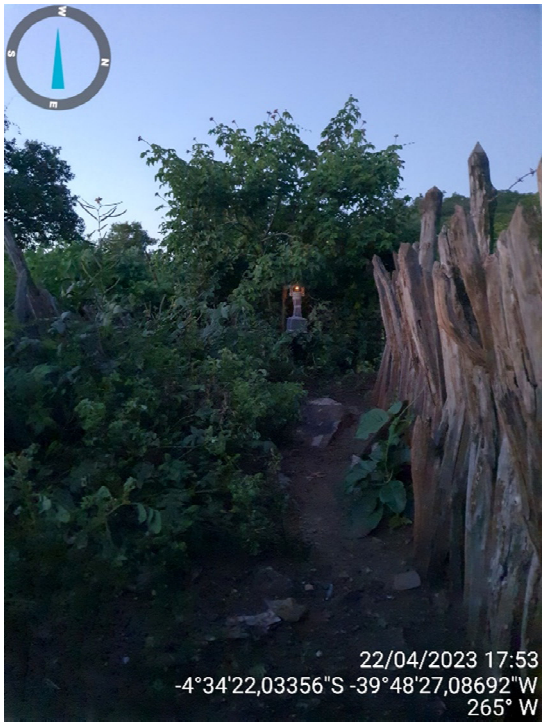


Figura 11.2.1-188: Vista geral do ponto de amostragem 5, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-189: Vista geral do ponto de amostragem 6, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-190: Vista geral do ponto de amostragem 7, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-191: Vista geral do ponto de amostragem 8, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-192: Vista geral do ponto de amostragem 9, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-193: Vista geral do ponto de amostragem 10, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-194: Vista geral do ponto de amostragem 11, durante a 3ª campanha.

Figura 11.2.1-195: Capturador de Castro.

Figura 11.2.1-196: Armadilha adesiva.

Coleta de Culicídeos e Flebótomos

Foram realizados seis dias de levantamento em campo para coletar amostras durante o período seco, que ocorreu entre 05 e 11 de novembro de 2020 (Campanha I), e nove dias de levantamento durante o período chuvoso, entre 02 e 12 de fevereiro de 2021 (Campanha II). A extensão de três dias adicionais no período chuvoso teve como objetivo aumentar o esforço de coleta de amostras nos pontos de controle designados durante essa campanha, visando obter dados mais representativos, considerando a baixa densidade de coleta na campanha I.

Devido ao período atipicamente seco em que foi realizada a campanha chuvosa anterior (Campanha II), houve a necessidade de complementar o estudo com a realização de outra companha em período chuvoso (Campanha III), realizada entre os dias 21 de abril de 2023 e 04 maio de 2023.

No período da manhã foram vistoriados os ambientes peridomiciliares com o auxílio de aspirador manual de castro, sendo padronizados 15 minutos para cada coleta domiciliar. A atividade de coleta utilizando armadilha do tipo Shannon não pode ser executada nessa região, o manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral não recomenda fortemente o uso desse método em áreas de transmissão de leishmaniose visceral (BRASIL, 2017).

Essa recomendação do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) é devida à alta exposição que a referida atividade impõe aos profissionais executores, uma vez que a armadilha do tipo Shannon consiste na montagem de uma tenda branca com o suporte de uma fonte luminosa, na qual os profissionais, para realizarem as coletas, devem permanecer em seu interior realizando buscas ativas aos vetores flebotomíneos e culicídeos. Esse tipo de coleta ocorre no período de maior atividade biológica dos flebotomíneos vetores, caracterizando uma alta exposição dos profissionais quando realizada em área endêmica de LV, tal como ocorre na região do município de Santa Quitéria.

Dessa forma, a fim de substituir a armadilha tipo Shannon, foram posicionadas armadilhas adesivas nos pontos definidos para a execução da armadilha substituída. A armadilha adesiva consiste na suspensão em fio de náilon de chapas de papel pincelado com cola entomológica nos pontos amostrais definidos. Como previsto no manual de leishmaniose visceral (BRASIL, 2017), as folhas serão suspensas no primeiro dia de coleta próximo ao crepúsculo vespertino (aproximadamente às 18h) e permanecerão suspensas por quatro noites seguidas, sendo retiradas na manhã do quinto dia de coleta. Ao todo, essa armadilha permitiu avaliar 96 horas de atividade em cada campanha.

A armadilha do tipo CDC (*Center Desease Control*), desenvolvida pelo Centro de Controle de Doenças da cidade de Atlanta, Georgia, USA, para coleta de culicídeos, simulídeos e flebotomíneos, também foi empregada. Nas campanhas foram instaladas armadilhas CDC modelo HP, com atração luminosa, apresentando estrutura tubular de PVC com instalação interna motorizada para o funcionamento de pequenas hélices giratórias que têm por finalidade a sucção dos insetos íntegros, diretamente para uma câmara coletora, onde as amostras ficam retidas em tubo de saco coletor, confeccionado em tecido sintético (poliamida) de trama extremamente fina e altamente permeável à passagem de ar.

Após avaliação em campo, foram instaladas armadilhas para captura de adultos em todos os pontos amostrais estabelecidos para avaliação de flebotomíneos e culicídeos, foram instaladas duas armadilhas CDC por ponto, iniciando seu funcionamento no período crepuscular vespertino e desligando somente no dia seguinte, após o crepúsculo matutino, completando um total aproximado de 12 horas por dia de funcionamento, sendo religadas novamente no dia seguinte de forma a completar três noites por ponto amostral (BRASIL, 2017), completando ao todo 72 horas de funcionamento por ponto amostral. No período próximo ao crepúsculo vespertino, no momento de instalação das armadilhas CDC, nos pontos amostrais estabelecidos, foi realizado um esforço amostral/ponto de 30 minutos para a realização de capturas ativas de mosquitos com o auxílio de aspirador de castro (manual), 210 minutos de esforço amostral por campanha. Os culicídeos coletados da captura ativa,

armadilha adesiva e armadilha CDC foram mortos com vapor de álcool a 92,8%, e em exposição a baixas temperaturas, posteriormente colocados em tubos do tipo Falcon, etiquetados e armazenados para análise e identificação.

Os flebotomíneos, também coletados, foram mortos com vapor de álcool a 92,8%, e em exposição a baixas temperaturas, posteriormente colocados em tubos Falcon (25 mL), etiquetados para identificação armazenados com álcool 70%.

Para formas imaturas de Culicídeos foi utilizada concha entomológica com capacidade volumétrica de 350 mililitros, diâmetro de abertura de 11,0 centímetros e o cabo de manuseio de aproximadamente 1 metro. Nos pontos amostrais estabelecidos (pontos 9 e 10), ambos ambientes lênticos, foi aplicada a padronização dos métodos utilizados em pesquisas larvárias de Anopheles, segundo a Nota Técnica n° 012/2007 CGPNCM/DIGES/SVS do Ministério da Saúde. Foram realizadas três "conchadas" em diferentes posições do coletor à margem do criadouro, totalizando nove "conchadas" em cada transecção estabelecida por ponto amostral. A cada "conchada" foram observadas se havia a presença de imaturos para separá-los por estágio (L1, L2, L3, L4 e pupa). Caso houvesse larvas e pupas, essas seriam pipetadas e acondicionadas em tubos Falcon (25 mL), vedados para o transporte. As larvas nos estágios de L1 e L2 seriam levadas ao Laboratório para serem criadas e posteriormente identificadas, assim como as pupas com água do próprio criadouro. As exúvias obtidas seriam montadas em preparações permanentes para microscopia, entre lâminas e lamínulas, com bálsamo do Canadá. As larvas de L3 e L4 instares seriam identificadas diretamente, *in loco*. Contudo, nenhum espécime imaturo foi coletado nesse estudo.

Coleta de Triatomíneos

A área de cada ponto amostral foi vistoriada ao longo das habitações humanas e seus ambientes peridomiciliares. A escolha das casas foi em função da presença de ecótopos, edificações e condições do terreno, notadamente habitações de alvenaria, quintais com excesso de materiais de obra abandonados e locais com animais domésticos em ambiente humano com possíveis riscos de saúde pública.

Entre as 12 unidades amostrais, cinco foram selecionadas para realização de buscas ativas de 30 minutos, pontos 3, 5, 6, 7 e 8, todos próximos às residências ou alojamento, em AID, e um esforço amostral de 30 minutos em mais três pontos, os pontos 1, 2 e 4 em área AII por campanha. Ao final das três campanhas, o esforço empregado foi de 36 horas.

B.3. Análise de Dados

Culicídeos

Foi descrita a situação epidemiológica da região, dos agravos transmitidos por culicídeos, a partir de dados secundários disponibilizados no SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação).

Com o objetivo de realizar análises sobre a riqueza dos pontos amostrais, foram utilizados estimadores de riqueza Jack 1 e Chao 2, calculados com o suporte do software Past 4.12. A eficiência da amostragem foi estimada através de curvas de rarefação de espécies com base nos métodos amostrais utilizados, separados por tipo de vetores, no caso flebotomíneos e culicídeos, com o objetivo de apresentar se o esforço amostral foi suficiente nas áreas de influência (AII e AID) e Controle, tendo como baliza o número de indivíduos para o menor esforço.

Foram utilizados também os índices de diversidade: Diversidade de Simpson e Dominância de Simpson, utilizou-se o software Excel do pacote Office 365 para as análises descritivas de distribuição de espécies e montagem dos gráficos.

Foram os índices calculados baseados nas fórmulas:

Jackknife 1 (Jack 1):

$$Sjack\ 1 = Sobs + Q1\ \frac{m-1}{m}$$

Onde: Q1 = uniques (1 parcela); m = número de amostras (parcelas)

Chao 2:

$$Schao\ 2 = Sobs + \frac{Q1^2}{2Q2}$$

Onde: Q1 = uniques (1 parcela); Q2 = duplicates (2 parcelas); m = número de amostras (parcelas)

Diversidade de Simpson:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Onde: n é o número total de organismos de uma espécie específica; N é o número total de organismos de todas as espécies.

Dominância de Simpson:

$$Ds = 1 - \frac{\sum_{i}^{n} = 1\ n_i\, x\, (\, n_i\, - 1)}{N\,(N-1)}$$

Onde: ni é o número de indivíduos de cada espécie; N é o número de indivíduos.

C. Resultados e Discussão

C.1. Composição Faunística

Ao final do estudo, considerando as três campanhas realizadas, foram coletados 788 indivíduos de sete espécies de Flebotomíneos e 617 indivíduos e 9 espécies de Culicídeos, além de 4 espécimes identificados ao nível de gênero, que não puderam ser identificados ao nível de espécie, devido à decepação ou esmagamento de estrutura identificadoras como patas, asas etc.

Nas amostragens da Campanha I (período seco) não houve espécimes de culicídeos coletados. A falta da presença de culicídeos observada nesse período possui um caráter específico, podendo estar relacionadas à grande escassez de chuva devido à anormalidade pluviométrica excêntrica apresentada no ano de 2020.

A anormalidade pluviométrica foi claramente evidenciada no ponto 10, localizado no Açude Morrinhos, caracterizado principalmente por apresentar um lago de dimensões grandes e contornos definidos. Nesse local, pôde ser constatada a presença natural de um terreno completamente seco, sem qualquer vestígio de água. Essa anormalidade pluviométrica afetou também a campanha II, direcionada ao período chuvoso. Durante a referida campanha, a realidade dos índices pluviométricos, as condições se encontravam caracterizando período de seca, apresentando pouca vegetação esverdeada e um ambiente ainda muito seco (Figura 11.2.1-197 e Figura 11.2.1-198).

Figura 11.2.1-197: vista geral do Ponto 10 durante a primeira campanha (novembro de 2020).

Figura 11.2.1-198: vista geral do Ponto 10 durante a segunda campanha (fevereiro de 2021).

A ausência de chuva no período que antecedeu a segunda campanha, bem como a pouca densidade de precipitação ocorrida durante esse período de amostragem, influenciou também a coleta de culicídeos desse período, que contemplou o intervalo dos dias 02 a 12 de fevereiro de 2021. Dessa forma, apenas uma fêmea de *Culex* (*Microculex* sp.) foi capturada no dia 09/02/2021 no Alojamento da INB (Ponto 6). É importante ressaltar que, devido à falta de caracteres que diferenciem as fêmeas do gênero *Culex*, bem como à falta de chave dicotômica para a identificação do subgênero *Microculex* (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; DEMARI-E-SILVA, 2009), não foi possível chegar ao nível de espécie por se tratar apenas de um espécime fêmea, fazendo-se necessária a presença do macho para sua identificação.

A biologia dos culicídeos está intimamente ligada à precipitação e, por consequência, aos reservatórios de água, sejam eles artificiais ou naturais, que são importantes para a formação de criadouros que propiciam o desenvolvimento dos estágios imaturos desses insetos. Esses resultados zerados nas duas primeiras Campanhas são possíveis. A despeito disso, pode haver persistência desses mosquitos em um momento de retorno das chuvas, devido à resistência dos ovos à dessecação (diapausa), que podem ser superiores a 400 dias sem o contato com água (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; SILVA; SILVA, 1999).

De fato, ocorreram significativas e notáveis alterações pluviométricas no estado do Ceará e na região do levantamento faunístico durante a terceira campanha, que compreendeu o período chuvoso entre 21 de abril de 2023 e 04 de maio de 2023 e propiciaram a coleta de 617 culicídeos nesse período, como pode ser notado pela presença de água no Açude Morrinhos, que se encontrava completamente seco nas campanhas anteriores (Figura 11.2.1-199).

Figura 11.2.1-199: vista geral do Ponto 10 durante a segunda campanha (fevereiro de 2021)

Assim, ao final das campanhas, foram coletados 617 espécimes de culicídeos dos quais 117 estavam presentes em AID, 423 espécimes foram coletados na ADA e 77 nos pontos controles. A espécie que apresentou o maior número de indivíduos foi *Culex declarator* com 387 representantes equivalendo a 62,7% do total de culicídeos coletados. Compondo o resultado das espécies coletadas: *Mansonia indubitans* com 103 espécimes (16,7%), *Anopheles albitarsis* com 43 espécimes coletadas (7,0%), *Mansonia tittilans* com 20 espécimes coletados (3,6%) e 15 *Culex bidens* (2,4%). As demais espécies identificadas foram: seis *Psorophora dimidiata* (1%), quatro *Aedes albopictus* (0,6%), três *Mansonia pseudotitillans* (0,5%), três *Psorophora cyanescens* (0,5%). Além desses, alguns espécimes não foram possíveis de se chegar a identificações específicas por falta de estruturas morfológicas que possibilitassem a diferenciação: *Culex* sp. 12 (1,9%); sete espécies de *Uranothaenia* sp. (1,1%); cinco espécies de *Psorophora* sp. (0,8%) e sete espécies de *Aedes* sp. (1,1%; Figura 11.2.1-200; Quadro 11.2.1-42).

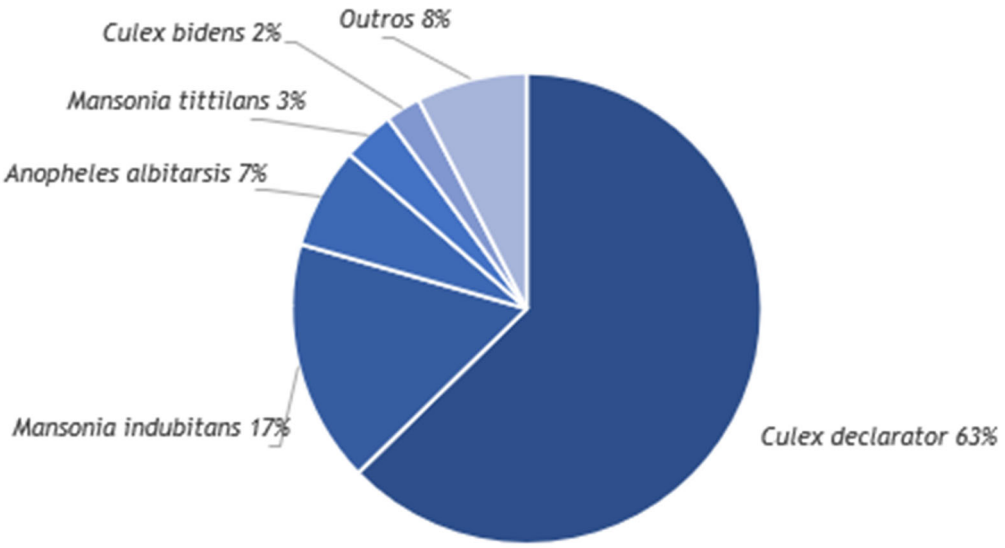


Figura 11.2.1-200: Proporção (%) das espécies coletadas durante o levantamento na área do empreendimento de Santa Quitéria.

Quadro 11.2.1-42: Total de espécies de culicídeos coletadas durante o levantamento na área do empreendimento de Santa Quitéria.

ESPÉCIES	ADA	AID	CONTROLE	TOTAL	%
Aedes albopictus	0	1	3	4	0,65%
Aedes sp.	3	4	0	7	1,13%
Anopheles albitarsis	0	42	0	42	6,81%
Anopheles braziliensis	1	0	0	1	0,16%
Culex bidens	5	10	0	15	2,43%
Culex declarator	104	212	71	387	62,72%
Culex sp.	0	12	0	12	1,94%
Mansonia amazonensis	2	20	0	22	3,57%
Mansonia indubitans	0	103	0	103	16,69%
Mansonia pseudotitillans	0	3	0	3	0,49%
Psorophora cyanescens	0	3	0	3	0,49%
Psorophora dimidiata	0	6	0	6	0,97%
Psorophora sp.	0	5	0	5	0,81%
TOTAL	117	423	77	617	100,0%

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Flebotominae

Ao final do levantamento foram coletados 788 espécimes de flebotomíneos (Quadro 11.2.1-43), dentre esses 47 espécimes nas Áreas Controle, pertencentes a cinco espécies das sete coletadas: *Deanemyia samueli*, *Evandromyia lenti*, *Lutzomyia longipalpis*, *Micropygomyia peresi*, *Micropygomyia villelai*.

Quadro 11.2.1-43: Total de flebotomíneos capturados durante as três campanhas em Santa Quitéria - CE

ESPÉCIES	ADA	AID	CONTROLE	TOTAL	%
Deanemyia samueli	0	4	3	3	0,38%
Evandromyia lenti	6	31	7	7	0,89%
Lutzomyia longipalpis	175	481	34	34	4,31%
Micropygomyia oswaldoi	7	15	0	0	0,00%
Micropygomyia peresi	0	13	2	2	0,25%
Micropygomyia villelai	3	5	1	1	0,13%
Psathyromyia brasiliensis	0	1	0	0	0,00%
TOTAL	191	550	47	788	100%

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Outros 550 espécimes estavam presentes na AID, dentre esses 481 *Lutzomyia longipalpis* (espécie proporcionalmente dominante; Figura 11.2.1-201), 31 *Evandromyia lenti*, 15 *Micropygomyia oswaldoi*, 13 *Micropygomyia peresi*, cinco *Micropygomia villelai* e quatro *Deanemuia samueli*. Nas Áreas Controle foram coletados 47 espécimes ao todo, identificados entre cinco espécies: 34 *Lutzomyia longipalpis*, sete *Evandromyia lenti*, dois *Micropygomyia peresi*, três *Deanemyia samueli* e apenas um *Micropygomyia villelai* (Figura 11.2.1-200)

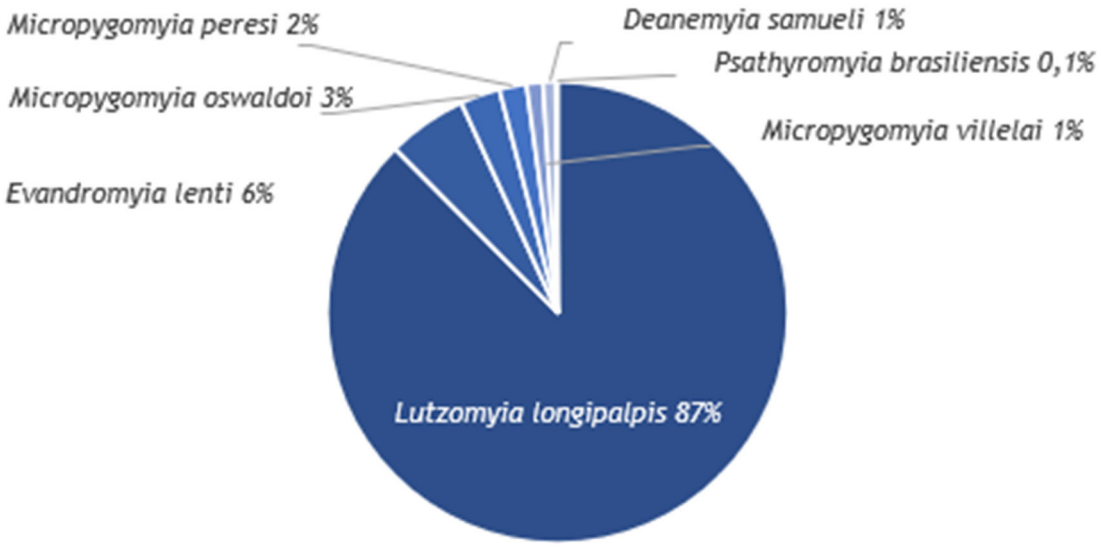


Figura 11.2.1-201: Proporção (%) das espécies coletadas na área do empreendimento de Santa Quitéria.

Triatomíneos

Assim como a fauna de culicídeos, ao final da primeira e da segunda campanhas não houve coleta de nenhum espécime Triatominae coletado após grande esforço amostral. Embora os relatos dos residentes apontem para a presença, os mesmos relatos indicam que o surgimento desses insetos costuma ser esporádico, oriundo das matas próximas.

O resultado de nulidade nas coletas pode estar associado à eficiência das ações dos agentes de endemia na região, os quais encontramos nos assentamentos realizando a supervisão das casas. Além disso, em 2016 o Município de Santa Quitéria, pela Secretaria Municipal de Saúde, realizou a contratação de uma empresa de engenharia com o objetivo de realizar melhorias habitacionais para o controle da doença de chagas (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA QUITÉRIA, 2016), eliminando antigas colônias desses insetos na região, passando a se restringir às áreas de mata. Como conclusão, a presença de triatomíneos é confirmada por relatos dos moradores que afirmam identificar a espécie nos arredores, em áreas com maior iluminação, porém não foi possível obter amostra mesmo diante de todo o esforço realizado. Cabe ressaltar que, durante os estudos realizados para o EIA anterior (ARCADIS, 2014), só houve registro no assentamento Morrinhos.

C.2. Eficiência Amostral

A riqueza estimada do estudo para Psychodidae foi de sete espécies, mostrando uma riqueza satisfatória, uma vez que, mesmo em baixas densidades, a riqueza observada apontou o mesmo índice da riqueza estimada. Contudo, com a ausência de chuvas observada

nas duas primeiras campanhas de levantamento, pode-se supor que a riqueza e densidade das espécies seriam maiores. O mesmo fator pode justificar as capturas nulas, principalmente da família Culicidae, na primeira e na segunda campanhas.

A estabilização da curva de acumulação dos culicídeos e flebotomíneos somados ficou entre em 23 espécies (Jackknife 1) e 21 espécies (Chao 2). Desta forma, o esforço amostral realizado foi próximo à estabilização da curva com 20 espécies encontradas e quatro gêneros com espécies não identificadas. Assim, considera-se que a amostragem para culicídeos e flebotomíneos foi adequada para a caracterização de vetores nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria (Figura 11.2.1-202).

Conforme a diversidade de culicídeos calculada no levantamento, a maior ocorreu no ponto 10 (Figura 11.2.1-208), local com açude, porém com a menor densidade de culicídeos (oito no total). Vale ressaltar que o ponto 9 torna-se mais relevante quanto à diversidade calculada, ao todo foram coletados 195 espécimes de seis espécies diferentes, o ponto 9 localizado no açude Itataia pode ser um local de fácil proliferação de mosquitos, que dependem da constante presença de água nos criadouros para o seu desenvolvimento.

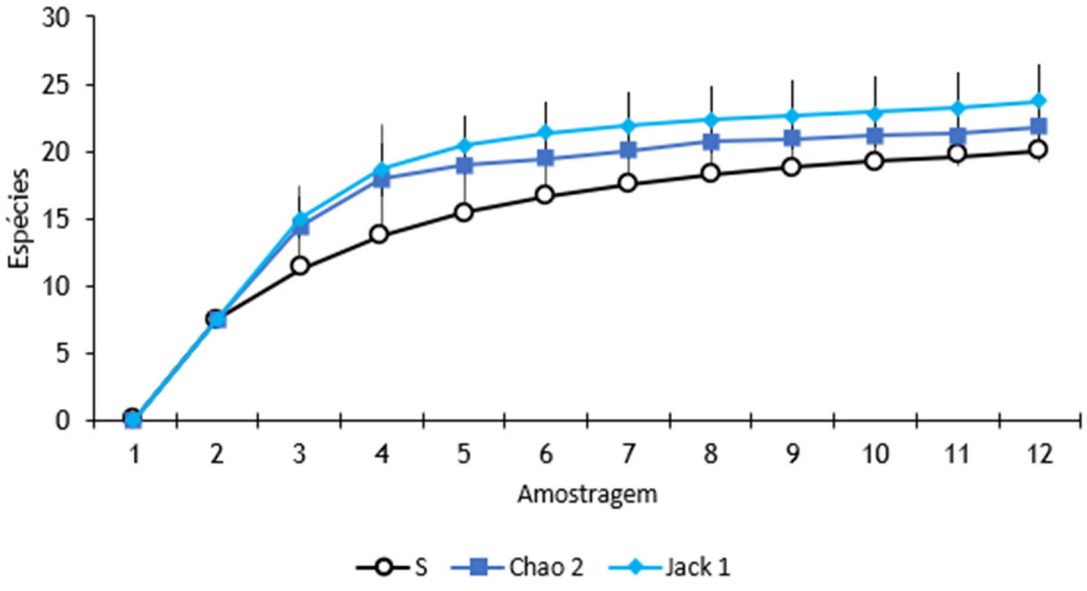


Figura 11.2.1-202: Curva de acúmulo de espécies para culicídeos e flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria.

C.3. Espécies ameaçadas e protegidas por legislação internacional e/ou Federal

Não aplicável

C.4. Espécies bioindicadoras, endêmicas, raras e não descritas

Para mosquitos só existe um gênero considerado bioindicador *Toxorhynchitini* que não foi registrado. Também não foram registradas espécies endêmicas, raras ou não descritas.

C.5. Outras espécies registradas

A seguir são descritas informações sobre espécies e gêneros registrados na área do Projeto Santa Quitéria (PSQ):

Culicidae

Culex

O gênero *Culex* é considerado um gênero considerado tropico-cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões tropicais mundiais, e em todo o Brasil (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). As espécies do subgênero *Microculex* não apresentam uma importância médica devido à preferência de hábito alimentar ser para animais de sangue frio, como anfíbios (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA; HEYDEN, 1986). Possuem preferência por criadouros naturais (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994), logo, são encontrados em maiores densidades nos ambientes menos antropizados.

Culex bidens* e *Culex declarator

Essas espécies estão distribuídas por diversos países da América do Sul e Central, muito espalhadas por diversos estados no Brasil, principalmente nas áreas de baixadas ou regiões pouco montanhosas. Preferem criar-se em coleções líquidas no solo, principalmente as de caráter natural e permanente (*e.g.* charcos, alagados, bolsões de rios, canais, lagos), geralmente com águas profundas, frias, sombreadas, poluídas ou não. As fêmeas atacam durante todo o ano, e a densidade não é muito influenciada pelas chuvas, a não ser em casos extremos. São noturnas, exófilas, zoofílicas, com tendência à ornitofilia, picando o homem ocasionalmente. Até o momento não há relatos ou estudos de transmissão arbovírus no Brasil por essa espécie.

Aedes

O gênero *Aedes* é um grupo de mosquitos que inclui diversas espécies conhecidas por serem vetores de doenças humanas graves. São encontrados em diferentes partes do mundo,

especialmente em regiões tropicais e subtropicais. O controle do mosquito Aedes é fundamental para prevenir a propagação de diversos arbovírus.

Aedes albopictus

Ocorre naturalmente em áreas de clima temperado e tropical no continente asiático, foi originalmente descrito da Índia. Invadiu o continente americano recentemente (1985), ocupando localidades ao sul dos Estados Unidos. Foi pela primeira vez encontrado no Brasil, em maio de 1986, nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Invadiu, progressivamente, outros estados vizinhos, como Espírito Santo e São Paulo, se espalhando em seguida por diversos estados brasileiros (FORATTINI, 1996).

Sua distribuição ainda é associada à presença do homem, utilizando os criadouros propiciados pela atividade humana. Contudo, é um mosquito que se espalha com facilidade no ambiente rural, semisilvestre e silvestre, não dependendo dos locais de grande concentração humana, além de ser mais tolerante às variações de temperatura.

Em ensaios realizados em laboratório, visando detectar a competência e a possível capacidade vetorial dessa espécie, os testes obtiveram resultados positivos para 18 arbovírus, incluindo dengue, febre amarela e diversos vírus causadores de encefalites, além de ser considerado um vetor eficiente de *Dirofilaria immitis*.

Anopheles albitarsis

É o anofelino mais comum e amplamente distribuído no Brasil. É mais comum nas áreas de planície e baixada, sendo também abundante nos planaltos, mas se torna raro à medida que se avança para terrenos com forte declive ou para dentro das florestas. *Anopheles albitarsis* é, talvez, o *Nyssorhynchus* relacionado com a transmissão da malária humana que tem maior ecletismo em todos os aspectos de seus hábitos. No que se refere aos criadouros, é quase destituído de preferência, criando-se nos mais variados tipos de coleções líquidas, temporárias ou não, naturais e artificiais, expostas à luz ou sombreadas.

É comumente encontrado picando durante todo o ano, mas é bem mais abundante na estação chuvosa, quando são ampliados os seus criadouros. Em algumas áreas do Brasil, pode entrar nas casas e se alimentar no homem. Contudo, na maior parte de seu território, incluindo o Nordeste seco e o sertão das regiões Sudeste e Centro-Oeste, é decididamente zoofílico e exófilo. Prefere atacar animais, como equídeos, ao homem e a aves (DEANE *et al.*, 1948; DEANE *et al.*, 1949).

Podemos considerá-lo vetor secundário ou, no máximo, local, visto que em poucas localidades foi encarado como o único transmissor. A maioria das infecções naturais encontradas nesse anofelino tratava-se apenas de oocistos. Mas já foram detectadas algumas infecções naturais, através de imunoensaios que acusaram a presença de proteína circunsporozoíta de *P. vivax* e *P. falciparum* em exemplares de *An. albitarsis*. Esse anofelino é, experimentalmente, pouco suscetível a *P. vivax* e não parece permitir a invasão de suas glândulas salivares por esporozoítos de *P. falciparum* (ARRUDA *et al.*, 1986; KLEIN *et al.*, 1991).

Alguns dos gêneros e espécies encontradas são essencialmente neotropicais, distribuídos amplamente pelas Américas Central e do Sul, em sua maioria não reconhecidos ou identificados como mosquitos de importância médico-veterinária (FORATTINI, 1996). Entre as espécies coletadas com essa característica, temos: *Mansonia amazonenses*, *Ma. indubitans*, *Ma. pseudotitilans*, *Psorophora cyanescens* e *Ps. Dimidiata*, mesmo em baixas densidades. Embora o potencial de transmissão de patógenos e a capacidade de serem vetores de alguma doença possam existir, estudos mais apurados e específicos voltados a essas espécies ainda devem ser realizados, pois carecem de publicações na literatura atual.

Psychodidae

Lutzumyia longipalpis

Lutzomyia longipalpis foi confirmado como vetor de Leishmania (*Leishmania chagasi*), causadora da leishmaniose visceral, no ano de 1954, na cidade de Sobral, interior do Ceará por Deane e Deane (1954). Atualmente *Lu. longipalpis* é considerado o principal vetor da leishmaniose visceral no Brasil, na região Nordeste, principalmente o estado do Ceará, há localidades com agravos para os casos de leishmaniose visceral desde o início da década de 30 (LAISON; RANGEL, 2005). Segundo dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (DATASUS, 2010), Santa Quitéria apresentou 37 casos notificados de LV, sendo o maior número de notificação no ano de 2019, com 8 casos (Quadro 11.2.1-44).

Quadro 11.2.1-44: Casos confirmados de Leishmaniose Visceral notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no município de Santa Quitéria, Ceará no período de 2007 a 2019 (DATASUS, 2020)

MUNICÍPIO INFECÇÃO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Santa Quitéria	1	4	2	3	4	2	2	3	2	3	3	8	1	38

O vetor *Lu. longipalpis* é a espécie mais bem adaptada aos diferentes ecótopos, por isso possui ampla distribuição, estando presente em 25 dos 27 estados brasileiros (GALATI, 2019). Durante os estudos no estado do Ceará, os pesquisadores Deane e Deane, na década de 50, coletaram pela primeira vez formas imaturas da espécie em amostras de currais de jumentos e sob pedras (DEANE; DEANE, 1957). Suas formas imaturas são associadas principalmente ao ambiente úmido e com matéria orgânica. Deane e Deane (1957) apontam a maior densidade desses vetores nos períodos chuvosos, e destacam que a umidade, junto às sombras geradas com a alteração do ambiente da Caatinga nesse período, favorece o desenvolvimento da espécie até a forma adulta.

Apesar de estar associada, nos estudos epidemiológicos de LV, sempre com criadouros de animais e presença de animais domésticos, essa é uma espécie primordialmente silvestre (CHAGAS *et al.*, 1938, LAINSON *et al.*, 1986, RYAN *et al.*, 1986), de forma que os criadouros, quando em áreas de borda de florestas, aproximam esses vetores do convívio humano no intradomicílio (DYE *et al.*, 1991).

Neste levantamento, apesar da baixa umidade durante os dias de coleta, *Lu. longipalpis* foi capturado em maior densidade nos quatros pontos amostrais onde havia criadouros de animais (Pontos 3, 5 e 7) ou era avistada a pastagem de jumentos nos arredores com frequência (Ponto 6). Desta forma, a umidade dos solos devido aos bebedouros dos animais, bem como a matéria orgânica proveniente de suas excretas podem ter favorecido o desenvolvimento de formas imaturas, mesmo que em baixas densidades, inferiores às previstas para o período chuvoso.

Evandromyia lenti

A espécie *Ev. lenti*, apesar de não possuir incriminação como espécie capaz de transmitir agravo até o momento, encontra-se presente nas áreas de transmissão de LV e LTA. Em um estudo realizado na Bahia, essa espécie foi encontrada naturalmente infectada por formas promastigotas de *Leishmania chagasi* (SHERLOCK, 1996), bem como encontrada

infectada naturalmente por *Leishmania brasiliensis* (MARGONARI *et al.*, 2010), contudo essa espécie em infecção experimental já havia sido demonstrada como refratária (BRAZIL *et al.*, 1997). Apesar de antropifílica, possui preferência por sangue de cães, podendo estar presente no ciclo da infecção mesmo não transmitindo o patógeno ao homem (SHERLOCK, 1996).

Em um estudo realizado no estado do Piauí sobre o hábito alimentar de flebotomíneos, *Ev. lenti* foi positiva para a presença de sangue de ave e espécimes com reação cruzada contendo sangue de ave, cão e cavalo, demonstrando assim o ecletismo da espécie no que se refere à fonte alimentar, e sua preferência de repasto em aves (SOUZA, 2018). O hábito alimentar preferencial, juntamente com a característica de ser comumente encontrada no peridomicílio (OLIVEIRA *et al.*, 2003), corrobora com o encontro da espécie nos pontos 3, 5, 6 e 7 do presente levantamento, possuindo a maior densidade encontrada no ponto 7 (11 indivíduos) seguido do ponto 3 (cinco indivíduos), que possuíam como característica em comum a presença de galinheiros.

Quanto à distribuição geográfica, a espécie encontra-se distribuída em 19 estados brasileiros nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste (GALATI, 2019), sendo característica de ambiente rural, e podendo ser capturada próximo a abrigos de animais e em peridomicílios (CAMPBELL-LENDRUM *et al.*, 1999; ALMEIDA *et al.*, 2010: COLLA-JACQUES *et al.*, 2010). Todos esses fatores são característicos da região de Santa Quitéria.

Micropygomia peresi

A espécie *Mi. peresi* é também caracterizada por se adaptar a diferentes habitats, podendo ser encontrada em 16 estados, distribuídos entre as regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste (AGUIAR; MEDEIROS, 2003; GALATI, 2019). É coletada em estudos anteriores no estado de Tocantins, em ambiente periurbano, mas com presença de chiqueiros (VILELA *et al.*, 2013). Contudo, essa espécie havia sido coletada também em um assentamento no estado do Mato Grosso do Sul em 1998, em um abrigo de carneiro (NUNES, 2001), demonstrando-se assim o ecletismo de habitats dessa espécie. De forma que, no atual levantamento realizado em Santa Quitéria, a espécie foi capturada nos pontos 3 e 7, onde armadilhas foram instaladas no chiqueiro próximos às residências, além de coleta dessa espécie no ponto 6, em que animais como jumentos e bois pastavam.

Estudos apontam que *Mi. peresi* realiza repasto sanguíneo em animais de sangue frio (GALATI, 1990; YOUNG; DUNCAN, 1994; NUNES, 2001). Contudo, em um estudo realizado no norte de Minas Gerais, foi relatado o encontro de DNA de *Leishmania* spp. nessa espécie em um foco de leishmaniose cutânea, sugerindo provável infecção (RÊGO *et al.*, 2015).

Micropygomyia villelai

A espécie *Mi. villelai* foi descrita no bioma de Caatinga com a primeira coleta realizada no município de Russas, Ceará (MANGABEIRA, 1942). Esse município encontra-se a aproximadamente 300 km do município de Santa Quitéria e indica fortemente a endemicidade da espécie *Mi villelai* na região. Ocorre em todos os estados das regiões Nordeste e Centro-Oeste, bem como parte da região Norte e Sudeste (GALATI, 2019).

Em Alagoas, *Mi. villelai* foi coletado em dois diferentes biomas: Mata Atlântica e Caatinga (FREITAS *et al.*, 2017). Em Porto Velho, Rondônia, essa espécie, ainda que em baixa densidade em todos os ecótopos, esteve presente tanto na região de unidade de conservação, quanto na borda de mata e no peridomicílio em densidades semelhantes (PEREIRA-JUNIOR *et al.*, 2019), apontando facilidade em se adaptar a diferentes hábitats. Em estudos anteriores mostrou-se uma espécie frequente, mesmo que em baixas densidades, em ambientes modificados e antropizados, bem como há relato dessa espécie em galinheiro e chiqueiro (VILELA *et al.*, 2013). Contudo, Rêgo e colaboradores (2015) relatam também o encontro de DNA de *Leishmania* spp. nos espécimes de *Mi. villelai* em área com casos de leishmaniose tegumentar.

Deanemyia samueli

Com a ocorrência da espécie *De. samueli* atualmente nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte (GALATI, 2019), houve um indivíduo macho descrito pela primeira vez no estado do Ceará, e sua fêmea descrita anos depois na região do Parque Nacional do Ubajara, também no Ceará (MARTINS *et al.*, 1989), localizada a aproximadamente 100 km da região da Fazenda Morrinhos em Santa Quitéria, sendo essa espécie endêmica na região. Apesar de descrita em região de Caatinga, no Rio Grande do Norte, a espécie foi capturada em região de floresta subúmida e semiárida na floresta amazônica (XIMENES *et al.*, 2000) e em região de Floresta sazonal e Cerrado no estado do Maranhão (RÊBELO *et al.*, 2010).

Deanemyia samueli no estado do Piauí foi capturado apenas na região de caverna e de floresta, não sendo relatada em coletas nas residências (ANDRADE-FILHO, *et al.*, 2001). Além disso, não há na literatura estudos quanto ao habitat e hábito alimentar da espécie, bem como não é relacionada na transmissão de patógenos de importância na saúde pública.

C.6. Espécies cinegéticas, domésticas, invasoras e exóticas

O grupo estudado não se enquadra nas categorias de espécies cinegéticas e domésticas. Dentre as espécies coletadas, não houve espécie considerada exótica ou invasora. Contudo, quanto ao hábito é possível apontar a capacidade de ser encontrada em ambientes peridomiciliares as espécies *Mi. villelai*, *Mi. peresi*, *Ev. lenti* e *Lu. longipalpis* (CAMPBELL-LENDRUM *et al.*, 1999; COLLA-JACQUES *et al.*, 2010; ALMEIDA *et al.*, 2010; VILELA *et al.*, 2013; PEREIRA-JUNIOR *et al.*, 2019). A espécie *Lu. longipalpis*, contudo, apresenta ainda a característica de já ter sido encontrada no ambiente doméstico, apesar de ser uma espécie essencialmente silvestre (LAISON; RANGEL, 2003; 2005).

Distribuição e abundância de espécies por ponto

Tendo em vista a coleta de flebotomíneos distribuídos nos pontos amostrais, foi possível realizar a comparação entre as áreas de estudo. Sendo assim, ao verificar a distribuição das espécies por ponto amostral, pode-se observar que as coletas e maiores densidades encontradas foram nos pontos da AII com presença de moradias e o alojamento da INB (Quadro 11.2.1-45).

A espécie *Lu. longipalpis* apresentou, entre os indivíduos que foram coletados, 87,6% da abundância total. Da mesma forma, essa espécie foi a mais abundante em quase todos os pontos de coleta, exceto no ponto 10, que não foi registrado através das coletas realizadas a presença, mas sim como espécie mais abundante foi *Mi. Oswaldoi* (Figura 11.2.1-203).

Quadro 11.2.1-45: Distribuição dos flebotomíneos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais de coleta na área do Projeto Santa Quitéria

ESPÉCIES	P1 (ADA)	P2 (ADA)	P3 (AID)	P4 (ADA)	P5 (AID)	P6 (AID)	P7 (AID)	P9 (AID)	P10 (AID)	P11 (CONTROLE)	P12 (CONTROLE)	TOTAL	%
Lutzomyia longipalpis	14	8	84	5	120	40	373	18	0	18	10	690	87,6%
Evandromyia lenti	0	0	7	0	2	7	15	1	1	4	7	44	5,6%
Micropygomyia oswaldoi	1	6	0	0	0	4	3	4	4	0	0	22	2,8%
Micropygomyia peresi	0	0	1	0	0	3	5	4	0	2	0	15	1,9%
Micropygomyia villelai	0	3	0	0	1	2	1	1	0	0	1	9	1,1%
Deanemyia samueli	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	1	7	0,9%
Psathyromyia brasiliensis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,1%
TOTAL	15	17	92	5	123	56	400	30	5	26	19	788	100,0%

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

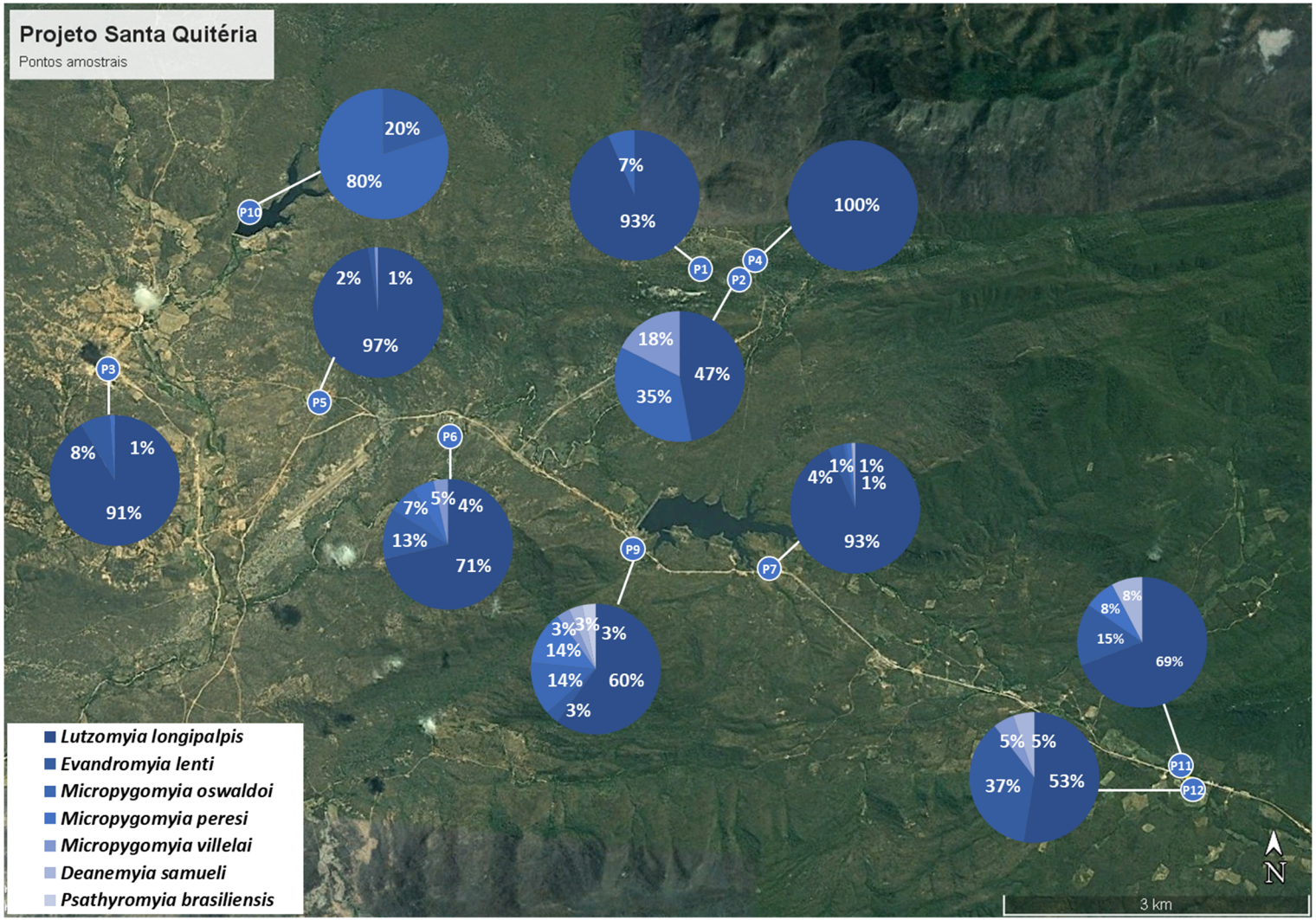


Figura 11.2.1-203: Percentual de flebotomíneos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais.

Em relação aos culicídeos e sua distribuição por ponto nos pontos amostrais (Figura 11.2.1-204), foi possível observar que o ponto 9 foi responsável por 31,6% do total de culicídeos coletados em toda a campanha. Como característica, trata-se de um ponto de coleta próximo ao açude Itataia, uma coleção de água que se mostrou contante mesmo nos períodos mais secos mencionados anteriormente, e a espécie mais presente nesse ponto foi *Mansonia indubitans*, não existem publicações incriminando-a sobre transmissão de patógenos, embora seja uma espécie bastante agressiva ao realizar o repasto sanguíneo.

Outro fato observado foi que no período em que foi colocada a armadilha para coleta, choveu à noite. Esse detalhe causa um aumento na densidade de mosquitos coletados por ser a armadilha um local de "refúgio" e "proteção" para os espécimes que estiverem ativos nesse local, aumentando consideravelmente a qualidade de culicídeos coletados.

Os índices de diversidade apontam para o ponto de coleta 2 como o que apresenta a maior diversidade em todo o período (três campanhas), seguidos pelos pontos 9 e 12, respectivamente (Figura 11.2.1-205). Um fator ambiental que poderia justificar tal diversidade no ponto 2 está no fato de ser um ponto próximo a um ambiente de mata. O ponto 9, localizado próximo ao açude, pode ser um fator que favoreceu a diversidade de espécies encontradas. O ponto 12, por tratar-se de um ponto controle também, mesmo que próximo à estrada principal, o acesso ao ponto em si está localizado em uma área aparentemente preservada.

O ponto 4, por ter sido encontrado apenas uma espécie de flebotomíneo (*Lutzumya longipalpis*), configura o local com a maior dominância entre todos os pontos do empreendimento (Figura 11.2.1-206). Entretanto, destaca-se o ponto 5, conhecido como "Assentamento Queimadas", com três espécies encontradas, mas com grande predominância de *Lutzumyia longipalpis*.

Por fim, a maior equitabilidade encontrada para os flebotomíneos no empreendimento Santa Quitéria foi no ponto 2 (Figura 11.2.1-207), que apresentou uma menor presença de *Lutzumyia longipalpis* (oito indivíduos) e quantidades aproximadas de *Micropygomyia oswaldoi* (seis indivíduos) e um pouco menos presença de *Micropygomyia villelai* (três indivíduos), o que confirma esse ponto como o mais heterogêneo junto com a diversidade confirmada anteriormente.

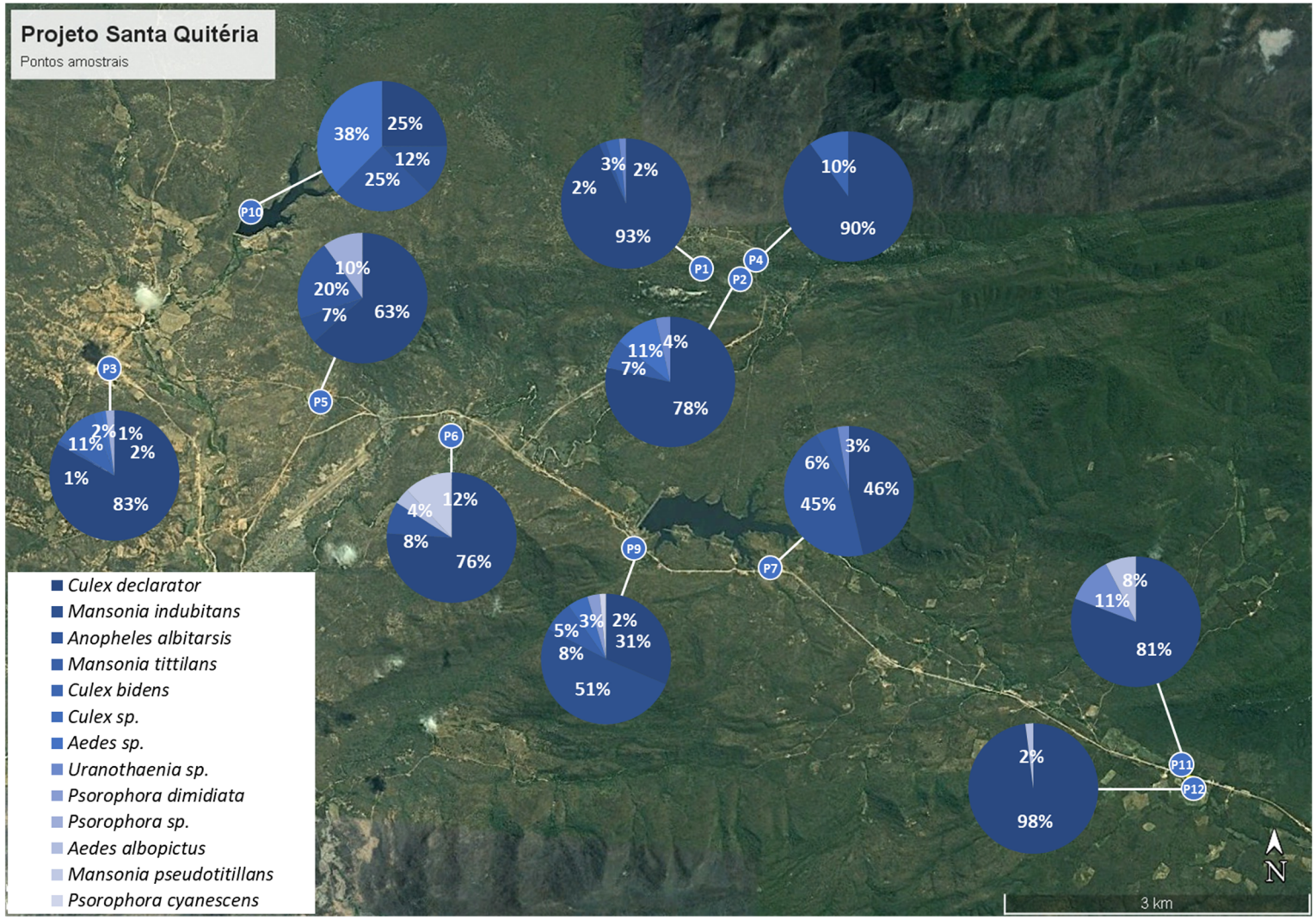


Figura 11.2.1-204: Percentual de culicídeos coletados nas três campanhas, distribuídos entre os pontos amostrais.

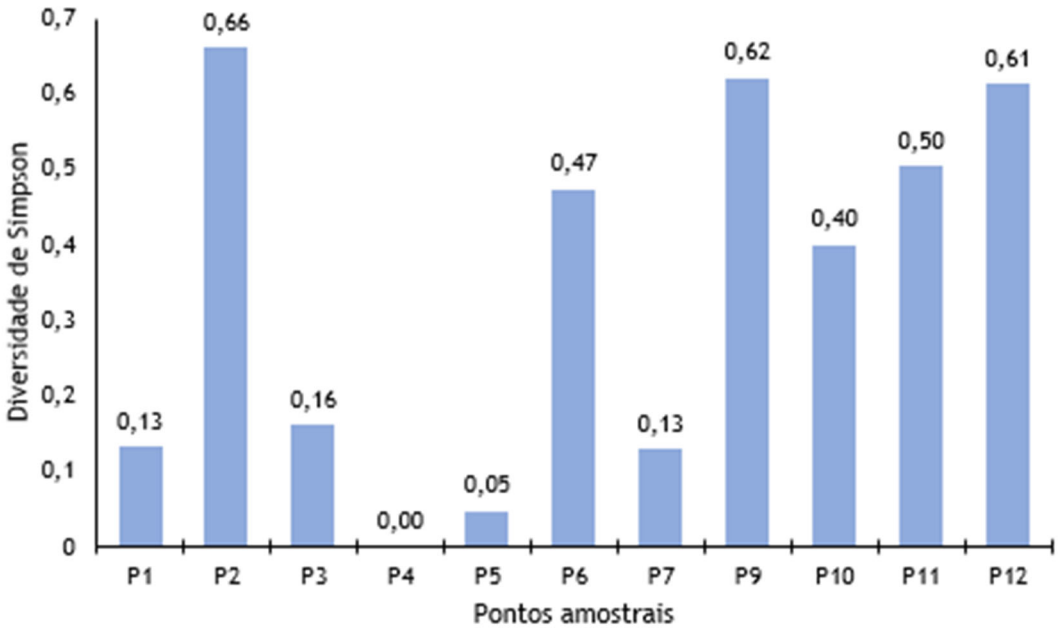


Figura 11.2.1-205: Índice de diversidade de Simpson para flebotomíneos por ponto para o empreendimento de Santa Quitéria.

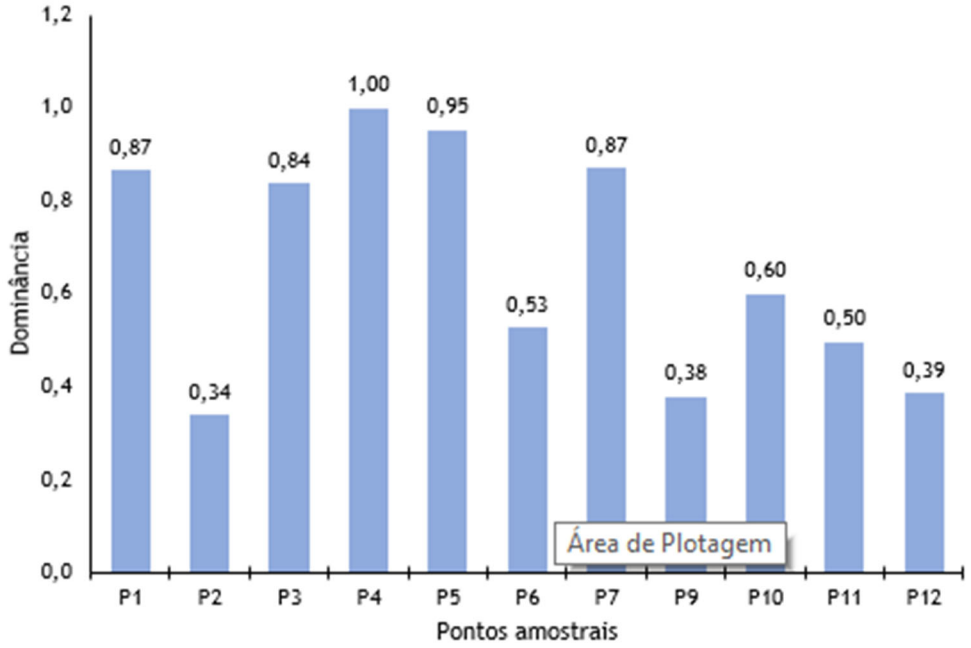


Figura 11.2.1-206: Índice de dominância para flebotomíneos em todo o período de coleta apontando a maior dominância no ponto amostral 5 do empreendimento de Santa Quitéria.

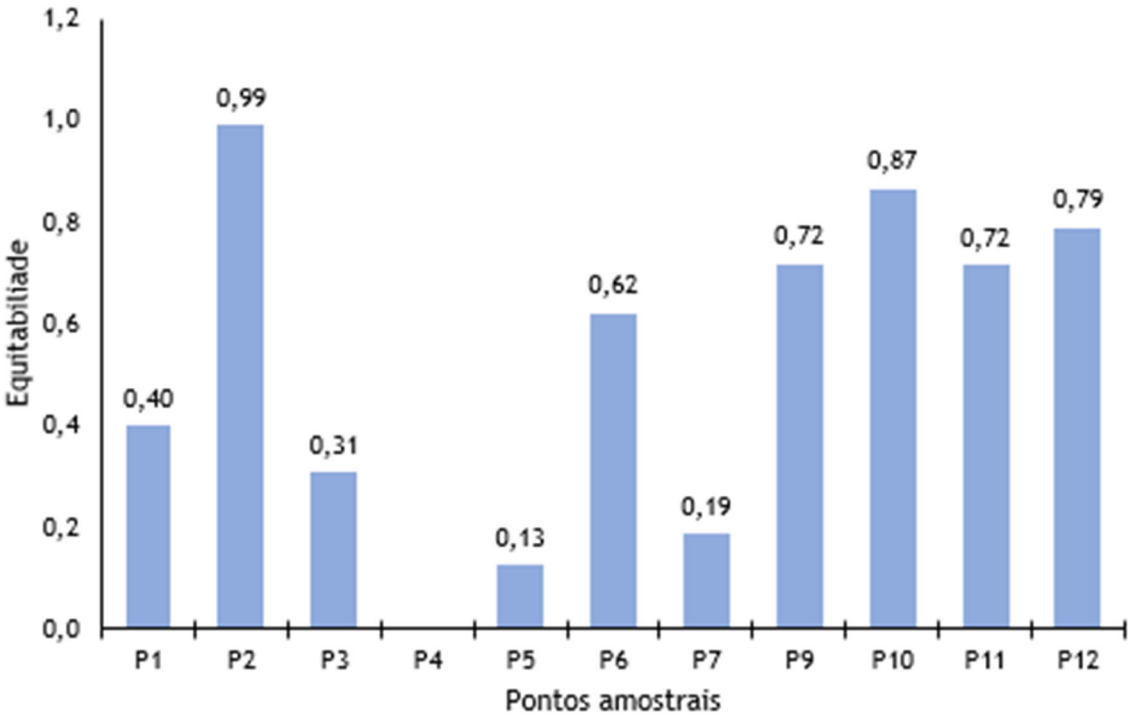


Figura 11.2.1-207: Índice de Equitabilidade para flebotomíneos, em toda a campanha nos pontos amostrais do empreendimento de Santa Quitéria.

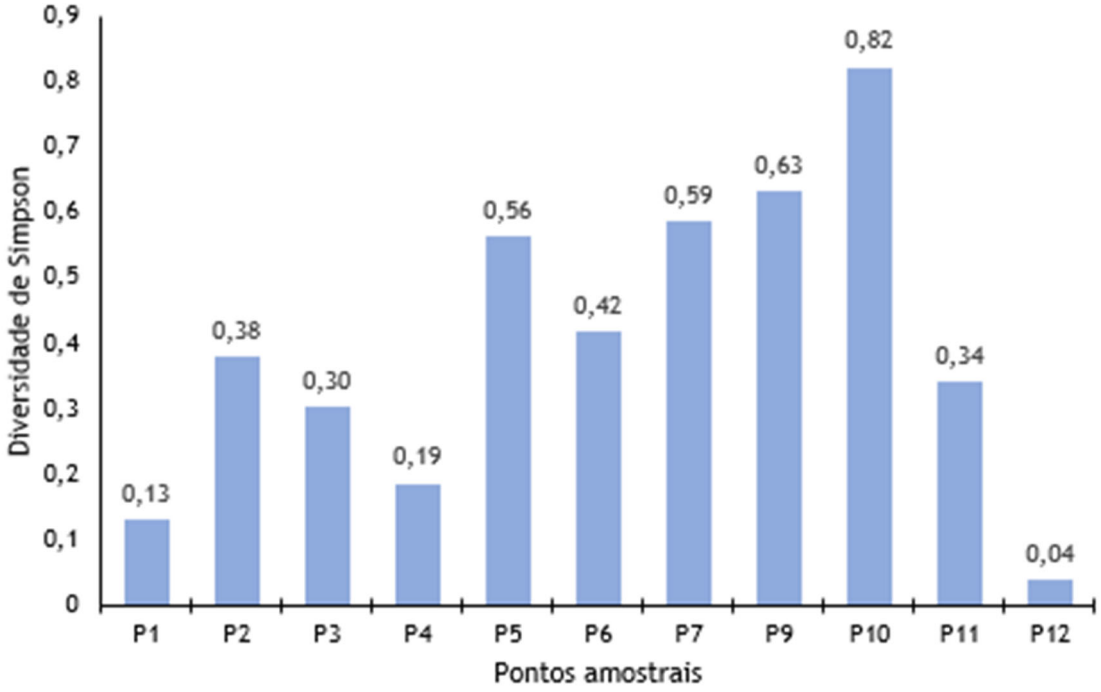


Figura 11.2.1-208: Índice de diversidade de Simpson para culicídeos no empreendimento de Santa Quitéria.

Quanto à dominância dos culicídeos, a maior ocorreu no ponto 12 (controle) e no ponto 1 com a espécie *Culex declarator*, esses dois pontos estão dentro da AII do empreendimento (Figura 11.2.1-209).

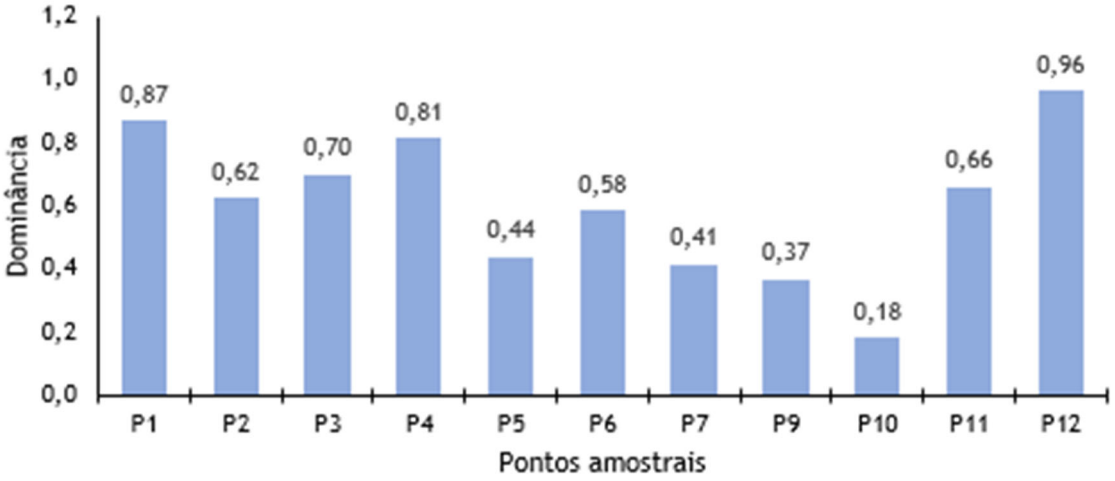


Figura 11.2.1-209: Índice de dominância para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria.

A maior equitabilidade de culicídeos ocorreu no ponto 10 com cinco das nove espécies identificadas (*Culex declarator*, *Mansonia indubitans*, *Mansonia tittilans*, *Psorophora dimidiata* e *Psorophora cyanescens*), além de 10 espécimes do gênero *Culex* que não puderam ser identificados devido aos danos em sua estrutura morfológica (Figura 11.2.1-210).

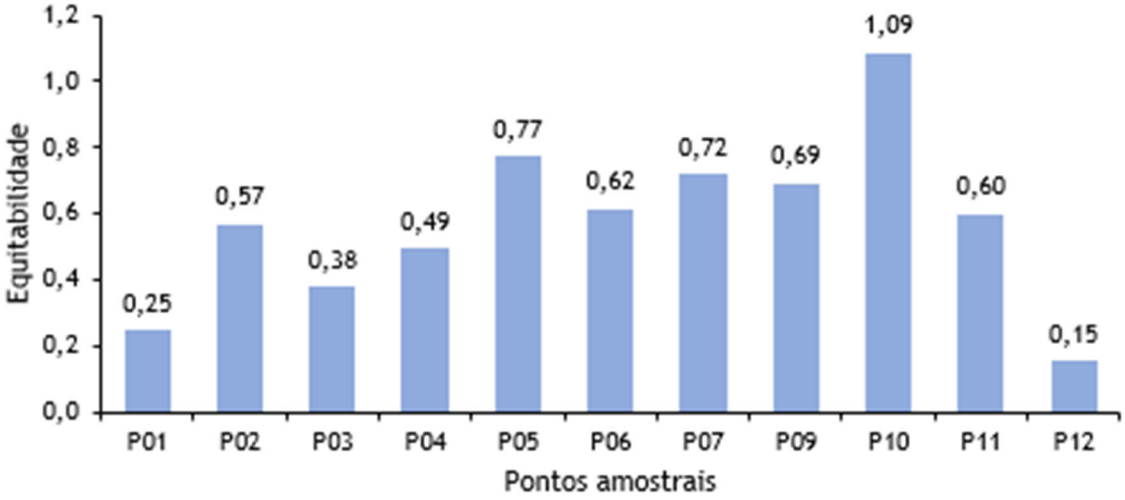


Figura 11.2.1-210: Índice de Equitabilidade para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria.

C.7. Comparação entre áreas, Riquezas, índices de diversidade e similaridade

A baixa riqueza nas duas primeiras campanhas pode ser justificada pela ausência de umidade no solo, uma vez que as unidades amostrais são afastadas dos reservatórios e sem haver umidade proveniente de ação antrópica como nos pontos da AII. A umidade do solo juntamente com a matéria orgânica proveniente da decomposição de plantas e excretas de animais são fundamentais para os criadouros de flebotomíneos e o desenvolvimento de suas formas imaturas (YOUNG & DUNCAN, 1994).

Quando observamos os resultados de forma absoluta, nota-se uma similaridade entre as áreas de influência em relação à riqueza de espécies de flebotomíneos. No entanto, o número de indivíduos foi bem superior na AID (Quadro 11.2.1-46). Para comparar as áreas de influência que receberam esforços amostrais desiguais, foram traçadas as curvas de rarefação com base nos indivíduos coletados, mostrando que para a menor abundância (área controle) a riqueza observada mostra a Área Controle como a de maior riqueza (Figura 11.2.1-211; Figura 11.2.1-212). Os dados da análise de rarefação mostram que não há diferença significativa entre AID e Área Controle, reforçando as análises dos índices de diversidade (Figura 11.2.1-213).

Quadro 11.2.1-46: Indicadores ecológicos calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da flebotomíneos realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	*H'*	*H'* (95% LOWER)	*H'* (95% UPPER)	J'
ADA	191	4	0,3831	0,2419	0,5077	0,2764
AID	550	7	0,5615	0,4636	0,6533	0,2886
Controle	47	5	0,9523	0,6536	1,196	0,5917
Total	**788**	**7**	-	-	-	-

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

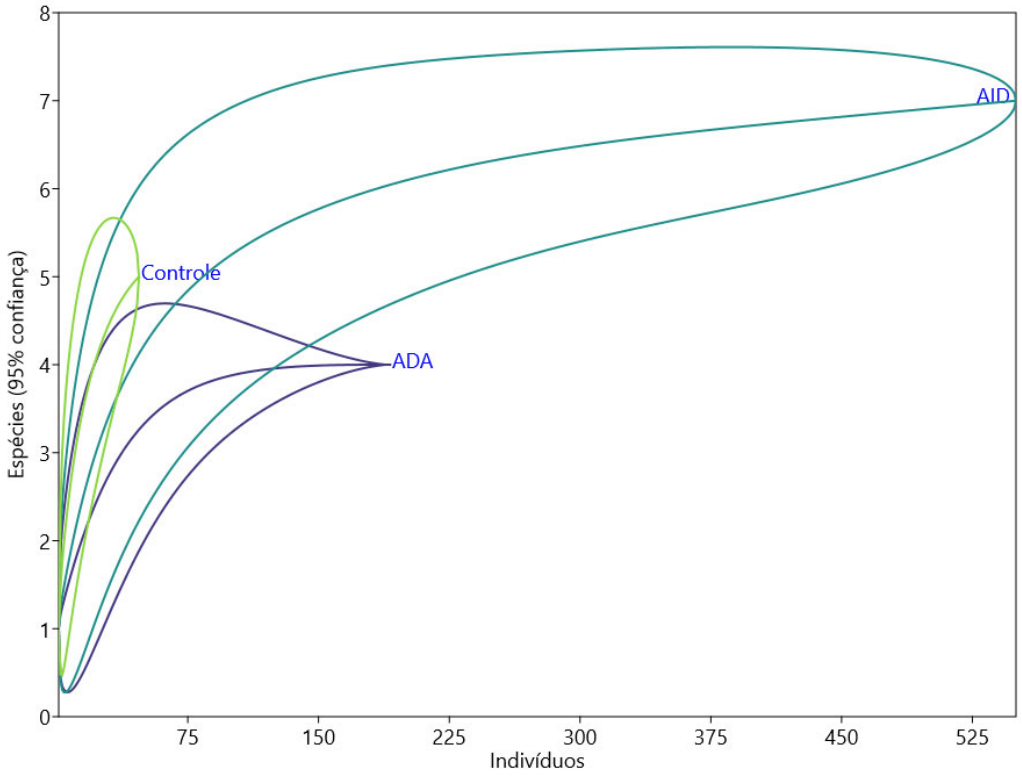


Figura 11.2.1-211: Curva de rarefação para flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria.

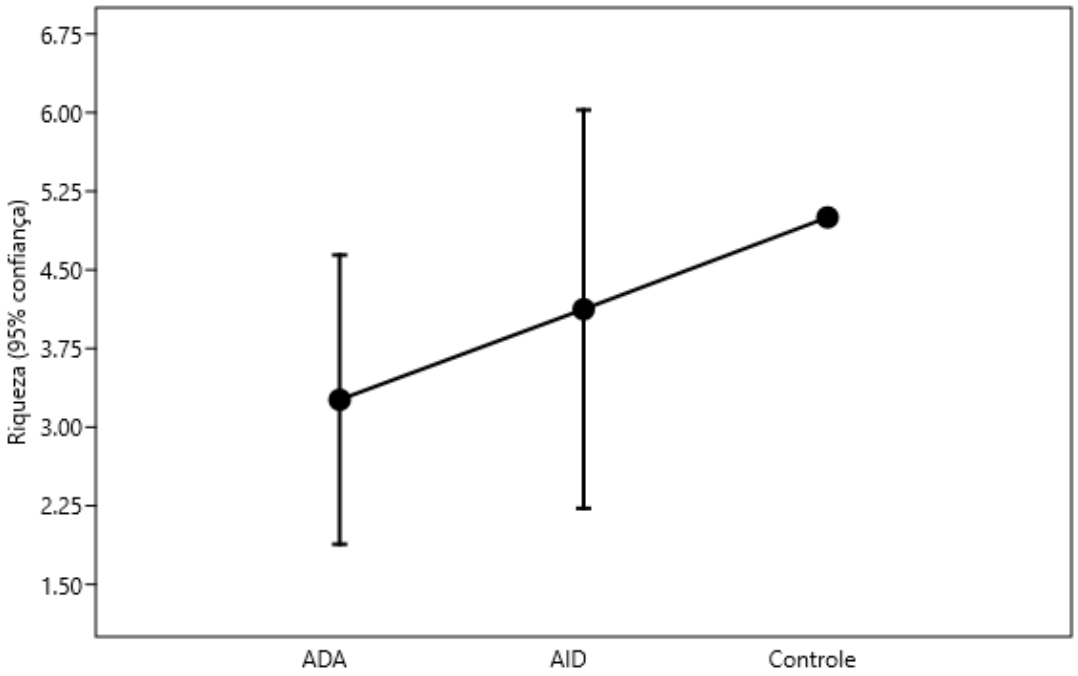


Figura 11.2.1-212: Riqueza de espécies e intervalo de confiança (barras verticais) para o mínimo de indivíduos registrados (N=47) de flebotomíneos na área do Projeto Santa Quitéria.

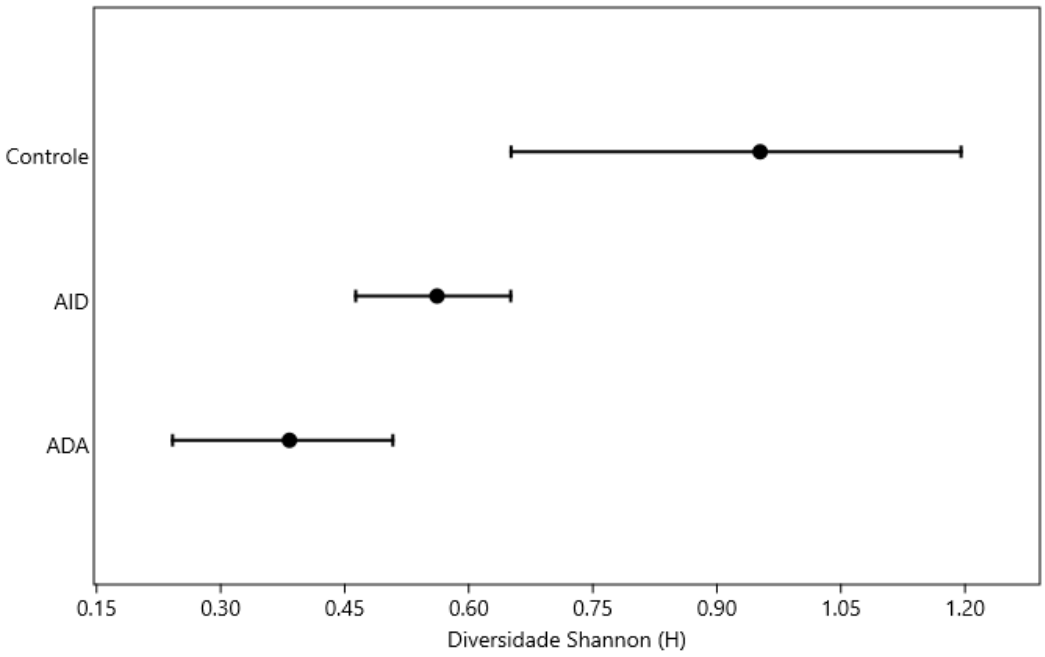


Figura 11.2.1-213: Estimativa de diversidade (Shannon H') de flebotomíneos por área de influência do Projeto Santa Quitéria.

Quanto aos dados comparativos sobre a riqueza dos culicídeos, foram observados os seguintes resultados nas áreas: 3 (Controle), 6 (AID) e 13 (AII). Ao ponderar pela área com menor esforço amostral (pontos Controle), a riqueza fica proporcionalmente compatível entre AID e Controle, sendo a AII a área mais rica em espécies (Figura 11.2.1-214).

Tanto os dados absolutos (Quadro 11.2.1-47) quanto ponderados mostram a AID como a área mais rica e com maior abundância de culicídeos. Os índices de diversidade dos culicídeos corroboram os resultados da rarefação, apontando que para o esforço empregado até o momento, não há diferença significativa entre AID e ADA (Figura 11.2.1-216; Figura 11.2.1-215).

Quadro 11.2.1-47: Indicadores ecológicos calculados a partir dos dados obtidos durante o levantamento da culicídeos realizada nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria

ÁREAS DE INFLUÊNCIA	ABUNDÂNCIA	RIQUEZA	*H'*	*H'* (95% LOWER)	*H'* (95% UPPER)	J'
ADA	117	6	0,54	0,35	0,73	0,298
AID	423	13	1,53	1,41	1,63	0,598
Controle	77	3	0,34	0,20	0,52	0,310
Total	**617**	**13**	-	-	-	-

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

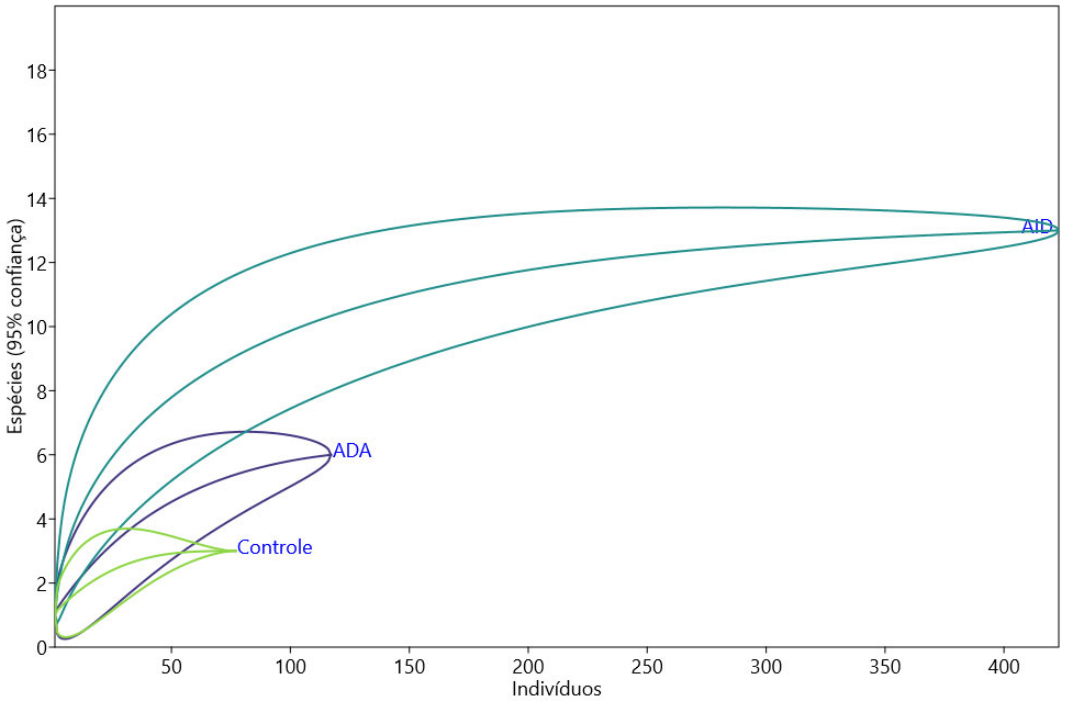


Figura 11.2.1-214: Curva de rarefação para culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria.

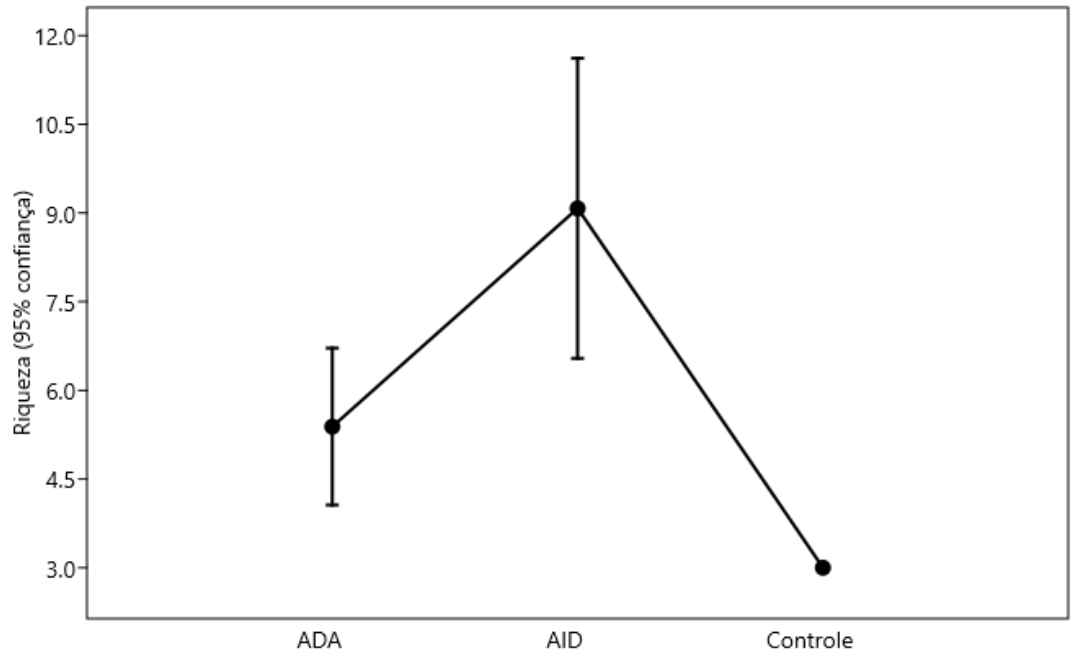


Figura 11.2.1-215: Riqueza de espécies e intervalo de confiança (barras verticais) para o mínimo de indivíduos registrados (N=77) de culicídeos na área do Projeto Santa Quitéria.

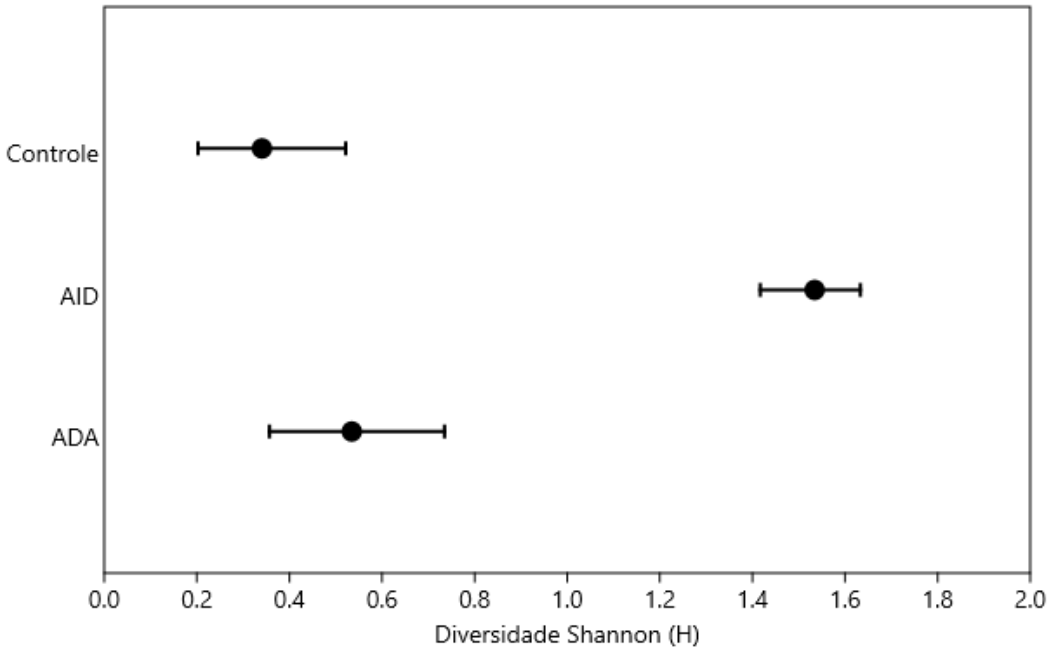


Figura 11.2.1-216: Estimativa de diversidade (Shannon H') de culicídeos por área de influência do Projeto Santa Quitéria.

Quanto a fauna de culicídeos, o período chuvoso teve um gigantesco diferencial para o aumento da densidade destes insetos e consequentemente aumento da diversidade. Coleções hídricas que na Campanha III se destacavam no ambiente, anteriores não existiam, como ocorreu com o açude próximo ao ponto 10, que favoreceu ao surgimento de espécies do gênero *Anofeles*, que são mais adaptadas a esses tipos de criadouros. As espécies *Culex* spp. constantemente são dominantes em praticamente todos os biomas, não sendo diferente nesta região.

A comparação da fauna de flebotomíneos da AII com a fauna da AID mostrou que as áreas com maior ação antrópica, com a presença de criadouros de animais e maior acúmulo de matéria orgânica, têm uma maior diversidade de flebotomíneos, mesmo no período seco. Essa diversidade é causada pela manutenção de criadouros que favorecem a reprodução e a sobrevivência dos flebotomíneos. Além disso, a presença de *Lu. longipalpis*, um importante vetor da leishmaniose visceral, foi maior nas áreas com maior ação antrópica. As amostras desta espécie foram encontradas nos dois períodos de coleta e em todos os pontos amostrais.

C.8. Relevância regional (Comparação entre dados primários e secundários)

Psychodidae

O presente estudo apontou a presença de apenas sete espécies de flebótomos presentes na área do empreendimento do consórcio Santa Quitéria. Contudo, esses dados não foram possíveis serem comparados com os dados do estudo de 2011, uma vez que apenas a espécie *Lutzomyia longipalpis* foi identificada especificamente (ARCADIS LOGOS, 2014).

Em 2005 e 2006, um estudo realizado no município de Sobral foram identificadas 11 espécies de flebotomíneos, sendo a espécie *L. longipalpis* a mais dominante do estudo, o qual relatou a presença também das espécies: *Sciopemyia sordellii*, *Psathyromyia brasiliensis*, *Micropygomyia oswaldoi*, *Nyssomyia whitmani*, *Micropygomyia quinquefer*, *Evandromyia evandroi*, *Evandromyia sericea*, *Micropygomyia villelai*, *Psathyromyia shannoni* e *Evandromyia lenti* (MACEDO *et al.*, 2008).

No estudo realizado para a transposição do rio São Francisco também no estado do Ceará, foram capturadas 18 espécies nos municípios de Missão Velha, Brejo Santo, Lavras da Mangabeira, Iguatu, Mauriti, Jaguaribe e Jaguaretama de 2011 a 2014 (SANTOS-SILVA *et al.*, 2017). A espécies levantadas para o trabalho em questão foram, *Brumptomyai brumpti*, *Denemyia samueli*, *Evandromyia cortelezzii*, *Evandromyia cvandroi*, *Evandromyia lenti*, *Evandromyia walkeri*, *Lutzomyia longipalpis*, *Micropygomyia oswaldoi*, *Micropygomyia peresi*, *Micropygomyia quinquefer*, *Micropygomyia villelai*, *Migonemyia migonei*, *Psathyromyia abonnenci*, *Psathyromyia brasiliensis*, *Psathyromyia shannoni* e *Sciopemyia sordellii* (SANTOS-SILVA *et al.*, 2017).

O resultado do levantamento dos dados secundários aponta que a fauna de flebotomíneos da região do empreendimento pode ser ainda mais diversa que a apresentada nos dados primários deste levantamento. Não obstante as amostras obtidas tenham sido representativas da entomofauna médica local, estudos de longo prazo, como os citados, comumente obtém maior número de registros que os estudos de curto termo, como os levantamentos entomológicos realizados no âmbito do licenciamento ambiental. .

Culicidae

Na Campanha I não houve espécime coletada, havendo apenas um espécime de *Culex* (*Microculex*) sp. coletada na Campanha II. Entretanto através de outras publicações foi possível ter uma noção de quais espécies de culicídeos são passíveis de serem encontradas, especificamente neste bioma, porém não exatamente na mesma região.

Porém na terceira Campanha (período chuvoso) realizada em 2023, os culicídeos apresentaram-se bem mais abundantes e diversos que nas duas campanhas anteriores, com a presença das seguintes espécies identificadas: *Aedes albopictus* (4), *Anopheles albitarsis* (43), *Culex bidens* (15), *Culex declarator* (387), *Mansonia amazonensis* (22), *Mansonia indubitans* (103), *Mansonia pseudotitillans* (3), *Psorophora cyanescens* (3), *Psorophora dimidiata* (6) e outros espécimes que não puderam ser identificados por falta de estrutura morfológica que permitissem chegar ao nível de espécie: *Aedes* sp. (7), *Culex* sp. (12), *Psorophora* sp. (5), e *Uranothaenia* sp. (7).

Em um estudo realizado por CRUZ (2013) foram encontrados 469 mosquitos das espécies: *Anopheles albitarsis* (134); *Ochlerotatus scapularis* (16); *Aedomyia squamippenis* (10); *Culex chydesteri* (130); *Culex coronator* (4); *Culex maxi* (95); *Culex aureonotatus* (28); *Culex bastagarius* (31); *Mansonia indubitans* (1); *Uranotaenia apicalis* (4); *Uranotaenia lowii* (2); Outros (14), embora em tal estudo tenha sido realizado no estado de Sergipe, foi feito exclusivamente em ambiente de Caatinga e realizado por 15 meses consecutivos (julho/2011 a outubro/2012) abrangendo, os períodos chuvosos e secos.

Nas coletas anteriores, realizadas para este empreendimento no ano de 2011 foram encontrados 600 espécimes distribuídos nas seguintes espécies: *Anopheles albitarsis* (149); *Culex* spp. (208); *Aedes albopictus* (3); *Mansonia indubitans* (2); *Mansonia titillans* (145); *Coquillettidia shannoni* (12); *Coquillettidia fasciolata* (9); *Coquillettidia venezuelensis* (4); *Ochlerotatus scapularis* (64); *Ochlerotatus serratus* (2); *Uranotaenia ditaenionota* (2), esses resultados foram obtidos a partir de duas campanhas na região em dois períodos distintos: seco (17/08/2011 a 28/08/2011) e chuvoso (12/05/2011 a 17/05/2011). Os números são similares aos obtidos pelas três campanhas realizadas no EIA atual (TERRA MAIS , 2021), pois obteve-se 617 indivíduos pertencentes a nove espécies, além de espécimes de quatro gêneros para os quais não foi possível identificar a espécies devido à danificação de suas estruturas morfológicas.

Triatomíneos

Em um estudo realizado em Pernambuco no período de 2006 a 2015 observou-se a diminuição da colonização intradomiciliar devido às atividades de borrifação, destacando neste estudo ainda a necessidade de manutenção da vigilância ativa e passiva nessas regiões (SILVA, 2017). O mesmo pôde ser observado no estado de Minas Gerais, onde no estudo destaca-se que os vetores autóctones persistem colonizando outros habitats (DIOTAIUTI *et al.*, 1995). Dessa forma, manter a supervisão da localidade nos diferentes ecótopos se faz importante.

No levantamento do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado em Santa Quitéria no ano de 2011 foram relatadas três espécies, capturadas na estação seca: *Triatoma brasiliensis*, *Triatoma pseudomaculata* e *Panstrongylus lutzi*, sendo os dois últimos encontrados infectados com *Trypanosoma cruzy* na estação seca. Em outro estudo realizado com triatomíneos coletados pelos moradores em diversos municípios do Ceará em 2004, a espécie *Panstrongylus lutzi* também foi encontrada infectada com *T. cruzy* e ingurgitada com sangue de ave e roedor no município de Santa Quitéria (CARANHA *et al.*, 2006).

No município de Russas, Ceará, que possui características semelhantes aos pontos dos assentamentos de Santa Quitéria, TEIXEIRA (2011) descreve que as maiores densidades de triatomíneos coletados foram em peridomicílios que possuíam amontoados de madeiras. Nessa localidade, a maior frequência de captura ocorreu em rochas, sendo está um ecótopo natural de T. brasiliensis (TEIXEIRA, 2011). Comparando assim o ambiente descrito no EIA de 2014 em Santa Quitéria com o observado nas atuais campanhas, houve uma alteração ambiental principalmente com o manejo de amontoados de madeira e telhas registrados no campo realizado em 2011, o que pode ter favorecido a redução das infestações juntamente com as ações eficientes da vigilância local. Cabe ressaltar ainda, que anteriormente, este vetor foi registrado somente no Assentamento Morrinhos (ARCADIS 2014). Nas três últimas campanhas, no mesmo local, não houve registro de nenhum exemplar.

A Quadro 11.2.1-48 Lista as espécies de insetos de interesse à saúde pública registrados para a Caatinga a partir de estudos realizados próximos à área do Projeto Santa Quitéria e os resultados do presente estudo, nas campanhas de novembro de 2020 e fevereiro de 2021 e abril e maio de 2023.

Quadro 11.2.1-48: Lista de espécies de insetos de interesse à saúde pública registrados para a Caatinga a partir de estudos realizados próximo ao empreendimento do Consorcio Santa Quitéria; e comparação com as espécies encontradas no presente estudo, em Santa Quitéria-CE, em novembro de 2020 e fevereiro de 2021

TÁXONS	ARCADIS LOGOS, 2014	MACEDO *ET AL* 2008	SANTOS-SILVA *ET AL* 2017	CRUZ, 2013	TEXEIRA, 2011	DADOS PRIMÁRIOS 2021*	DADOS PRIMÁRIOS 2023*
DIPTERA							
Psychodidae							
Brumptomyai brumpti			X				
Denemyia samueli			X			X	
Evandromyia cortelezzii			X				
Evandromyia evandroi		X	X				
Evandromyia lenti		X	X			X	X
Evandromyia walkeri			X				
Lutzomyia longipalpis	X	X	X			X	X
Micropygomyia peresi			X			X	X
Micropygomyia oswaldoi		X	X				X
Micropygomyia quinquefer		X	X				
Micropygomyia villelai		X	X				X
Migonemyia migonei			X			X	
Nyssomyia whitmani		X					
Psathyromyia abonnenci			X				
Psathyromyia brasiliensis		X	X				X

TÁXONS	ARCADIS LOGOS, 2014	MACEDO *ET AL* 2008	SANTOS-SILVA *ET AL* 2017	CRUZ, 2013	TEXEIRA, 2011	DADOS PRIMÁRIOS 2021*	DADOS PRIMÁRIOS 2023*
Psathyromyia shannoni		X	X				
Sciopemyia sordellii		X	X				
Culicidae							
Aedes albopictus	X						X
Aedomyia squamippenis				X			
Anopheles albitarsis	X			X			X
Coquillettidia fasciolata	X						
Coquillettidia shannoni	X						
Coquillettidia venezuelensis	X						
Culex bidens							X
Culex chydesteri				X			
Culex coronator				X			
Culex declarator							X
Culex maxi				X			
Culex aureonotatus				X			
Culex bastagarius				X			
Culex (Microculex) spp						X	
Culex spp.	X						X
Mansonia indubitans	X			X			X

TÁXONS	ARCADIS LOGOS, 2014	MACEDO *ET AL* 2008	SANTOS-SILVA *ET AL* 2017	CRUZ, 2013	TEXEIRA, 2011	DADOS PRIMÁRIOS 2021*	DADOS PRIMÁRIOS 2023*
Mansonia titillans	X						X
Mansonia pseudotitillans							X
Psorophora cyanescens							X
Psorophora dimidiata							
Psorophora spp.							X
Ochlerotatus scapularis	X			X			
Ochlerotatus serratus	X						
Uranotaenia apicalis				X			
Uranotaenia ditaenionota	x						
Uranotaenia lowii				x			
Uranotaenia spp.							X
HEMÍPTERA							
Triatominae							
Panstrongylus lutzi	x						
Triatoma brasiliensis	x				x		
Triatoma pseudomaculata	x						

**Resultado das últimas campanhas. Elaboração: Tetra Mais, 2023.*

Culicidae

As espécies encontradas nas áreas de influência do projeto Santa Quitéria têm sido frequentemente incriminadas como vetores de agentes etiológicos de doenças ao homem ou a outros animais. Destaca-se a possibilidade de surtos esporádicos de arboviroses devido ao relato anterior de espécies do gênero *Culex* e *Aedes* e a introdução de novos ciclos de transmissão de malária com trabalhadores oriundos de outras regiões endêmicas (principalmente norte do Brasil) e previamente parasitados por diversas espécies de *Plasmodium* (*P. falciparum*, *P. vivax* e *P. malariae*) que são as mais comuns no país tendo em vista que foi relatado vetor anofelino na região, como é o caso do *Anopheles albitarsis* encontrado na Campanha III.

A coleta de apenas um espécime de *Culex* (*Microculex*) spp. nas Campanhas I e II sugere fortemente que a fauna de Culicidae da região, apesar de existente, não pôde ser bem representada devido ao clima seco e de poucas chuvas em ambos os períodos de coleta. Uma vez que os ovos de culicídeos possuem a capacidade de aguentar longos períodos de seca (diapausa), eclodindo para seu desenvolvimento até adulto após um período de chuvas e acúmulo de água nos criadouros (CONSOLI & LOURENÇO-OLIVEIRA, 1994; SILVA & SILVA, 1999).

De fato, o retorno das chuvas favoreceu o surgimento de outras espécies de culicídeos antes não coletadas.

De acordo com a Instrução Normativa IBAMA nº 141/2006 (IBAMA 2006) que regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva; Art. 1º e 4º, incluindo todos seus incisos, sugere-se a análise criteriosa da Nota Técnica N° 16/2009 CGPNCM/DEVEP/SVS do Ministério da Saúde, que define diretrizes para o estabelecimento do Plano de Ação para o Controle de Malária em caráter preventivo ou profilático, levando em consideração que a região não é endêmica para a malária. Ademais, citam-se as Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue de 2019 define em seu item 5.2 a Vigilância epidemiológica e no item 5.3 o Controle vetorial, ambos de responsabilidade do poder público.

Psychodidae

Após a coleta, o presente levantamento demonstra que a ação antrópica dos pontos amostrais dos assentamentos, casas habitadas, bem como o escritório da INB, favorecem o desenvolvimento das formas imaturas de flebotomíneo, enquanto as AII não exercem um papel importante na manutenção de criadouros desses insetos.

Nas AII, pontos 3, 5, 6 e 7 foram coletados durante a Campanha I três espécies de flebotomíneos: *Lutzomyia longipalpis*; *Evandromyia lenti*; *Micropygomyia peresi*. Sendo que esta última não apresenta qualquer interesse médico-veterinário até o momento. Contudo, *Ev. lenti* apesar de não ser incriminada até o momento, apresenta evidências de participar do ciclo da leishmaniose, mesmo que sem apresentar importância médica para transmissão ao homem. Enquanto na Campanha II, além da presença de *Ev. lenti* e *Lu. longipalpis* em todos os pontos amostrais positivos da AII (3, 5, 6, 7 e 9), também estiveram presentes a espécie *Micropygomyia peresi* nos pontos 7 e 9, e as espécies *De. samueli* e *Mi. villelai* nos pontos 7 e 9.

Na Campanha III a espécie *Lu. longipalpis* mais uma vez se destaca por estar presente na maioria dos pontos amostrais, não sendo encontrado apenas nos pontos 10 e controles (11 e 12), e foi possível coletar uma amostra da espécie *Psathyromyia brasiliensis* no ponto 9, espécie ainda não registrada na região do empreendimento, porém já detectada anteriormente no estado do Ceará.

Destacamos, a presença em dominância da espécie *Lu. longipalpis*, que é principal vetor de um importante agravo endêmico na região: a leishmaniose visceral. Um estudo realizado em fortaleza associou o aumento da incidência de casos de LV nesta região do Ceará com o período chuvoso de janeiro a junho, correlacionando com o aumento da densidade do vetor *Lu. longipalpis* (RODRIGUES *et al.*, 2017), onde o aumento dessa densidade também foi observado. Além disso, a comparação dos pontos de AII onde há maiores ações antrópicas apresentando as maiores densidades de *Lu. longipalpis*, comparada com a maior equitabilidade dos pontos controle reforçam a descrição em literatura de que a ação antrópica e a presença de animais favorecem às altas densidades do vetor. Esses fatores aumentam a necessidade de vigilância na região, bem como ações de promoção da saúde com a população residente que visem a prevenção da LV.

Apesar da Campanha III apresentar uma umidade do solo bem mais elevada que na Campanhas I e II, o período prolongado de seca que antecedeu a Campanha III reduziu a densidade de flebotomíneos na região, levando um tempo para o reestabelecimento da fauna

a níveis anterior a 2020, portanto as coletas nas três campanhas representam apenas uma fração ainda reduzida da fauna local.

Triatomíneos

O encontro da espécie *T. brasiliensis* na campanha de 2011 faz-se necessário estar alerta na localidade, uma vez que esta espécie se tornou a principal espécie vetor após a erradicação da Doença de Chagas transmitida pelo *Triatoma infestans*, e por ser comum no intradomicílio, quando presente. Apesar de no EIA de 2011 esta espécie não ter sido encontrada infectada, sugerindo em estudos anteriores que não se constitui em uma espécie importante para o ciclo de chagas da região, o achado, na mesma ocasião, da infecção de *T. pseudomaculata* e *P. Lutzi* reforçam a necessidade de ações de vigilância constante, por parte do poder público municipal, bem como ações de promoção da saúde com a população local.

E. Relatório Fotográfico

Figura 11.2.1-217 – Lâminas montadas em laboratório para identificação dos flebotomíneos coletados.

Figura 11.2.1-218 – Detalhe da genitália da fêmea de flebotomíneo para identificação (*Ev. oswaldoi*).

Figura 11.2.1-219 - Detalhe do cibário para identificação flebotomíneos (*Lu. longipalpis*).

Figura 11.2.1-220 - *Culex declarator* visualizado em lupa estereoscópica para identificação.

Figura 11.2.1-221 – *Culex bidens* visualizado em lupa estereoscópica para identificação.

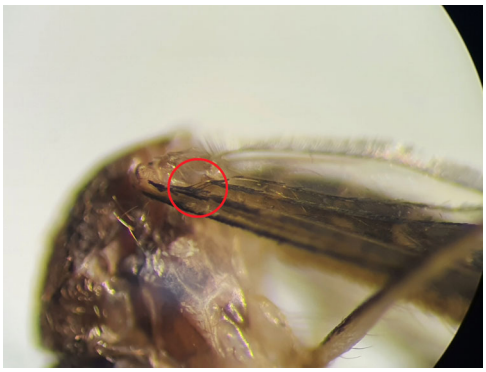


Figura 11.2.1-222 - Detalhe do remídio, estrutura característica de espécies do gênero *Culex*.

11.2.1.2 Covariáveis Ambientais

11.2.1.2.1 Introdução

O avanço do uso dos recursos naturais pelo homem causa intensas modificações nos ecossistemas, tendo como resultado a degradação das áreas naturais, perda da biodiversidade e alteração dos ecossistemas (DE LIMA et al., 2020; THOMPSON, 2011). Esses efeitos reduzem a capacidade dos ecossistemas de manterem os serviços ecossistêmicos, como o tamponamento de efeitos de mudanças climáticas, processos ligados à regeneração ambiental, à dinâmica populacional e composição das comunidades (*e.g.* a discussão sobre redundância funcional ecossistêmica; BIGGS et al., 2020).

As modificações dos recursos naturais pela ação humana podem ser tão intensas que a abrangência desses efeitos negativos é utilizada para entendimento dos processos que interferem nos ecossistemas (LUQUE; IVERSON, 2018; MACKENZIE et al., 2006). Os

parâmetros ambientais são utilizados como mecanismos de interpretação da condição e características do ambiente natural, podendo levar em consideração a configuração das espécies da flora e fauna que ocorre.

Considerando, portanto, que o homem causa intensas modificações no ambiente, as informações da estrutura da vegetação e os aspectos abióticos, por exemplo, podem ser utilizados para identificar os elementos e avaliar de forma sistemática quais fatores estão atuando sobre o padrão populacional e permanência das espécies de flora e fauna no ambiente (BRUGGEMAN et al., 2016; MOORE et al., 2019). Outro aspecto que pode ser avaliado são os bioindicadores que mostrem possível relação intrínseca entre espécie da fauna e a qualidade do habitat que está inserida (MARTINS et al., 2011).

Neste sentindo, as informações da estrutura florestal poderão indicar as tendências que atuam na distribuição das espécies e na composição das populações que ocorrem conjuntamente na localidade ou identificar os níveis de modificação causados pela ação humana (LAURANCE et al., 2006; MACKENZIE et al., 2006), podendo compreender a dinâmica da variação da formação das comunidades. Para a fauna, estudos indicam que os fatores ambientais podem explicar o padrão de distribuição das espécies (MOUCHET et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2015; WEARN et al., 2016), assim como a existência de um habitat adequado para a espécie são fatores fundamentais para a manutenção dessas comunidades (MOORE et al., 2019). A quantidade de recursos oferecidos pelas áreas naturais influencia diretamente nos nichos, podendo guiar os locais de uso para alimentação, poleiro, forrageamento e reprodução.

Na perspectiva de entender quais questão e fatores podem atuar sobre a distribuição da fauna no Projeto Santa Quitéria, este relatório fará uma abordagem comparativa das covariáveis ambientais (estrutura da vegetação e aspectos climáticos locais) para buscar padrão que expliquem a ocorrência da fauna local. Esses parâmetros são traçados em vista da necessidade de conhecimento da fauna local, identificar a potencialidade e riqueza de espécies que ocorrem por meio do monitoramento ambiental, de modo que essas informações orientem a tomada de decisão para o uso dos recursos naturais na localidade e nas ações de conservação da biodiversidade local (SUTTER et al., 2015).

O conhecimento das possíveis relações da estrutura florestal e influência dos fatores abióticos sobre a atividade comportamental da fauna, pode contribuir para a exploração do entendimento de forma geral da riqueza de espécies que ocorre no ecossistema, embora não possa ser o único viés de explicação para esclarecer o padrão de distribuição das comunidades (PARODY; CUTHBERT; DECKER, 2001). Dessa forma, este capítulo terá como objetivo a investigação dos principais parâmetros para entendimento dos possíveis padrões

que expliquem a distribuição das espécies e sua abundância; e quais aspectos da interação ambiental estão interferindo sobre a distribuição da fauna local.

A. Metodologia

A.1. Levantamento de dados

A amostragem das covariáveis visou coletar informação dos aspectos bióticos e abióticos para avaliar as possíveis entendimento da diversidade de fauna presentes nas áreas de intervenção do empreendimento. Os dados compreendem a coleta de 18 covariáveis ambientais: umidade relativa do ar, umidade do solo, intensidade luminosa/iluminância, temperatura do ar, temperatura do solo, altura média da vegetação herbácea, área de cobertura da serrapilheira, densidade média da vegetação herbácea, contagem de todos os indivíduos arbóreos com diâmetro na altura do peito maior que 10 cm (DAP > 10 cm), contagem de indivíduos arbóreos DAP > 10 cm próximos (dentro de raio de 3 m do ponto de coleta) e altura média dos indivíduos arbóreos (Quadro 11.2.1-49).

A coleta das amostras foi planejada de acordo com a sazonalidade local, respeitando os intervalos com chuva e baixa precipitação (seca). As campanhas de coleta de dados foram realizadas entre os dias 14 e 18 de dezembro de 2020 (período seco), a segunda campanha entre os dias 17 e 21 de maio de 2021 (estação chuvosa) e a terceira campanha entre os dias 16 e 26 de maio 2023 (estação chuvosa), considerando a coleta dos dados em 33 parcelas correspondentes aos pontos do levantamento dos grupos de fauna.

A.2. Área de estudo

As áreas de amostragem compreendem as delimitações das áreas de influências do empreendimento, correspondente à realização do diagnóstico de EIA/RIMA da flora e fauna. A área do empreendimento está localizada no município Santa Quitéria, no estado do Ceará.

No estado do Ceará o bioma da Caatinga (Savana Estépica) compreende a aproximadamente 87,7% do território (MMA, 2016). O município de Santa Quitéria é considerando o terceiro com maior proporção de área florestada, possuindo aproximadamente 508.397 hectares, o que representa 84% de seu território com cobertura florestal. A vegetação presente nas áreas de influências do empreendimento pertence ao bioma da Caatinga (IBGE, 2012), possuindo as fitofisionomias de Savana Estépica Arborizada e trechos com Savana Estépica Florestada (Figura 11.2.1-223). Embora a área apresente uma ampla distribuição de localidades florestadas, observam-se áreas consideradas antropizadas, com predomínio de jurema-preta, ou áreas descampadas com predomínio de espécies herbáceas e de indivíduos arbóreos/arbustivos isolados (Figura 11.2.1-224).

Figura 11.2.1-223. Presença da vegetação contendo árvores e arbustos.

Figura 11.2.1-224. Vegetação aberta com predomínio de espécies subarbustivas.

A região do empreendimento apresenta uma rica composição de espécies arbóreas e arbustivas, por meio da coleta de dados da estrutura foi observado o predomínio das espécies arbóreas, como amburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos*), pau-branco (*Cordia oncocalyx*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), marmeleiro (*Croton sonderianus*),

catingueira (*Cenostigma pyramidale*), pinhão (*Jatropha molíssima*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).

Outra evidência da influência antrópica na localidade é a presença de bovinos soltos no espaço das áreas de influências (Figura 11.2.1-225). Esses animais são direcionados às áreas com vegetação nativas para a alimentação. No entanto, sua presença frequente pode acarretar diversos impactos negativos sobre a vegetação, tais como a redução do processo de regeneração natural, redução de populações das plantas nativas, compactação do solo, proliferação de zoonoses aos animais silvestres, dentre outros impactos (DO NASCIMENTO CARVALHO; DE SOUSA LEITE; DA COSTA LOBATO, 2022).

Figura 11.2.1-225. Presença de bovinos nas áreas de influências.

A.3. Procedimentos de amostragem das covariáveis climáticas e estruturais

O desenho amostral seguiu modelo metodológico proposto por FREITAS et al. (2002), com adaptações que atendessem as características ambientais da área de estudo. O procedimento metodológico considera para a avaliação da estrutura da vegetação com o uso de uma parcela e quatro pontos de coletas das variáveis ambientais e composição herbáceas, considerando as dimensões do gabarito de 1 m2 (Figura 11.2.1-227) necessárias para a coleta das informações. Dessa forma, o desenho amostral representou 33 parcelas para a avaliação da estrutura das espécies arbóreas, cada parcela com 4 pontos de amostragem (total 132 pontos) para as covariáveis e avaliação da cobertura do solo pelas espécies herbáceas e

arbustivas. As unidades amostrais onde foram coletadas as medidas das covariáveis correspondem aos pontos de coleta da fauna, sendo os 14 pontos referentes aos vertebrados (Herpetofauna, Avifauna e Mastofauna) 12 pontos correspondente ao levantamento de Lepidópteros e 7 pontos referentes ao levantamento de Apídeos e Formicídeos.

Utilizando um GPS, cada ponto amostral teve seu centro demarcado para montagem de uma parcela circular com 15 metros de raio que teve todos os indivíduos arbóreos com CAP > 15 cm amostrados, registrando sua altura e coordenadas geográficas. Dentro de cada parcela, as amostragens de dados microclimáticos foram realizadas em 4 pontos amostrais equidistantes do centro, formando uma cruz com os pontos em direções opostas. As medidas climáticas eram amostradas a 50 cm do solo, utilizando um multisensor ambiental MASTECH MS6300 calibrado (Figura 11.2.1-226), que aferia os dados de Temperatura (° C), Umidade do Ar (Umidade Relativa) e Iluminância (Lux). Para a realização de medidas medias de temperatura do Solo (° C) e de Umidade do Solo (m^3/m^3) era retirada a camada superficial de serapilheira e de pedregulhos de dentro do gabarito e inserido as agulhas do sensor Teros III acoplado à emissor Bluetooth ZSC (Figura 11.2.1-226).

Figura 11.2.1-226. Exemplo da medição de dados do microclima realizada com multisensor ambiental (A) e sensor do solo (B).

Para cada ponto amostral, o gabarito foi disposto horizontalmente e era estimada a porcentagem de obstrução da cobertura de serrapilheira e densidade de vegetação herbácea. Depois dessa medida, o gabarito era disposto verticalmente e a densidade média da vegetação até 1 m de altura era aferida por estimativa de obstrução da vegetação até 3 metros de profundidade (Figura 11.2.1-227; Figura 11.2.1-228).

Durante o trabalho de campo, as espécies de plantas foram identificadas com seus nomes científicos e atualizadas por meio de consulta da plataforma Flora e Funga do Brasil (REFLORA, 2023), adotando a classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016).

Figura 11.2.1-227 - Exemplo da estimativa de obstrução da serrapilheira com auxílio de gabarito de 1 m².

Figura 11.2.1-228 - Exemplo da estimativa de obstrução do sub-bosque com auxílio de gabarito de 1 m² disposto verticalmente.

A.4. Análise de dados

Ao considerar os dados coletados em campo para a estrutura da vegetação, foram estimados o número de indivíduos arbóreos nas parcelas, o número de espécies, a média do diâmetro na altura do peito (DAP) dos indivíduos arbóreos, o somatório das áreas seccionais e a altura média desses indivíduos. A partir desses valores foram verificadas as variáveis de estrutura de vegetação, referenciadas nas análises pelas siglas:

+ Riqueza de espécies de árvores (RIQUE_ÁRVO);
+ Diversidade arbórea (índice de Simpson; DIVER_FLORA);
+ Riqueza de famílias botânicas (CONT_FAM);
+ Diversidade de famílias botânicas (índice de Simpson; DIVER_FAM);
+ DAP arbóreo médio (DAP_MÉDIO);
+ Área basal (ÁREA_BASAL);
+ Altura média das árvores (ALTURA_MÉDIA).

Essas variáveis da estrutura foram somadas com os dados das covariáveis abióticas e de avaliação do sub-bosque:

+ Umidade relativa do ar (UMI_AR);
+ Temperatura do ar em graus Celsius (TEMP_AR);
+ Intensidade luminosa/iluminância (LUZ);
+ Umidade relativa do solo (UMID_SOLO);
+ Temperatura do solo em graus Celsius (TEMP_SOLO);
+ Altura média da vegetação herbácea (HERB_PARC);
+ Area de cobertura da camada de serrapilheira em % (COBER_SERRAP);
+ Densidade média da vegetação herbácea (DENS_HERB);
+ Contagem de todos os indivíduos arbóreos com diâmetro na altura do peito maior que 10 cm (DAP > 10 cm) na parcela (CONT_ÁRVORE);
+ Contagem de indivíduos arbustivos DAP > 10 cm próximos (dentro de raio de 3 m do ponto de coleta; IND_PROX);
+ Altura média dos indivíduos arbustivos DAP > 10 cm próximos (dentro de raio de 3 m do ponto de coleta; ALTURA_IND).

Não foram detectados em campo corpos hídricos temporários ou permanentes no raio de 30 m dos pontos de amostragem da fauna, por isso essa variável não foi incluída como uma das variáveis ambientais analisadas. Visando comparar essas variáveis com os dados da fauna, foi feito uma padronização dos dados na tentativa de reduzir os ruídos pela presença de valores extremos. Assim como foi realizado o cálculo de média, mediana e variação de cada uma das covariáveis, considerando os dados brutos coletados nos 4 pontos de cada parcela para as três campanhas (Quadro 11.2.1-49). Foram copilados os dados das covariáveis em função da abundância e/ou número de espécie para cada grupo da fauna - Lepidoptera, Apideae, Formicideae, Herpetofauna, Avifauna, Mastofauna e Quiropterofauna. Os dados das 18 covariáveis, bem como a riqueza e abundância da fauna, foram calculados por ponto para cada estação (úmida e seca) e em três campanhas.

Para avaliar a relação entre as variáveis ambientais e a matriz de composição e abundância dos diferentes grupos da fauna amostrados, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA em inglês; LEGENDRE; LEGENDRE, 2012), utilizando o software livre Past, versão 4.13 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Esta análise foi desenvolvida justamente com o intuito de identificar a relação entre duas matrizes de informação, uma delas composta por variáveis ambientais e uma outra que possua descritores dos padrões de abundância e composição de espécies de uma comunidade (PROVETE; SILVA; SOUZA, 2011). Na CCA as amostras são ponderadas de acordo com o total, fazendo com que haja uma distinção exagerada em amostras com muitas espécies raras. Por esse motivo, é recomendável que seu uso seja feito em situações onde as espécies raras foram adequadamente amostradas e são consideradas indicadores de características do

ecossistema, do contrário, é recomendável que as espécies raras sejam previamente retiradas da análise (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011). Todas as comunidades analisadas tiveram, portanto, seus dados analisados de forma exploratória antes de serem submetidos à CCA para que o padrão de composição fosse avaliado.

Ser abundante ou rara é uma característica específica que tem a ver basicamente com a extensão de distribuição de uma espécie e de sua abundância em um determinado local de amostragem para o método empregado (GASTON, 1994). Para determinar quais espécies seriam excluídas da análise por serem raras, usamos um critério intermediário entre o que é recomendado por GASTON (1994, p. 19), do quartil menos abundante, *i.e.*, 25% dos táxons menos frequentes, e um número arbitrário que poderia subestimar muitas comunidades. Selecionamos as espécies que somadas continham ao menos 75% de toda a abundância, ou até as espécies que representassem individualmente 1% de toda a amostra, a forma que fosse menos excludente. Isto , em tese, minimiza o risco de inclusão de ruído na análise, seja pela inclusão de espécies de fato biologicamente raras, das abundantes mas não favorecidas pelo método empregado em campo para seu registro, mas também para não limitar a amostra apenas a poucas espécies muito dominantes e eventualmente de biologia similar (FLATHER; HULL SIEG, 2007), o que geraria uma homogeneização artificial da comunidade amostrada.

Como não há uma hipótese estatística e ecológica por trás desse estudo que direcione a tomada de dados em campo e os testes, corre-se um risco comum em estudos exploratórios, de serem inclusas variáveis ambientais em número exagerado, confundindo a interpretação dos dados (PROVETE; SILVA; SOUZA, 2011). O procedimento a ser adotado nesses casos é o de testar as variáveis medidas quanto a seu grau de correlação mútua, para eliminar das análises variáveis com alto grau de redundância de informação. Este procedimento foi feito a partir do emprego da correlação de Spearman para o conjunto das variáveis ambientais, também utilizando o software Past 4.13. Foram inclusos os valores médios das 18 variáveis medidas em campo para cada campanha (Quadro 11.2.1-49). Foram elencadas para serem removidas das análises subsequentes as variáveis que apresentassem correlação significativa e com coeficiente maior que 0,7 a outras variáveis que pudessem trazer informações semelhantes ao conjunto dos dados. Por exemplo, riqueza de espécies e o índice de diversidade são medidas altamente correlacionadas, porque o índice de diversidade é calculado em cima dos dados de riqueza e abundância. Portanto, no caso de se ter duas variáveis como essas é mais prudente utilizar apenas a variável riqueza, que representa a medida bruta da informação biológica considerada. Para todas as análises foi considerado o nível de $\alpha = 0,05$.

Quadro 11.2.1-49- Valores brutos de cada uma das 18 variáveis ambientais medidas por ponto de coleta em cada campanha referente às estações seca e chuvosa, campanhas 1, 2 e 3, respectivamente.

PONTO	PONTO FAUNA	CAMP	UMI AR	TEMP AR	LUZ	UMID SOLO	TEMP SOLO	IND PROX	ALTURA IND	COBER SERRAP	HERB PARC	DENS HERB	CONT ÁRVORE	RIQUE ÁRVO	DIVER FLORA	ÁREA BASAL	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	CONT FAM	DIVER FAM
P01FT	Vert_8	1	60,30	28,68	6950	0,02	28,40	2,0	1,3	94,3	1,5	30,3	28	6	0,78	19241,5	13,6	3,0	5	0,75
P01FT	Vert_8	2	51,55	34,28	1176	0,13	33,88	43,8	4,8	45,0	23,3	56,3	20	6	0,73	14956,3	16,1	5,0	3	0,60
P01FT	Vert_8	3	59,10	34,00	732	0,08	31,90	4,0	2,9	45,0	0,5	40,0	19	5	0,62	5327,4	10,8	4,4	4	0,43
P02FT	Vert_7	1	37,08	36,50	4713	0,03	36,10	2,3	2,9	84,5	0,8	62,5	33	6	0,57	17997,4	14,2	3,5	6	0,57
P02FT	Vert_7	2	54,25	33,13	681	0,06	33,20	31,0	5,5	97,5	60,3	45,0	23	7	0,60	10716,0	12,5	5,2	5	0,56
P02FT	Vert_7	3	63,23	29,15	303	0,08	28,48	3,0	5,4	21,3	0,8	30,0	32	7	0,54	8219,6	12,9	6,0	5	0,52
P03IN	Formicidae_3	1	34,68	37,28	9500	0,03	36,10	0,5	1,0	8,5	0,8	5,8	4	2	0,38	1732,6	16,9	3,0	2	0,38
P03IN	Formicidae_3	2	49,23	35,30	2955	0,05	35,05	29,8	2,3	52,5	55,0	50,0	3	2	0,44	2316,9	20,4	5,3	2	0,44
P03IN	Formicidae_3	3	62,33	33,00	938	0,08	30,90	0,8	0,8	55,0	0,0	16,3	4	2	0,38	1086,2	13,3	4,6	2	0,38
P04LEP	Lepd_4	1	30,55	39,63	5888	0,03	37,93	1,3	1,6	72,0	1,5	43,8	15	3	0,52	8373,1	12,8	2,8	3	0,52
P04LEP	Lepd_4	2	51,35	34,45	1155	0,04	34,18	29,3	5,5	81,3	39,3	71,3	7	3	0,65	1512,7	9,7	4,3	3	0,65
P04LEP	Lepd_4	3	54,40	35,05	955	0,09	33,98	3,3	2,6	67,5	1,0	50,0	26	7	0,75	6083,9	8,4	4,5	4	0,65
P05IN	Formicidae_4	1	45,03	30,85	6088	0,02	30,40	2,8	2,8	45,0	1,0	15,0	26	5	0,60	2808,6	8,9	2,3	5	0,60
P05IN	Formicidae_4	2	59,43	31,10	4638	0,14	30,83	29,8	3,8	36,3	60,8	58,8	11	5	0,76	1052,4	7,8	5,1	3	0,53
P05IN	Formicidae_4	3	64,83	31,68	801	0,07	30,63	2,0	2,4	88,8	2,5	48,8	33	9	0,69	3154,9	8,7	3,7	6	0,61
P06FT	Vert_1	1	48,45	31,60	6915	0,02	31,00	0,8	3,3	72,8	1,0	61,3	17	5	0,71	4860,8	9,3	2,3	5	0,71
P06FT	Vert_1	2	59,83	31,10	4970	0,18	30,80	32,8	3,5	52,5	58,3	66,3	14	5	0,55	18218,1	18,1	5,6	3	0,26
P06FT	Vert_1	3	53,23	36,15	740	0,06	34,38	2,3	1,9	83,8	1,8	30,0	17	6	0,73	2827,2	9,5	3,7	5	0,71
P07LEP	Lepd_7	1	35,08	34,75	3488	0,02	33,85	2,0	3,0	67,3	1,3	24,5	28	5	0,67	16967,0	14,7	3,7	5	0,67
P07LEP	Lepd_7	2	57,95	31,80	5446	0,13	31,73	37,8	5,0	57,5	54,0	32,5	21	6	0,63	19803,8	17,6	5,5	4	0,56
P07LEP	Lepd_7	3	58,80	33,73	312	0,07	32,53	4,8	2,8	48,8	1,3	35,0	16	4	0,68	3147,9	9,5	3,7	3	0,65
P08LEP	#N/D	1	66,85	27,30	3693	0,02	26,90	1,5	2,9	57,0	0,5	7,3	14	6	0,73	9137,3	16,9	3,9	4	0,62
P08LEP	#N/D	2	68,40	28,78	3153	0,15	28,75	30,0	3,8	30,3	37,0	60,0	15	9	0,79	20399,9	19,4	6,0	5	0,70
P08LEP	#N/D	3	77,93	27,30	1021	0,07	27,45	2,3	2,9	82,5	3,0	31,3	21	9	0,73	9055,4	13,1	5,0	3	0,70
P09FT	Vert_2	1	38,05	36,08	10375	0,02	35,33	3,3	3,5	84,3	2,0	71,3	17	4	0,52	12959,9	16,6	4,7	3	0,51
P09FT	Vert_2	2	55,03	33,75	1474	0,15	33,78	32,8	5,8	98,8	55,5	65,0	15	6	0,66	9141,2	13,6	5,7	4	0,60
P09FT	Vert_2	3	66,33	32,03	697	0,08	31,25	3,3	3,5	51,3	1,0	42,5	15	6	0,60	6945,3	13,5	7,3	4	0,56
P10FT	Vert_12	1	33,05	38,38	11975	0,02	36,78	2,0	7,0	71,3	1,5	8,8	25	5	0,67	17483,0	14,0	4,4	5	0,67
P10FT	Vert_12	2	53,98	31,78	616	0,17	31,88	27,3	5,8	77,5	45,5	41,3	19	6	0,71	21817,6	17,9	7,1	3	0,59
P10FT	Vert_12	3	57,73	35,60	939	0,14	31,73	1,5	2,1	85,0	0,5	87,5	20	4	0,66	8913,8	14,1	8,1	3	0,58
P11FT	Vert_13	1	41,23	37,48	11125	0,03	34,88	3,0	3,3	73,0	0,5	20,0	31	6	0,75	20856,2	14,5	3,3	3	0,50

PONTO	PONTO FAUNA	CAMP	UMI AR	TEMP AR	LUZ	UMID SOLO	TEMP SOLO	IND PROX	ALTURA IND	COBER SERRAP	HERB PARC	DENS HERB	CONT ÁRVORE	RIQUE ÁRVO	DIVER FLORA	ÁREA BASAL	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	CONT FAM	DIVER FAM
P11FT	Vert_13	2	48,70	34,05	1135	0,12	33,48	28,3	6,3	95,0	60,8	57,5	14	6	0,76	1407,4	8,3	3,6	3	0,56
P11FT	Vert_13	3	78,40	25,88	568	0,07	25,33	2,3	2,3	45,0	1,0	27,5	31	6	0,75	10254,6	11,5	6,7	3	0,60
P12FT	Vert_3	1	38,68	34,20	5675	0,02	33,25	2,3	2,9	87,5	0,8	20,5	24	7	0,71	12116,3	12,4	3,0	5	0,66
P12FT	Vert_3	2	54,63	32,63	782	0,07	32,28	23,8	5,8	67,5	67,0	48,8	15	3	0,55	4071,5	10,9	3,6	3	0,55
P12FT	Vert_3	3	73,05	28,63	587	0,06	27,70	3,5	3,6	40,0	1,0	32,5	26	10	0,72	11542,8	11,9	5,2	5	0,62
P13FT	Vert_10	1	61,95	28,15	4338	0,22	27,30	2,8	3,6	59,3	0,3	18,8	25	8	0,77	21713,1	12,2	2,8	7	0,74
P13FT	Vert_10	2	67,40	29,23	1348	0,06	29,18	35,3	6,5	63,8	55,5	36,3	18	6	0,80	5041,5	8,3	3,9	3	0,44
P13FT	Vert_10	3	65,65	30,95	753	0,07	30,03	1,5	2,5	35,0	2,3	47,5	31	13	0,88	9051,5	11,0	4,2	9	0,83
P14IN	Formicidae_6	1	71,75	28,53	11275	0,06	27,98	2,5	3,3	67,0	1,3	69,8	17	6	0,74	7912,9	12,9	2,9	6	0,74
P14IN	Formicidae_6	2	60,70	31,00	3583	0,09	31,18	42,3	3,8	5,0	58,5	90,0	15	9	0,85	1486,0	8,7	4,6	6	0,66
P14IN	Formicidae_6	3	70,20	29,48	356	0,06	28,98	1,5	1,1	81,3	0,8	100,0	19	7	0,76	6708,2	11,9	4,2	7	0,76
P15LEP	Lepd_6	1	76,20	27,28	1445	0,02	27,20	5,3	5,3	90,0	1,8	58,8	15	8	0,79	14453,7	21,4	4,7	7	0,78
P15LEP	Lepd_6	2	64,05	30,08	2310	0,07	30,23	36,0	8,0	57,5	22,8	83,8	16	10	0,81	16469,0	22,5	4,9	7	0,77
P15LEP	Lepd_6	3	76,23	26,00	314	0,09	25,95	1,5	3,0	71,3	1,0	82,5	17	9	0,86	9771,8	16,5	6,9	8	0,84
P16LEP	Lepd_6	1	60,65	31,88	22800	0,06	30,73	1,0	1,8	46,0	0,0	3,0	20	8	0,82	8948,8	14,9	4,0	7	0,76
P16LEP	Lepd_6	2	58,28	32,23	2817	0,07	31,95	37,3	5,5	52,5	51,5	63,8	3	3	0,67	8850,7	33,7	5,7	3	0,67
P16LEP	Lepd_6	3	75,98	26,73	802	0,08	26,75	2,0	3,3	61,3	1,8	40,0	18	9	0,82	8476,1	13,9	6,0	7	0,79
P17LEP	#N/D	1	35,65	35,05	8450	0,04	34,93	5,3	3,4	93,0	2,5	19,5	21	5	0,62	7056,0	11,8	3,0	3	0,45
P17LEP	#N/D	2	64,95	27,73	1655	0,04	27,38	40,0	4,8	68,8	49,8	40,0	12	6	0,81	2346,8	9,0	3,7	4	0,68
P17LEP	#N/D	3	76,75	25,88	406	0,06	25,50	1,8	2,1	80,0	0,5	60,0	25	7	0,74	3276,5	8,1	3,3	4	0,60
P18LEP	Lepd_1	1	49,43	29,95	3945	0,02	29,45	3,3	2,9	88,5	0,5	22,3	21	7	0,70	9848,1	12,3	2,8	7	0,70
P18LEP	Lepd_1	2	50,75	33,70	1949	0,03	33,88	49,8	4,5	73,8	68,5	56,3	19	5	0,56	4571,8	10,0	4,1	4	0,55
P18LEP	Lepd_1	3	74,18	27,10	611	0,05	26,68	1,5	2,1	75,0	1,0	57,5	19	7	0,63	4964,7	10,6	6,2	5	0,62
P19FT	Vert_6	1	33,85	36,30	4000	0,03	35,95	2,3	3,0	81,5	1,3	16,5	13	4	0,71	9018,7	12,5	3,8	3	0,62
P19FT	Vert_6	2	54,68	32,63	547	0,05	32,78	67,8	6,3	95,0	53,8	52,5	12	4	0,60	11322,3	16,9	3,8	3	0,57
P19FT	Vert_6	3	75,10	26,83	443	0,07	26,18	2,0	20,9	45,0	1,0	22,5	18	5	0,73	16367,6	14,2	6,6	4	0,69
P20FT	Vert_5	1	52,23	32,15	6638	0,03	31,43	3,5	3,8	90,8	2,3	50,0	10	6	0,76	9945,5	13,9	3,6	6	0,76
P20FT	Vert_5	2	50,20	35,23	1139	0,06	34,55	60,0	5,3	68,8	41,8	68,8	10	7	0,84	6379,8	15,5	4,8	6	0,80
P20FT	Vert_5	3	76,23	26,00	314	0,09	25,95	1,5	3,0	71,3	1,5	62,5	20	9	0,87	8559,8	11,3	5,3	7	0,81
P21IN	Lepd_1	1	65,98	27,18	1998	0,02	26,63	3,3	3,9	66,3	0,5	34,0	26	4	0,43	16659,1	15,7	3,2	3	0,15
P21IN	Lepd_1	2	61,05	29,38	1521	0,02	29,35	42,8	4,0	33,8	64,5	62,5	14	2	0,13	9061,1	16,5	3,7	2	0,13
P21IN	Lepd_1	3	77,20	25,33	702	0,06	24,80	2,8	2,5	66,3	2,0	53,8	21	4	0,52	7326,5	13,7	5,7	3	0,33

PONTO	PONTO FAUNA	CAMP	UMI AR	TEMP AR	LUZ	UMID SOLO	TEMP SOLO	IND PROX	ALTURA IND	COBER SERRAP	HERB PARC	DENS HERB	CONT ÁRVORE	RIQUE ÁRVO	DIVER FLORA	ÁREA BASAL	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	CONT FAM	DIVER FAM
P22IN	Formicidae_1	1	32,83	35,93	1763	0,02	36,40	3,0	3,3	47,0	1,3	27,5	27	5	0,69	8326,0	15,4	4,2	5	0,69
P22IN	Formicidae_1	2	50,53	34,23	4646	0,07	34,00	40,5	4,8	51,3	53,0	53,8	18	6	0,75	5352,5	13,1	5,0	3	0,62
P22IN	Formicidae_1	3	79,13	26,78	715	0,08	26,68	1,3	3,3	72,5	1,5	50,0	24	8	0,71	8350,3	15,3	6,4	6	0,67
P23FT	Vert_11	1	37,53	38,45	19275	0,03	37,58	2,5	2,3	71,8	0,3	35,0	18	3	0,57	4542,7	10,6	2,5	2	0,20
P23FT	Vert_11	2	49,53	34,95	5453	0,04	34,43	35,0	2,8	0,0	26,0	42,5	9	3	0,37	1072,1	9,2	3,4	3	0,37
P23FT	Vert_11	3	54,95	34,68	947	0,08	32,58	0,8	2,9	93,8	0,5	56,3	14	3	0,44	1523,3	9,8	3,1	3	0,44
P24LEP	Lepd_5	1	27,63	38,65	6150	0,02	38,80	1,3	0,6	67,5	1,3	28,3	24	8	0,67	6232,9	10,5	2,3	6	0,53
P24LEP	Lepd_5	2	52,08	33,45	5563	0,06	33,25	36,0	3,3	10,0	41,0	61,3	10	4	0,66	4058,9	13,5	4,7	3	0,62
P24LEP	Lepd_5	3	71,68	29,30	507	0,08	28,48	0,5	2,4	95,0	0,5	85,0	27	7	0,68	4368,1	10,2	3,5	5	0,64
P25LEP	lepd_5	1	25,43	40,90	30575	0,02	40,33	0,8	1,4	17,5	1,8	20,5	5	1	0,00	1704,3	11,7	1,8	1	0,00
P25LEP	lepd_5	2	58,50	31,90	6240	0,08	31,33	32,0	2,0	0,0	49,8	30,0	3	2	0,44	649,5	9,3	4,0	1	0,00
P25LEP	lepd_5	3	51,58	34,95	473	0,07	32,95	0,0	0,0	82,5	0,0	52,8	3	1	0,00	322,2	10,1	2,8	1	0,00
P26FT	Vert_9	1	49,15	33,53	15975	0,04	32,58	3,0	3,5	58,8	1,0	26,0	26	6	0,79	14864,4	13,7	2,9	5	0,72
P26FT	Vert_9	2	71,85	28,13	2104	0,10	27,80	29,8	3,5	46,3	47,5	65,0	23	9	0,83	12842,0	13,1	5,0	6	0,71
P26FT	Vert_9	3	60,53	33,93	499	0,08	30,13	2,0	2,9	72,5	0,0	82,5	24	7	0,63	10925,1	12,0	4,4	4	0,50
P27FT	Vert_4	1	68,00	29,03	6575	0,02	28,13	3,5	5,1	81,8	0,5	5,3	32	6	0,55	14304,5	14,9	3,4	4	0,53
P27FT	Vert_4	2	64,43	29,15	2107	0,06	29,38	55,3	5,5	41,3	58,0	27,5	19	8	0,84	7089,8	11,8	3,7	5	0,74
P27FT	Vert_4	3	76,60	27,43	727	0,07	26,18	1,8	5,4	30,0	2,3	35,0	34	9	0,74	14304,8	14,2	5,7	5	0,71
P28LEP	lepd_2	1	63,98	27,60	4210	0,02	27,08	4,5	5,5	86,5	0,8	20,5	31	8	0,79	14662,6	13,9	4,3	7	0,78
P28LEP	lepd_2	2	64,58	28,40	900	0,04	28,10	28,5	6,0	92,5	28,8	57,5	23	8	0,76	15589,4	15,5	5,4	7	0,76
P28LEP	lepd_2	3	81,75	25,73	302	0,07	24,90	2,8	2,8	2,5	2,3	35,0	20	8	0,78	25044,7	21,0	7,6	4	0,69
P29LEP	Lepd_2	1	63,68	31,13	9238	0,02	29,00	5,5	3,8	81,3	1,0	39,0	26	5	0,57	14245,6	15,9	3,8	4	0,52
P29LEP	Lepd_2	2	62,80	30,10	2462	0,05	30,13	40,5	4,0	81,3	55,5	65,0	33	7	0,62	11919,2	13,8	5,1	5	0,60
P29LEP	Lepd_2	3	57,73	31,78	724	0,06	30,23	3,3	2,5	45,0	2,3	42,5	43	7	0,49	7930,9	12,0	5,8	4	0,47
P30IN	Formicidae_2	1	50,23	31,28	10475	0,03	31,00	2,0	3,0	73,8	3,3	57,3	22	2	0,24	2935,0	8,3	1,9	1	0,00
P30IN	Formicidae_2	2	56,35	32,40	4610	0,03	32,70	45,8	3,0	51,3	45,8	78,8	22	5	0,65	11806,9	12,5	3,5	4	0,52
P30IN	Formicidae_2	3	51,90	31,08	475	0,06	29,68	1,8	1,6	87,5	1,0	90,0	16	5	0,66	9198,6	14,0	4,3	3	0,55
P31LEP	Lepd_3	1	42,85	34,45	7048	0,03	34,68	0,5	1,5	43,8	0,8	26,3	13	4	0,70	9351,7	14,5	3,3	3	0,46
P31LEP	Lepd_3	2	61,38	32,00	6283	0,04	32,55	53,8	3,8	63,8	75,5	71,3	10	3	0,46	12764,3	21,3	4,7	3	0,46
P31LEP	Lepd_3	3	75,08	27,28	577	0,08	27,48	3,5	3,4	53,8	0,5	51,3	23	6	0,75	6513,5	11,4	3,8	4	0,67
P32IN	Formicidae_5	1	45,58	32,70	11813	0,04	33,45	1,0	25,0	64,5	0,8	12,7	19	5	0,57	10209,4	14,6	2,7	4	0,43
P32IN	Formicidae_5	2	57,33	32,28	6370	0,11	32,28	24,8	2,0	3,8	87,5	15,0	9	2	0,44	1749,1	10,8	3,7	2	0,44

PONTO	PONTO FAUNA	CAMP	UMI AR	TEMP AR	LUZ	UMID SOLO	TEMP SOLO	IND PROX	ALTURA IND	COBER SERRAP	HERB PARC	DENS HERB	CONT ÁRVORE	RIQUE ÁRVO	DIVER FLORA	ÁREA BASAL	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	CONT FAM	DIVER FAM
P32IN	Formicidae_5	3	49,28	36,98	667	0,09	34,13	1,3	1,3	81,3	0,5	82,5	16	3	0,48	1353,2	8,2	2,6	2	0,43
P33FT	Controle	1	71,58	25,83	2505	0,03	25,90	3,5	2,8	95,3	0,8	21,5	22	8	0,74	14299,7	14,6	3,9	6	0,72
P33FT	Controle	2	73,40	27,78	1147	0,17	28,98	45,5	5,3	65,0	13,5	56,3	8	2	0,50	2377,4	14,6	5,4	2	0,50
P33FT	Controle	3	64,35	31,08	290	0,10	30,25	4,0	2,9	16,3	1,0	10,0	30	3	0,61	10701,9	12,1	4,2	2	0,50

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

B. Resultados e Discussão

As variáveis ambientais foram coletadas para objetivo de realizar a caracterização da estrutura da vegetação, avaliar a cobertura do solo pelas plantas, e investigar os efeitos abióticos nas áreas de influências do empreendimento. Sua distribuição está representada na Figura 11.2.1-229.

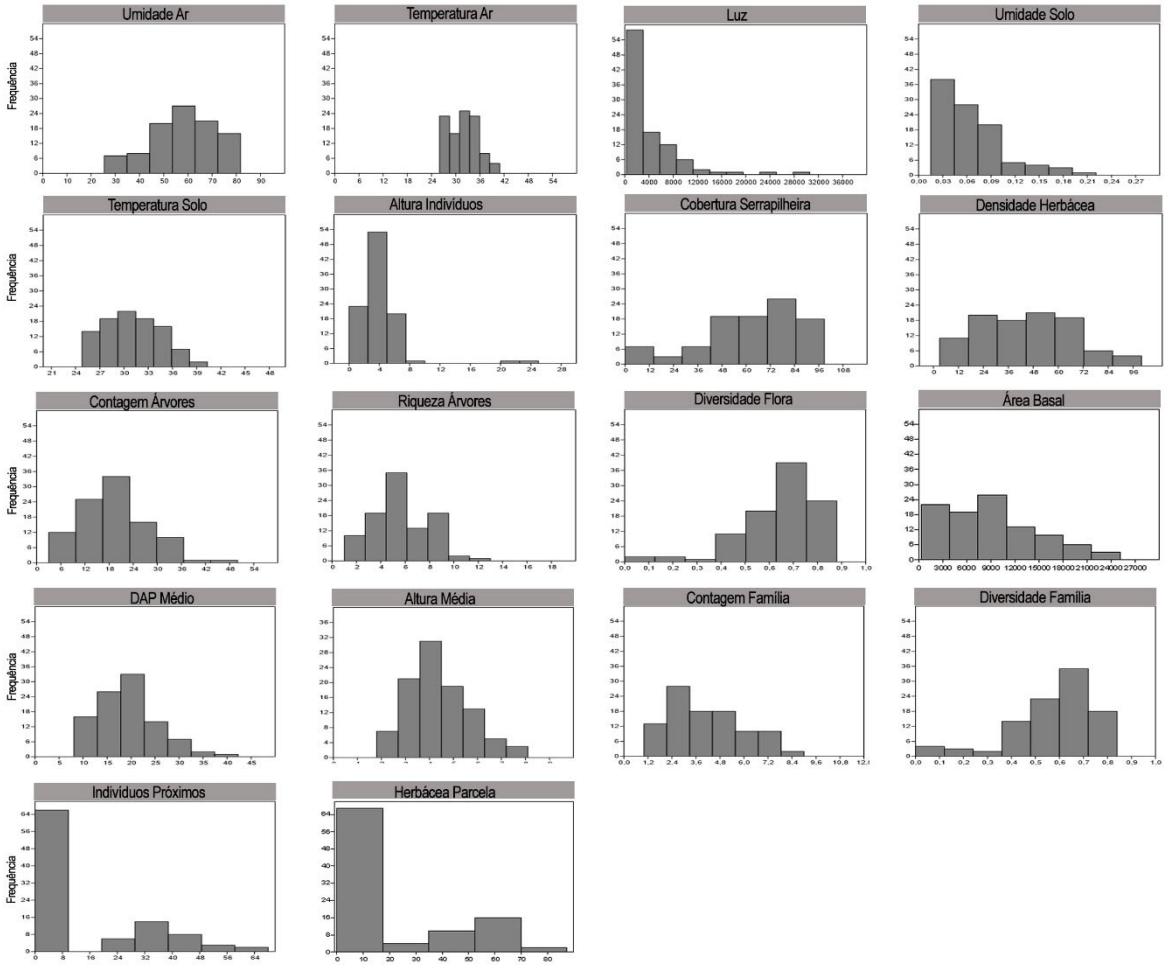


Figura 11.2.1-229 - Histogramas de distribuição das 18 covariáveis ambientais.

A avaliação da correlação entre os parâmetros ambientais e abióticos mostrou que ao menos seis variáveis que possuíam maiores correlações com outras variáveis deveriam ser eliminadas dos procedimentos analíticos subsequentes. Foram detectadas fortes correlações entre: (1) a temperatura do ar, temperatura do solo e umidade do ar, (2) entre a contagem de indivíduos arbóreos próximos e a altura média da vegetação herbácea, e (3) entre as variáveis ligadas a riqueza de espécies vegetais, como a diversidade arbórea, a riqueza e diversidade de famílias botânicas.

Para as borboletas, foram amostrados 5.791 indivíduos agrupados em 103 espécies. A campanha três, considerada no período chuvoso para a região do estudo, apresentou o menor número de espécies e abundância amostrado. A análise de correspondência canônica, realizada para as 17 espécies mais abundantes, *i.e.*, que possuíam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 68,85% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-50), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 0,479; p = 0,666; Quadro 11.2.1-51). A comunidade de borboletas foi ligeiramente distinta entre as campanhas 2 e 3, mas essas duas não se diferenciam da primeira campanha (Figura 11.2.1-230).

Quadro 11.2.1-50 - Autovalores para os 12 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Lepdoptera das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,22083	44,18
2	0,1217	24,35
3	0,094359	18,88
4	0,041248	8,253
5	0,013985	2,798
6	0,0048594	0,9722
7	0,0028261	0,5654
8	1,00E-17	2,01E-15
9	8,28E-18	1,66E-15
10	6,21E-18	1,24E-15
11	3,17E-18	6,35E-16
12	1,39E-18	2,78E-16

Quadro 11.2.1-51 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Lepidoptera das três campanhas realizadas

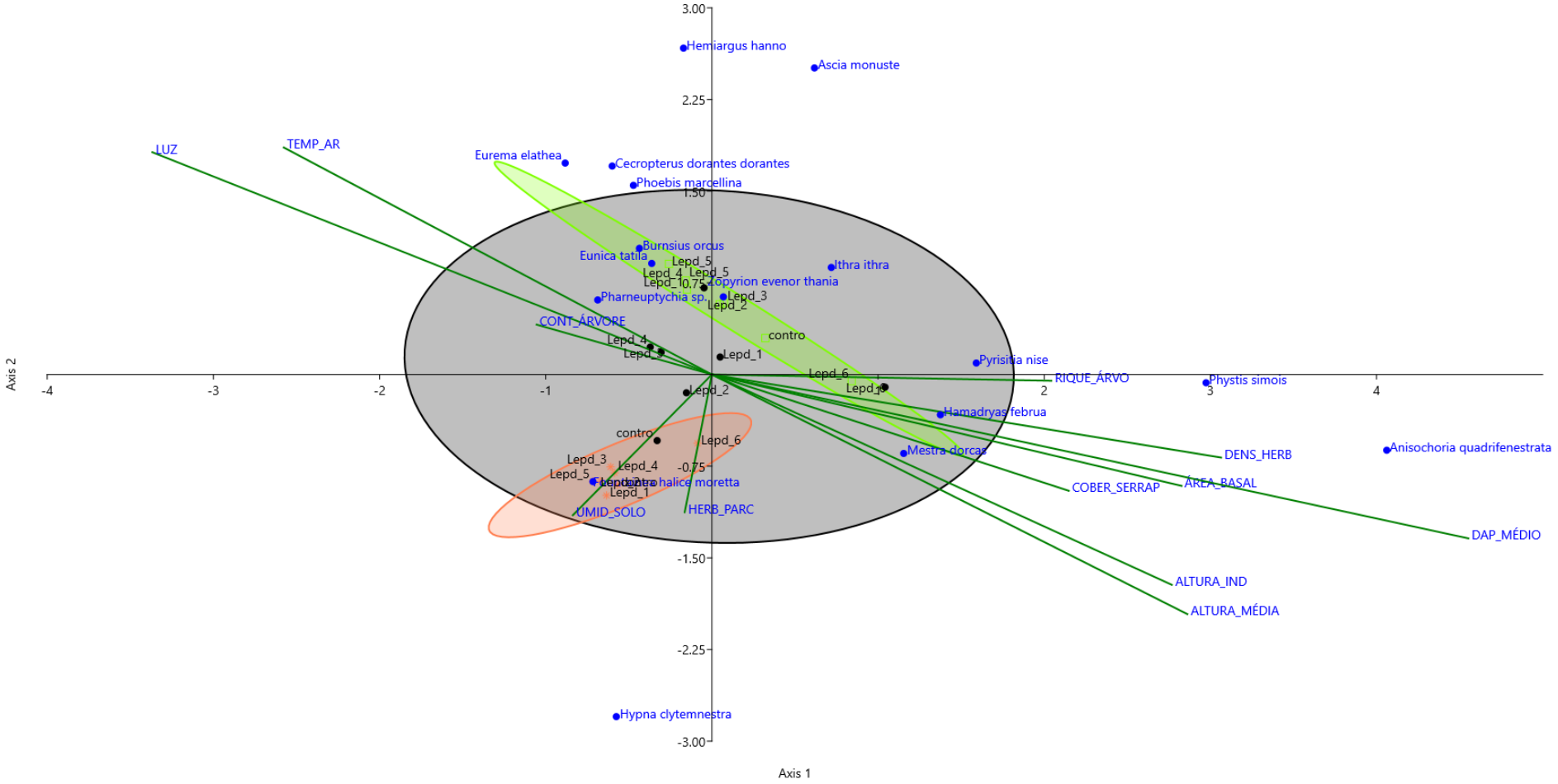
EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,2208	0,112
2	0,1217	0,316
3	0,09436	0,06
4	0,04125	0,058
5	0,01399	0,076

EIXO	AUTOVALOR	P
6	0,004859	0,022
7	0,002826	0,025
8	1,00E-17	0,761
9	8,28E-18	0,367
10	6,21E-18	0,2
11	3,17E-18	0,459
12	1,39E-18	0,716

Quadro 11.2.1-52 - Matriz de correlação de Spearman, exibindo coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais. Na diagonal superior estão assinalados os valores de significância entre as variáveis. Correlações significativas em vermelho. Na diagonal inferior estão sinalizados os coeficientes de correlação, positivos e negativos. Destaque para os coeficientes maiores que 0,7 em cinza

VARIÁVEIS	UMI_AR	TEMP_AR	LUZ	UMID_SOLO	TEMP_SOLO	IND_PROX	ALTURA_IND	COBER_SERRAP	HERB_PARC	DENS_HERB	CONT_ÁRVORE	RIQUE_ÁRVO	DIVER_FLORA	ÁREA_BASAL	DAP_MÉDIO	ALTURA_MÉDIA	CONT_FAM	DIVER_FAM
UMI_AR		1,37E-34	8,87E-09	8,41E-05	5,79E-39	0,690	0,261	0,279	0,838	0,094	0,057	2,23E-07	1,74E-04	0,106	0,331	3,59E-08	2,21E-03	5,04E-04
TEMP_AR	-0,88853		9,90E-05	0,077	3,87E-62	0,667	0,068	0,434	0,980	0,555	1,12E-02	1,57E-07	3,87E-05	1,15E-02	0,245	1,74E-04	1,03E-04	4,47E-05
LUZ	-0,53864	0,38122		1,63E-07	4,48E-06	0,521	0,877	0,599	0,440	3,01E-03	0,236	8,48E-03	0,174	0,434	0,192	1,81E-07	0,410	0,124
UMID_SOLO	0,38478	-0,17862	-0,49737		3,90E-02	0,184	0,481	2,75E-02	0,101	1,79E-03	0,165	0,101	0,102	0,182	0,238	7,69E-08	0,379	0,827
TEMP_SOLO	-0,91043	0,97107	0,44267	-0,20781		0,531	0,347	0,669	0,168	0,547	2,53E-03	1,28E-07	1,01E-04	1,24E-02	0,376	1,95E-04	1,25E-04	1,07E-04
IND_PROX	0,040541	-0,04373	0,065284	0,13458	0,063733		2,46E-11	0,144	1,04E-16	2,43E-02	0,060	0,813	6,28E-01	0,327	0,128	5,96E-03	0,310	8,48E-01
ALTURA_IND	0,11415	-0,18439	0,015774	0,071716	-0,095423	0,60812		0,556	2,03E-06	0,281	0,932	0,088	3,01E-02	2,98E-04	2,39E-03	3,09E-03	0,113	3,83E-02
COBER_SERRAP	-0,10976	0,079572	-0,05349	-0,22166	0,043569	-0,14809	0,059911		0,118	3,75E-02	0,168	0,280	0,781	0,230	0,751	0,066	0,064	0,131
HERB_PARC	-0,020845	0,0026076	0,078431	0,1659	0,13959	0,71428	0,45665	-0,15833		2,46E-03	1,35E-03	0,677	0,753	0,491	0,614	2,17E-03	0,185	0,926
DENS_HERB	0,16918	-0,060048	-0,29519	0,30998	-0,061183	0,22625	0,10936	0,20937	0,3011		3,21E-02	0,460	0,535	0,278	0,858	4,77E-03	0,556	0,465
CONT_ÁRVORE	0,19194	-0,25384	-0,12021	-0,14071	-0,30027	-0,18976	0,0086666	0,13968	-0,31775	-0,2156		3,80E-08	3,46E-02	7,50E-07	0,655	0,960	1,29E-06	2,05E-02
RIQUE_ÁRVO	0,49259	-0,49797	-0,26321	0,16576	-0,50106	-0,024045	0,1724	0,1097	-0,04238	0,075181	0,51869		1,43E-19	6,26E-05	0,586	1,03E-03	2,60E-26	1,09E-16
DIVER_FLORA	0,36855	-0,40115	-0,13768	0,1655	-0,38082	0,049366	0,21805	0,028245	0,032083	0,063148	0,21266	0,75623		3,99E-03	0,825	2,67E-02	8,31E-14	1,00E-27
ÁREA_BASAL	0,16338	-0,25295	0,079456	-0,13509	-0,25057	0,099514	0,35604	0,12186	-0,070029	-0,11015	0,47335	0,39111	0,2869		1,19E-14	1,27E-02	1,38E-04	9,46E-04
DAP_MÉDIO	0,098802	-0,11798	0,13217	-0,11975	-0,089887	0,15401	0,30193	-0,03223	0,051275	-0,018164	-0,045528	0,0554	0,022443	0,67856		5,24E-05	0,329	0,139
ALTURA_MÉDIA	0,51949	-0,36859	-0,49581	0,50857	-0,36601	0,27455	0,29447	-0,18568	0,30461	0,28147	0,0051257	0,32488	0,22268	0,24959	0,39486		0,201	1,89E-02
CONT_FAM	0,3041	-0,38037	-0,0837	-0,089402	-0,37603	-0,1031	0,16044	0,18708	-0,13422	0,059852	0,46432	0,82979	0,66229	0,37378	0,099052	0,12955		2,65E-23
DIVER_FAM	0,34326	-0,39821	-0,15547	0,022292	-0,37946	-0,019534	0,20854	0,15288	-0,0094313	0,074249	0,23268	0,71392	0,84184	0,32724	0,14967	0,23553	0,80064	

Figura 11.2.1-230. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Lepidoptera conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Não houve um único padrão de estruturação da comunidade estudada. Durante a primeira campanha, os resultados mostram que as espécies registradas se distribuíram de forma próximo do uniforme em relação às variáveis ambientais. Na segunda campanha a distribuição esteve basicamente orientada pelo gradiente cobertura florestal, com espécies associadas positivamente às variáveis de cobertura de serrapilheira, altura de indivíduos arbóreos, DAP médio, área basal, densidade de herbáceas, e outras a ambientes de maior intensidade luminosa e maior temperatura do ar. Na terceira campanha, durante a estação chuvosa, a ocorrência das espécies esteve basicamente associada à presença de habitats úmidos.

Para as abelhas, foram amostrados 526 indivíduos agrupados em 36 espécies. A terceira campanha, durante o período chuvoso, foi a de maior riqueza de espécies registrada (N=25), mas a de menor abundância amostrada (N=94). A análise de correspondência canônica, realizada para as nove espécies mais abundantes, *i.e.*, que possuíam mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 63,49% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-53), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 1,359; p = 0,912; Quadro 11.2.1-54). A comunidade de abelhas foi ligeiramente distinta entre as campanhas 1 e as demais (Figura 11.2.1-231).

Quadro 11.2.1-53 - Autovalores para os 8 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Apidae das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,50914	37,47
2	0,35347	26,02
3	0,20827	15,33
4	0,1388	10,22
5	0,063987	4,71
6	0,057989	4,268
7	0,024139	1,777
8	0,0028661	0,211

Não houve um único padrão de estruturação da comunidade estudada. Durante a primeira campanha, os resultados mostram que as espécies registradas se distribuíram em um gradiente relacionado aos ambientes mais ricos em espécies da flora. Na segunda e terceira campanhas a distribuição esteve mais orientada pelo gradiente de umidade-luminosidade e cobertura florestal, com espécies associadas positivamente às variáveis de

altura de indivíduos arbóreos, DAP médio, área basal, densidade de herbáceas, e outras a ambientes de maior intensidade luminosa e maior temperatura do ar.

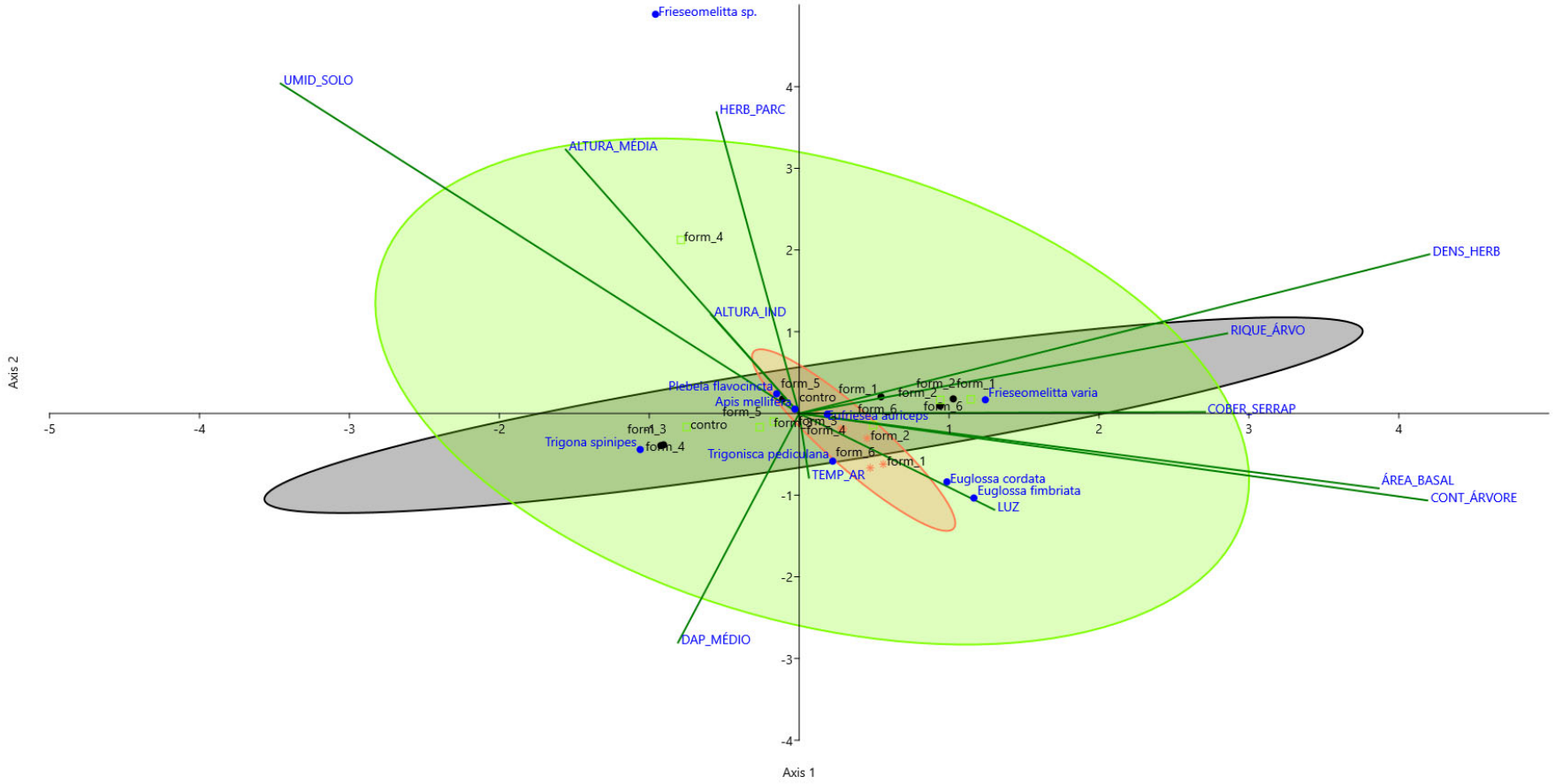
Quadro 11.2.1-54 - Teste a posteriori de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Apidae das três campanhas realizadas.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,5091	0,854
2	0,3535	0,911
3	0,2083	0,726
4	0,1388	0,441
5	0,06399	0,806
6	0,05799	0,224
7	0,02414	0,35
8	0,002866	0,51

Para Formicidae, foram encontrados 2.096 indivíduos, agrupados em 45 espécies, algumas sendo identificadas até morfoespécie pela dificuldade de informações taxonômicas do grupo. A distribuição de registros pelas campanhas foi desigual, sendo a segunda com a maior abundância (N=1.039), mas a terceira com a maior riqueza registrada (N=31) e a menor abundância de indivíduos (N=445). A análise de correspondência canônica, realizada para as 19 espécies mais abundantes, *i.e.*, que representavam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 52,79% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-55), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 2,228; p = 0,292; Quadro 11.2.1-56). A comunidade de formigas foi basicamente diferentemente relacionada às variáveis ambientais entre as campanhas ligeiramente distinta entre as campanhas 2 e 3 (Figura 11.2.1-232).

Não houve um único padrão de estruturação da comunidade estudada. Os dados da primeira campanha têm pouca estruturação em função das variáveis ambientais. A segunda e terceira campanhas apresentaram padrões de estruturação visualmente contrastantes, mas de significados similares. Os dados da segunda campanha mostram espécies mais associadas ao gradiente de ambientes abertos e fechados, especialmente correlacionadas positivamente às variáveis de altura média de indivíduos arbóreos e negativamente à contagem de árvores, que tem relação positiva com a maior incidência de luz.

Figura 11.2.1-231. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Apidae conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Quadro 11.2.1-55 - Autovalores para os 12 eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Formicidae das três campanhas realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

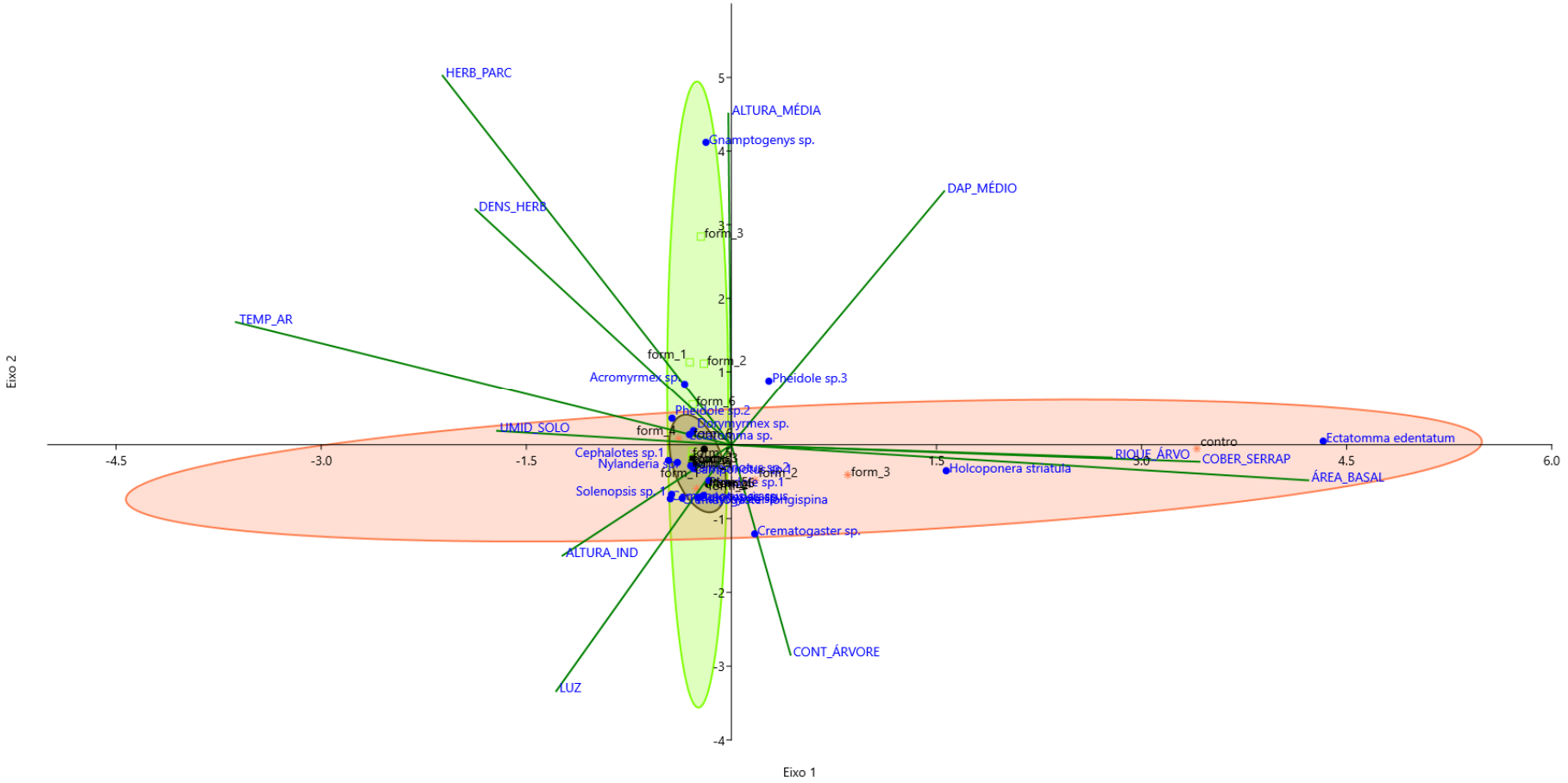
EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,75381	33,83
2	0,42254	18,96
3	0,27865	12,5
4	0,23604	10,59
5	0,21582	9,685
6	0,14971	6,718
7	0,081568	3,66
8	0,046174	2,072
9	0,025729	1,155
10	0,01046	0,4694
11	0,0078919	0,3542
12	3,50E-08	1,57E-06

Quadro 11.2.1-56 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Formicidae das três campanhas realizadas.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,7538	0,255
2	0,4225	0,583
3	0,2787	0,716
4	0,236	0,416
5	0,2158	0,049
6	0,1497	0,059
7	0,08157	0,608
8	0,04617	0,766
9	0,02573	0,8
10	0,01046	0,943
11	0,007892	0,521
12	3,50E-08	0,345

A terceira campanha, responsável pelo registro da maior riqueza de espécies de formigas, também possuiu dados orientados em um gradiente de ambientes mais abertos e mais fechados, mas a distinção ocorre positiva e majoritariamente alinhada às áreas de maior riqueza de espécies vegetais, que estiveram associadas às áreas onde foram registradas menores temperaturas do ar. Curiosamente esses dados se relacionaram negativamente a umidade do solo registrada durante a campanha.

Figura 11.2.1-232. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Formicidae conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Para o grupo dos anfíbios foram registradas 19 espécies em 2.262 registros. No entanto, 2.237 registros foram feitos exclusivamente na campanha 3, durante o período chuvoso (N=98,89%). Por esse motivo, apenas os dados da campanha 3 foram analisados quanto a sua relação com as variáveis ambientais medidas em campo. A análise de correspondência canônica, realizada para as nove espécies mais abundantes, *i.e.*, que representavam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 90,07% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-57), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 0,4786; p = 0,703; Quadro 11.2.1-58). A comunidade de anfíbios esteve indissociavelmente associada ao período de chuvas, assim como ao gradiente de ambientes de maior umidade do solo, menor temperatura do ar e menos luminosidade, que são características reconhecidamente associadas à presença desses organismos (Figura 11.2.1-232).

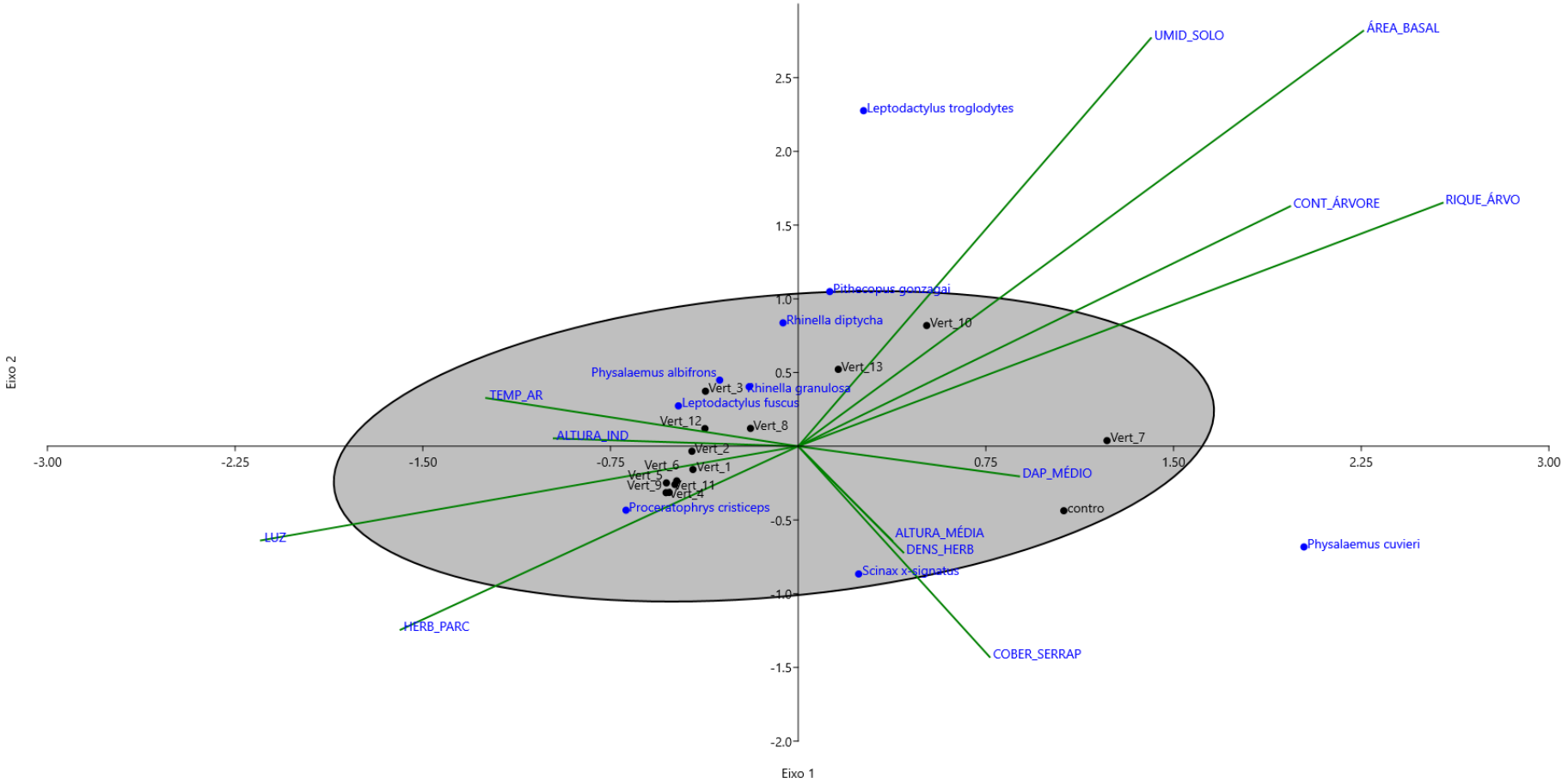
Quadro 11.2.1-57 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Amphibia da terceira campanha. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,34624	72,34
2	0,084875	17,73
3	0,023704	4,953
4	0,01322	2,762
5	0,0053027	1,108
6	0,0036231	0,757
7	0,001476	0,3084
8	0,0001837	0,03838

Quadro 11.2.1-58 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Amphibia da terceira campanha.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,3462	0,663
2	0,08487	0,812
3	0,0237	0,59
4	0,01322	0,328
5	0,005303	0,688
6	0,003623	0,517
7	0,001476	0,468
8	0,0001837	0,558

Figura 11.2.1-233. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Amphibia conjugados às variáveis ambientais durante a terceira campanha do estudo. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Para o grupo dos Squamata foram registrados 1.665 indivíduos, agrupados em 28 espécies. A distribuição de registros pelas campanhas foi relativamente proporcional, com as duas primeiras campanhas possuindo *ca.* 30% dos registros enquanto a campanha 3 concentrou *ca.* 40% do total. O número de espécies registradas variou pouco, de 18 na segunda campanha a 22 espécies na terceira. A análise de correspondência canônica, realizada para as nove espécies mais abundantes, *i.e.*, que representavam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 75,82% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-59), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 0,253; p = 0,535; Quadro 11.2.1-60).

A comunidade de répteis foi bastante homogênea entre as campanhas (Figura 11.2.1-234). As espécies se distribuíram basicamente dentro de um gradiente de ambiente aberto e florestal, algumas delas aparentemente indicando para hábitats com maior cobertura de rochas. Algumas poucas espécies destoam desse padrão e aparecem mais associadas a ambiente com baixa cobertura de serrapilheira, outra em locais com maior umidade do solo.

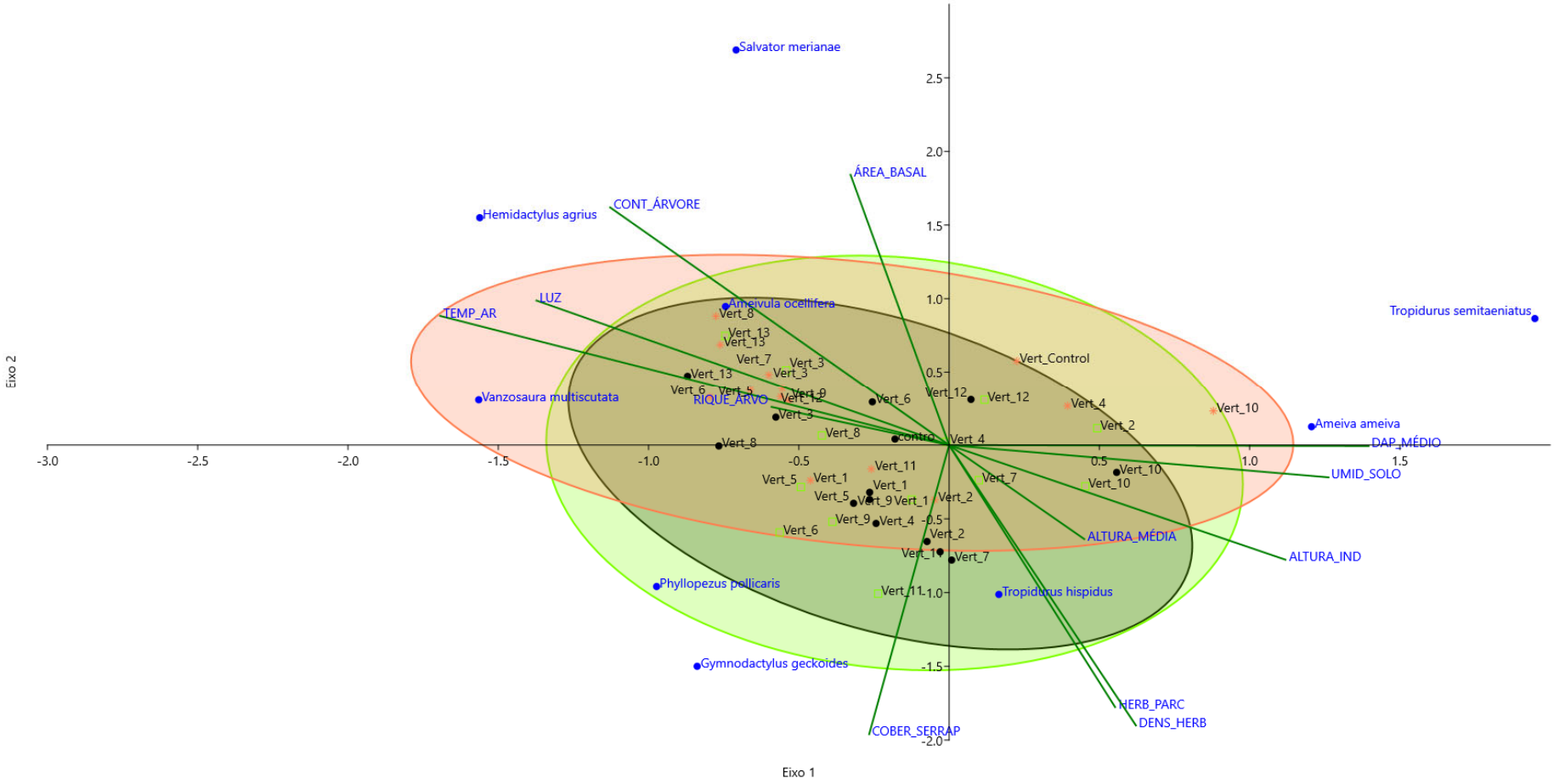
Quadro 11.2.1-59 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Squamata das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,15014	59,34
2	0,0417	16,48
3	0,030092	11,89
4	0,015418	6,094
5	0,0094738	3,744
6	0,0034148	1,35
7	0,0016274	0,6432
8	0,0011592	0,4581

Quadro 11.2.1-60 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Squamata das três campanhas já realizadas.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,1501	0,372
2	0,0417	0,769
3	0,03009	0,294
4	0,01542	0,588
5	0,009474	0,595
6	0,003415	0,935
7	0,001627	0,834
8	0,001159	0,332

Figura 11.2.1-234. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Squamata conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Para o grupo dos mamíferos não-voadores foram registrados 739 indivíduos, agrupados em 22 espécies. A distribuição de registros pelas campanhas foi relativamente proporcional entre as campanhas realizadas na seca, com 22% (N=169) e 31% (N=231) da abundância total registrada, e com mais registros na campanha das chuvas (*ca.* 46%; N=339). O número de espécies registradas variou pouco, de 14 espécies na primeira campanha a 18 espécies na segunda. A análise de correspondência canônica, realizada para as 13 espécies mais abundantes, *i.e.*, que representavam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 66,19% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-61), com os dois primeiros eixos sendo significativos no teste *a posteriori* de permutação (Trace = 0,8719; p = 0,004; Quadro 11.2.1-62).

A comunidade de mamíferos não voadores se estruturou basicamente entre as campanhas realizadas no período seco (C1 e C2) e a campanha no período chuvoso (C3). Esse gradiente foi o mais relevante na ordenação das variáveis ambientais com as espécies, e a maioria das espécies ficou quase que estritamente distribuída ao longo desse gradiente (Figura 11.2.1-235). Subscrito ao padrão de registros entre as estações climáticas também está aparente o gradiente de ambientes abertos e florestais, com um plano dos resultados estruturados em torno de relações positivas com variáveis como umidade do solo, densidade de plantas herbáceas, riqueza de espécies de árvores, e altura dos indivíduos arbóreos, e relações negativas com as variáveis de DAP médio, cobertura de serrapilheira, luminosidade, temperatura do ar.

Quadro 11.2.1-61 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Mamíferos não voadores das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,35259	40,44
2	0,22454	25,75
3	0,11384	13,06
4	0,078456	8,998
5	0,042795	4,908
6	0,028426	3,26
7	0,020439	2,344
8	0,0057848	0,6635
9	0,0037873	0,4344
10	0,00086222	0,09889

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
11	0,00036992	0,04243
12	4,83E-07	5,54E-05

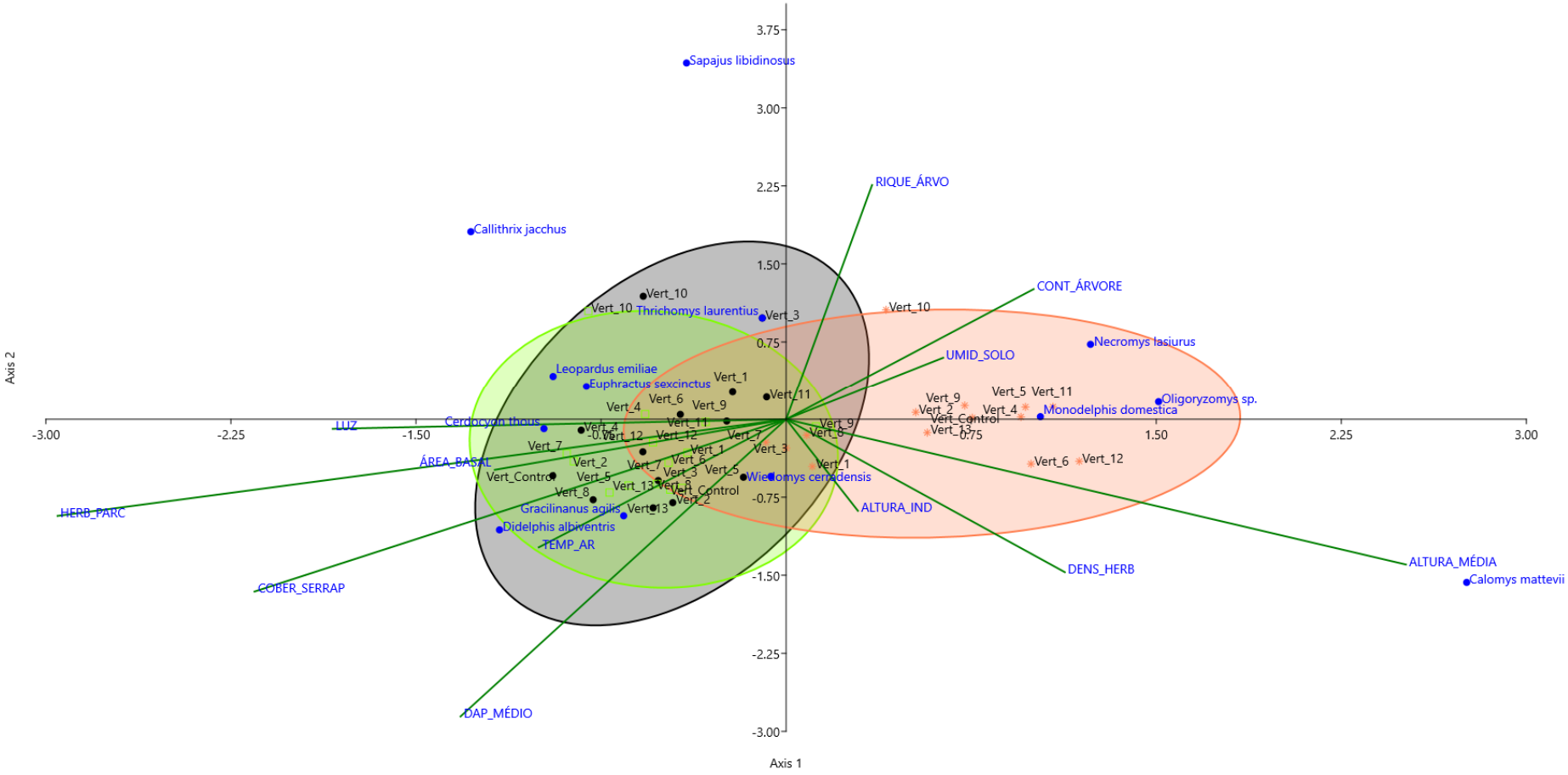
Quadro 11.2.1-62 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Mamíferos não voadores das três campanhas já realizadas. Eixos significativos assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,3526	0,007
2	0,2245	0,024
3	0,1138	0,166
4	0,07846	0,162
5	0,0428	0,601
6	0,02843	0,585
7	0,02044	0,365
8	0,005785	0,97
9	0,003787	0,823
10	0,0008622	0,921
11	0,0003699	0,519
12	4,83E-07	0,405

Para o grupo dos Chiroptera foram registrados 1.786 indivíduos, agrupados em 37 espécies. A distribuição de registros pelas campanhas foi relativamente proporcional, com todas as campanhas registrando *ca.* 1/3 da abundância geral (C1=535, 29,96%; C2=656, 36,73%; C3=595, 33,31%). Quanto a riqueza registrada houve um pouco mais de variação, com a segunda campanha registrando o mínimo de espécies (N=21) e a terceira campanha com o máximo (N=34). A análise de correspondência canônica, realizada para as 16 espécies mais abundantes, *i.e.*, que representavam individualmente mais de 1% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 59,96% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-63), embora o resultado do teste *a posteriori* de permutação não tenha sido significativo (Trace = 0,7542; p = 0,389; Quadro 11.2.1-64).

A comunidade de morcegos foi relativamente homogênea entre as campanhas (Figura 11.2.1-236), embora a distribuição dos pontos de amostragem esteja representada com características ligeiramente opostas entre a primeira e a terceira campanhas, provavelmente ligado a sazonalidade climática que essas duas campanhas representam. As espécies se distribuíram basicamente dentro de um gradiente de ambiente aberto e florestal, algumas mais associadas a ambiente com baixa cobertura de serrapilheira, umidade do solo, densidade de herbáceas e temperatura do ar mais elevada, enquanto outras se correlacionaram a uma maior cobertura de serrapilheira, riqueza de espécies de árvores e a contagem de indivíduos arbóreos.

Figura 11.2.1-235. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Mamíferos não voadores conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



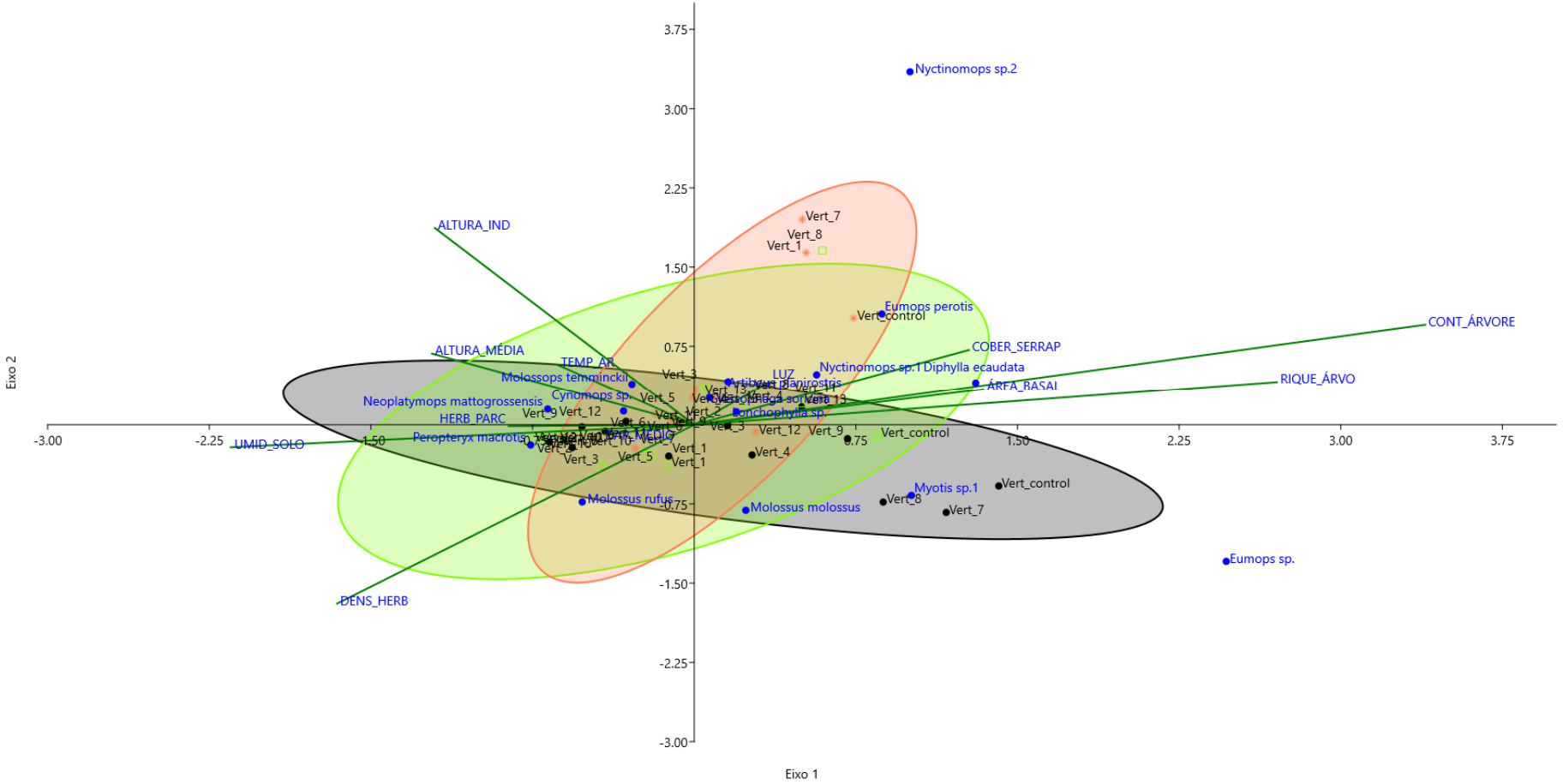
Quadro 11.2.1-63 - Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Chiroptera das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,24131	31,99
2	0,21095	27,97
3	0,11987	15,89
4	0,067208	8,911
5	0,042399	5,622
6	0,031897	4,229
7	0,024011	3,184
8	0,010782	1,43
9	0,0036928	0,4896
10	0,0015355	0,2036
11	0,00055003	0,07293
12	5,86E-07	7,77E-05

Quadro 11.2.1-64 - Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Chiroptera das três campanhas já realizadas.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,2413	0,54
2	0,211	0,117
3	0,1199	0,312
4	0,06721	0,718
5	0,0424	0,787
6	0,0319	0,529
7	0,02401	0,245
8	0,01078	0,693
9	0,003693	0,956
10	0,001535	0,932
11	0,00055	0,786
12	5,86E-07	0,885

Figura 11.2.1-236. Análise de Correspondência Canônica para os dados de Chiroptera conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



Para o grupo das Aves foram registrados 6.953 indivíduos distribuídos em 164 espécies. A distribuição de registros pelas campanhas foi relativamente proporcional, com as duas primeiras campanhas possuindo *ca.* 30% dos registros (C1=2.326, 33,45%; C2=1.930, 27,76%), enquanto a campanha 3 concentrou *ca.* 40% do total (C3=2.697, 38,79%). O número de espécies registradas variou pouco, de 119 na terceira campanha a 129 espécies na segunda campanha. A análise de correspondência canônica, realizada para as 35 espécies mais abundantes, *i.e.*, que somadas representassem 75% da abundância total, mostrou que nos dois primeiros eixos 63,97% da variação dos dados estiveram representados (Quadro 11.2.1-65), com o primeiro eixo sendo significativo no teste *a posteriori* de permutação (Trace = 0,4298; p = 0,002; Quadro 11.2.1-66).

A comunidade de aves foi ligeiramente diferente entre as campanhas da estação seca (C1 e C2) e chuvosa (C3; Figura 11.2.1-237). Subjacente a essa diferença está a estruturação da comunidade no gradiente de ambiente aberto e florestal. Parte da comunidade aparece mais associada a ambiente com baixa cobertura de serrapilheira, cobertura de herbáceas e menor área basal dos indivíduos arbóreos, e outra parte se correlacionou aos ambientes com mais árvores, mais altas e de mais espécies, com maior cobertura de herbáceas, solo mais úmido.

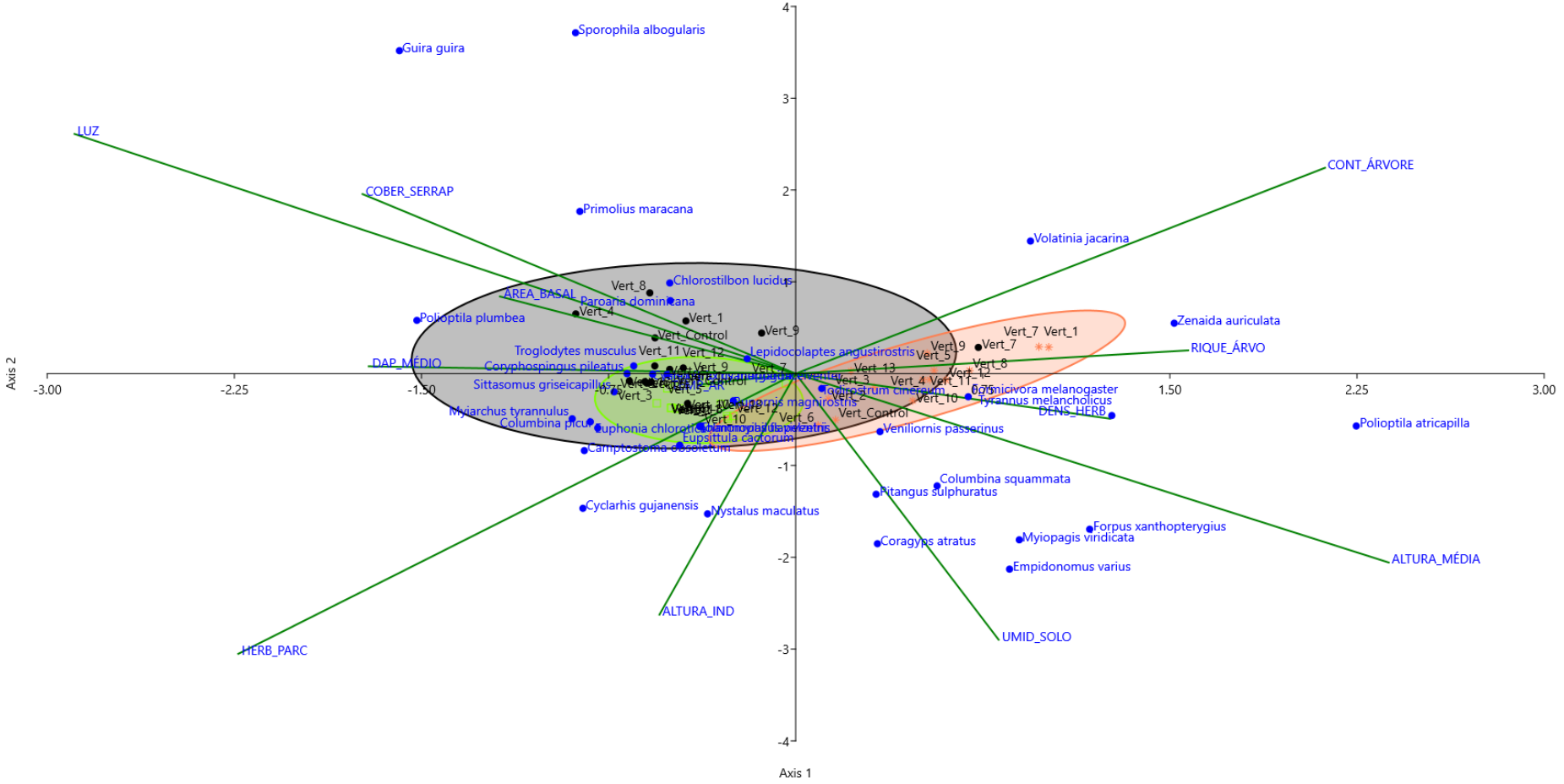
Quadro 11.2.1-65: Autovalores para os oito eixos ortogonais de correspondência canônica dos dados de Aves das três campanhas já realizadas. Eixos mais importantes assinalados em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	% DE VARIAÇÃO DADOS
1	0,20699	48,16
2	0,067964	15,81
3	0,040417	9,403
4	0,029892	6,955
5	0,02568	5,975
6	0,015842	3,686
7	0,01463	3,404
8	0,011545	2,686
9	0,0084837	1,974
10	0,0058228	1,355
11	0,002552	0,5937
12	5,99E-07	0,0001393

Quadro 11.2.1-66: Teste *a posteriori* de permutação das correlações de correspondência canônica para os dados de Aves das três campanhas já realizadas. Eixo significativo assinalado em vermelho.

EIXO	AUTOVALOR	P
1	0,207	0,006
2	0,06796	0,107
3	0,04042	0,223
4	0,02989	0,11
5	0,02568	0,011
6	0,01584	0,147
7	0,01463	0,007
8	0,01154	0,004
9	0,008484	0,011
10	0,005823	0,04
11	0,002552	0,633
12	5,99E-07	0,536

Figura 11.2.1-237: Análise de Correspondência Canônica para os dados de Aves conjugados às variáveis ambientais durante as três campanhas do estudo. Símbolos pretos e área em cinza representam a campanha 1, em verde a campanha 2 e em laranja a campanha 3. Variáveis ambientais abreviadas seguem a nomenclatura detalhada na seção de métodos.



C. Considerações Finais

A análise de covariáveis ambientais foi eficiente em evidenciar a relação das comunidades amostradas com as características e funcionamento dos ecossistemas estudados. Alguns grupos se mostraram claramente orientados em função da sazonalidade seca e chuva, mas para a maioria esse padrão ficou menos claro e mais dependente da organização das espécies em função das variáveis de microclima ou de estrutura da vegetação (Quadro 11.2.1-67). O padrão de gradiente de habitat, principalmente de características de ambientes abertos e florestais foi majoritariamente responsável pela estruturação de quase todos os grupos de organismos estudados. Isso mostra que, para o esforço e métodos empregados em campo, fomos capazes de capturar a variação sazonal para alguns grupos, mas já foi o suficiente para detectar as nuances relacionadas a variação do habitat.

Quadro 11.2.1-67: Resumo dos principais resultados obtidos após a Análise de Correspondência Canônica entre a composição de espécies e variáveis ambientais medidas durante as três campanhas já realizadas durante o estudo.

GRUPO TAXONÔMICO	SAZONALIDADE	GRADIENTE AMBIENTAL	RELAÇÃO DE DESTAQUE
Lepidoptera	Não	Aberto-florestal parcialmente	Umidade do solo → registros durante C3
Apidae	Não claro	Aberto-florestal	Riqueza de árvores → C1; Luminosidade, umidade do solo → C3
Formicidae	Sim	Aberto-florestal	Cobertura de serrapilheira e área basal → C3
Amphibia	Sim	Aberto-florestal; umidade	Umidade do solo e variáveis ligadas a ambiente florestado
Squamata	Não	Aberto-florestal	-
Mamíferos não voadores	Sim	Aberto-florestal	Umidade do solo e variáveis ligadas a ambiente florestado
Chiroptera	Não claro	Aberto-florestal	Riqueza e número de indivíduos arbóreos
Aves	Não claro	Aberto-florestal	-

Legenda: "-" assinala a situação de não haver uma relação particularmente destacável dentre as demais.

O gradiente de ambientes abertos e florestais é claramente importante na região, e isso é esperado já que o empreendimento está localizado na Caatinga, que se constitui em um mosaico de fisionomias de ambientes mais abertos e mais densos , que resulta de perturbações diversas cm extração de lenha e criação de gado (VIEIRA,2017). É essencial, portanto, que os mosaicos de habitat presentes na região, sobretudo na área de influência direta (AID), tenham suas permanências asseguradas, pois a fauna de vertebrados e invertebrados depende intensamente da presença desses ambientes para sua existência local e regional. Possíveis medidas de compensação ligadas ao reflorestamento e recuperação de áreas degradadas devem considerar a distribuição original de ambientes de maior e menor densidade de vegetação da Caatinga para que as características de mosaico sejam mantidas, permitindo que o fluxo gênico e a funcionalidade da paisagem sejam mantidos (ANTONGIOVANNI, 2022).

Em um monitoramento futuro as questões relacionadas aos tratamentos devem ser consideradas como essenciais. Neste documento, como não são explícitas perguntas específicas na fase do estudo sobre tratamentos espaciais, temporais ou de gradientes ambientais, a iniciativa exploratória já serve a demonstrar a relevância da estruturação das comunidades em função da estação climática e outras em função do tipo de ambiente. São aspectos importantes que dão lastro conceitual e documental importantes para as fases seguintes do estudo e da análise de dados.

Os tratamentos devem ser pensados para que tenham número similar (ver GOTELLI; ELLISON, 2013, cap. 6 e 7) e que estejam distribuídos de forma homogênea no ambiente, em número de réplicas também similar, nas áreas adjacentes à ADA, dentro da AID e em áreas consideradas referência (controle). Isso será de extrema importância para lidar com as perguntas naturais de programas de monitoramento, sobre o sinal, intensidade, temporalidade, espacialidade e interação dos impactos da instalação e operação do empreendimento com outras possíveis ações humanas nas adjacências.

11.2.1.3 Receptores Ecológicos

A avaliação dos eventuais efeitos radiológicos deletérios sobre a fauna terrestre foi realizada considerando as informações levantadas para o licenciamento nuclear junto à CNEM.

Os efluentes líquidos não foram considerados nesta avaliação, pois, conforme apresentado no Capítulo 9 – Caracterização do Empreendimento, não são previstas quaisquer liberações destes efluentes nos corpos d'água proveniente da Instalação de Urânio e, desta

forma, não foi identificado qualquer cenário que se aplica aos eventuais impactos radiológicos referentes à água superficial ou água subterrânea.

Assim, mediante os dados disponibilizados, foi considerada a eventual contaminação do ar e do solo por emissões atmosféricas, diante da possibilidade de dispersão dessas emissões para fora dos limites da Fazenda Itataia, em um cenário conservador de exposição rural, relativo às atividades de pecuária e de agricultura de subsistência em áreas limítrofes à Área Diretamente Afetada (ADA), em ponto onde seja previsto o maior nível de concentração de radionuclídeos no ar (grupo crítico hipotético).

Este cenário considera como via de exposição o solo e vegetais a serem consumidos diretamente pelos seres humanos (produtos agrícolas) ou a serem consumidos pelos animais de criação (pasto). Esta via de contaminação, que considera a pastagem, poderia servir num cenário hipotético às considerações sobre a entrada dos radionuclídeos no ecossistema, substituindo os animais domésticos por mamíferos herbívoros e aves granívoras, que se alimentem no nível de cadeia trófica dos produtores primários e, que neste contexto seriam considerados os receptores ecológicos, dos quais, como exemplo, citamos aves columbiformes e roedores herbívoros detectados no estudo, conforme Quadro 11.2.1-68.

Dentre as aves columbiformes, destaca-se a avoantes (*Zenaida auriculata*), por tratar-se de espécie migratória e, com potencial de, na eventualidade de uma contaminação por qualquer agente, poder levar esta contaminação até áreas remotamente distantes dos sítios contaminados. Além disso, os animais desta espécie se concentram em grandes colônias reprodutivas com centenas a milhares de indivíduos. Por essa razão foram aqui escolhidas como receptores ecológicos modelo.

Quadro 11.2.1-68: Receptores ecológicos da fauna silvestre na área do Projeto Santa Quitéria

AVES	
Família Columbidae	
Espécie	**Guilda trófica**
Zenaida auriculata	Granívora
Mamíferos	
Familia Echimyidae	
Espécie	
Thrichomys Laurentius (punaré)	Herbívoro

Elaboração: Tetra Mais, 2021.

Zenaida auriculata, é amplamente distribuída todo Brasil, principalmente em ambientes de vegetação mais aberta, como campos naturais do Cerrado e a Caatinga. Alimenta-se de grãos de espécies silvestres e cultivadas, sendo considerada importante dispersora de sementes.

Os grandes grupos migrantes da espécie alimentam-se muitas vezes de plantações de grãos localizados na sua rota, constituindo assim, um fator conflitante com a agricultura, especialmente de pequenas propriedades.

Finotti e colaboradores (2015) testaram a preferência alimentar de itens da dieta de roedores do gênero *Thrichomys*. Nos experimentos realizados, todas as espécies mostraram grande preferência por sementes em relação aos frutos raízes e bagas *Thrichomys laurentius* foi a espécie com a maior quantidade de itens preferidos (maior amplitude de nicho alimentar), tendo também mostrado preferência por uma maior quantidade de raízes quando comparada às outras espécies estudadas. Tais resultados evidenciam que possuem uma dieta herbívora e mais generalista em relação às demais espécies do gênero e mais diversificada no que tange às partes preferidas das plantas. A área de vida desta espécie é maior para os machos na Estação seca, quando pode variar de 3 mil m^2 a 6 mil m^2 (ASSIS,2009).

Cabe destacar que o Programa de Monitoramento Radiológico Pré Operacional prevê o monitoramento de diferentes componentes (ar, solo, água, fauna e flora) nas diferentes fases do empreendimento, incluindo informações de *background*. Maiores informações sobre o referido programa são apresentadas no Capítulo 11 – Programas Ambientais.

11.2.1.4 Flora

11.2.1.4.1 Introdução

A Caatinga é o principal domínio do semiárido do nordeste brasileiro. Distribuída em uma área de 844.453 km^2, corresponde a 50% do território nordestino (IBGE, 2004). A cobertura vegetal do bioma compreende os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, o sudeste do Piauí, oeste de Alagoas e Sergipe, a região norte e central da Bahia e uma faixa que alcança Minas Gerais, através do vale do rio São Francisco. Está inserida em um ambiente de baixa precipitação (300-1000 mm/ano) e possuí alto índice de evapotranspiração (1500-2000mm/ano) (IBGE, 2004).

As caatingas são consideradas um tipo vegetacional xérico, sempre associados à caducifolia das plantas, à presença mais ou menos regulares de cactáceas e/ou bromeliáceas, e desenvolvida sobre um substrato cristalino. Representa uma vegetação estacional, de caráter xerófilico, tropofílica pela acentuada caducifolia, e frequentemente

espinhosa. Tais atributos estão sempre relacionados com as condições de semiaridez de origem climatológica, escassez e irregularidade de chuvas anuais (FERNANDES, 1990). De fato, a denominação “caatinga” é de origem Tupi-Guarani e significa floresta branca, em função da aparência que o conjunto florestal adquire durante a estação seca (ALBUQUERQUE & BANDEIRA, 1995).

Atualmente considera-se que o domínio da Caatinga abriga cerca de 4.500 espécies de angiospermas, o que corresponde a 15% das espécies brasileiras (COSTA *et al*, 2015). Alguns estudos recentes indicam também que, contrariamente ao que se supunha anteriormente, há um nível de endemismo alto, com cerca de 318 classificadas como endêmicas atualmente (QUEIROZ, 2006). A despeito disso, o bioma e suas formações estão sujeitos a um alto grau de pressão antrópica, que resulta em fragmentação de sua cobertura vegetal decorrente de atividades como a agricultura, pecuária e da ocupação humana (COSTA *et al*, 2015).

Mesmo estando bastante alterada, especialmente nas terras mais baixas, a Caatinga possui uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e com remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos. No entanto, não é possível se ter hoje uma lista completa da flora existente nesse Bioma.

O Centro Nordestino de Informação sobre Plantas - CNIP - (Centro ligado à APNE, UFPE e ao Jardim Real Botânico de Kew) apresenta na sua relação (*check list*) do NE, 8.760 espécies. Para o IBGE (2012) são frequentes os gêneros *Ziziphus, Acacia, Erythrina* e *Bauhinia*, porém são dominantes os representantes das famílias Cactaceae (*Cereus, Pilocereus* e outros) e Bromeliaceae (Bromélia). De uma forma mais ampla, o conhecimento sobre a biodiversidade da flora do Bioma Caatinga tem sido sintetizado no quadro do projeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga (MMA, 2002).

Destaca-se, ainda, que além de gêneros e espécies endêmicas, a Caatinga também abriga espécies com ampla distribuição nas Florestas Estacionais brasileiras, como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenam, *Myracrodruon urundeuva* Engler e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex. DC.) Mattos. (PRADO & GIBBS, 1993; ARAÚJO & HARIDASAN, 1997, citados por ALCOFORADO-FILHO, 1993). Também merecendo destaque a presença de espécies de Mata Atlântica, como *Ceiba erianthos, Myroxylum balsamum, Zollemia ilicifolia, Dalbergia variabilis, Caesalpinia leiostachya e Handroanthus serratifolius.*

As fisionomias do bioma variam em suas características, dependendo do regime de chuvas e tipos de solo, podendo ser encontradas florestas altas e secas, com indivíduos até 15-20m de altura, típicos de áreas com menor déficit hídrico. Por outro lado, em ambientes com acentuados déficits hídricos, há a predominância de espécies vegetais decíduas, que perdem as folhas logo no final da estação chuvosa, ocorrendo simpatricamente à outras que mantém sua folhagem até o final da estação seca, formando mosaicos temporais e espaciais nos microambientes (BARBOSA *et al*, 2003). A partir do Workshop de Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Caatinga (2000), Rodal & Sampaio, em 2002, propuseram mudanças no sistema de Andrade-Lima, analisando as unidades e associando-as ao Zoneamento Agroecológico do Nordeste - ZANE. Conclui-se que devido à diversidade de padrões de vegetação detectados e a carência de estudos específicos ainda não é possível a elaboração de um sistema de classificação ideal, dificultando o trabalho de identificação das formações específicas em campo.

O IBGE, que serviu de referência para o presente estudo, categoriza as formações vegetais encontradas na Caatinga no grande grupo de Savana Estépica. A Savana Estépica é caracterizada por vegetação xeromórfica, com adaptações fisiológicas para estações de seca e de alta intensidade luminosa, a flora é decidual, com a presença de espécies arbóreas e arbustivas lenhosas, espinhosas e que apresentam microfilia. Plantas suculentas também compõem a vegetação, com representantes dos grupos Cactaceae e Bromeliaceae, enquanto lianas são raramente observadas (PRADO, 2003). Em áreas onde há a variação do nível de corpos d'água, como em períodos de cheia dos rios em épocas chuvosas, ou terrenos onde existe água empoçada, desenvolve-se uma comunidade vegetal campestre, composta por famílias pioneiras, como Solanaceae, Asteraceae, Myrtaceae (IBGE, 2012).

De acordo com as delimitações propostas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE (2004; 2012), a área do Projeto Santa Quitéria insere-se no Domínio da Caatinga, vegetação de maior ocorrência no Estado do Ceará, ocupando cerca de 46% do território cearense e 87,7% das tipologias vegetais do Estado (IPECE, 2007; BRASIL, 2016).

Para diagnóstico da flora na área de influência do Projeto Santa Quitéria os estudos da vegetação foram executados com o objetivo caracterizar a situação atual das Áreas de Influência do empreendimento, servindo como referência para avaliar os impactos da implantação e da operação do empreendimento, com base no conhecimento acumulado sobre a flora regional e informações levantadas em campo.

11.2.1.4.2 Considerações Metodológicas

Os estudos da vegetação na Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento foram realizados a partir do levantamento de dados secundários e primários obtidos em campo em duas campanhas realizadas, por meio do estabelecimento de pontos de levantamento florístico e parcelas. O presente estudo incluiu a análise e comparação com os dados obtidos pela ARCADIS, em 2011, na ocasião da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental para o projeto Santa Quitéria.

a) Área de Influência Indireta (AII) e Contexto Regional

A caracterização da AII foi realizada a partir de dados de campo e da compilação de informações disponíveis na literatura especializada sobre vegetação (periódicos, artigos científicos, livros e teses), abordando aspectos florísticos, fitogeográficos, estruturais, conservacionistas e sobre dinâmica florestal.

b) Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

Para levantamento de dados primários da vegetação foram utilizados os dados de duas campanhas recentemente realizadas i*n loco*: a primeira entre os dias 29 de outubro e 03 de novembro de 2020 e a segunda entre 02 e 07 de fevereiro de 2021, quando se coletou dados na ADA e AID de três diferentes atributos da vegetação: 1) fitofisionomia, 2) florística e 3) fitossociologia. Adicionalmente, a título de comparação, foram considerados os dados da campanha de campo realizada na ocasião de elaboração de um Estudo de Impacto ambiental para o mesmo empreendimento, em abril de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

A. Levantamento Fitofisionômico

Para a caracterização fitofisionômica, com o auxílio de imagens do Google Earth datado de 2020, foi percorrida toda a extensão da AID (que incorpora a ADA), tendo sido revisitados, inclusive, os pontos da campanha de 2011 (Quadro 11.2.1-69).

Nesta ocasião, foram identificadas as principais fitofisionomias, sendo os seguintes os principais parâmetros utilizados para a sua classificação: predomínio de ervas, arbustos ou árvores, presença de dossel, sinais de intervenção antrópica, estado de conservação da vegetação, composição de espécies, ambiente (seco, úmido, encharcado), estrato predominante (arbóreo, arbustivo, herbáceo), submata (densa, média, rala), textura predominante do solo (afloramento rochoso, pedregoso, arenoso, arenoso-argiloso, argiloso, siltoso), situação no terreno (encosta de morro, planície aluvial, planalto, outros), sendo utilizada para a classificação o Mapa da Vegetação Brasileira (IBGE, 2004; 2012) e o Mapa

das Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007), respeitando os limites observados em campo.

Para o levantamento fitofisionômico, procurou-se caracterizar o maior número de pontos possível localizados na ADA e AID. Nos pontos visitados em campo foram observadas espécies características (indicadoras) de cada uma das fisionomias, incluindo arbóreas, arbustivas e herbáceas (Anexo 11.2.3-5 – Ficha de coleta de dados florístico e fitofisionômico).

B. Levantamento Florístico

Com objetivo de complementar a listagem de espécies obtida pelo levantamento fitossociológico, foram realizadas também coletas de material botânico abrangendo espécies de todos os hábitos (ervas, epífitas, lianas, arbustos, árvores) (Quadro 11.2.1-70).

Para o levantamento de campo foram utilizados os seguintes materiais para auxílio na coleta, identificação botânica e identificação das fitofisionomias: binóculo Canon 20 x 50; câmera fotográfica Sony Cyber-shot, tesoura de poda, saco de coleta e fita crepe, GPS Garmin 62 sc.

O levantamento florístico foi realizado em trechos ao longo da AID/ADA, como também nos mesmos pontos selecionados para a amostragem fitossociológica. Foram levantadas espécies vasculares (fanerógamas e pteridófitas), contemplando ervas, lianas, epífitas, arbustos e árvores.

Alguns materiais botânicos não puderam ser identificados até o nível de espécie devido à ausência de amostra fértil ou até mesmo de folhas. A classificação adotada para as angiospermas foi a de APG III -*Angiosperm Phylogeny Group III* (BREMER *et al.*, 2009).

Quadro 11.2.1-69 - Pontos de Levantamento Florístico e Fitofisionômico

PONTOS	LOCALIZAÇÃO	FITOFISIONOMIA	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000	
			L	N
1	ADA	Savana Estépica Arborizada	413955	9496209
2	ADA	Savana Estépica Arborizada	414583	9495733
3	ADA	Savana Estépica Arborizada	415140	9494635
5	ADA	Savana Estépica Arborizada	416332	9494672
6	ADA	Savana Estépica Arborizada	412968	9493683
CF1	AID	Savana Estépica Arborizada	415639	949639

PONTOS	LOCALIZAÇÃO	FITOFISIONOMIA	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000	
			L	N
CF2	AID	Savana Estépica Arborizada	412878	9496926
CF4	AID	Savana Estépica Arborizada	416207	9496652
1A	AID	Savana Estépica Arborizada	410228	9496240
2A	ADA	Savana Estépica Arborizada	410188	9496162
3A	ADA	Savana Estépica Arborizada	410910	9494960
4A	ADA	Savana Estépica Florestada	412922	9495291
5A	ADA	Savana Estépica Arborizada	413128	9494412
6A	ADA	Savana Estépica Arborizada	413938	9493614
7	AID	Savana Estépica Arborizada	411910	9494960
8	AID	Savana Estépica Arborizada	415265	9492768
9	AID	Savana Estépica Arborizada	415434	9493726
10	ADA	Savana Estépica Arborizada	414788	9494455
11	AID	Savana Estépica Arborizada	414210	9495960
12	AID	Savana Estépica Florestada	415915	9495830
13	AID	Savana Estépica Arborizada	416494	9492018
14	AID	Savana Estépica Arborizada	416836	9491880
15	ADA	Savana Estépica Arborizada	414910	9492960
18B	AID	Savana Estépica Florestada	412503	9494306

A identificação de espécies vegetais ameaçadas, encontradas no levantamento da vegetação, foi realizada por meio de consulta aos seguintes documentos:

+ Portaria MMA nº 443, de 17 de dezembro de 2014, a qual publica a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção;
+ Lista das Tracheophytas ameaçadas de extinção com ocorrência em Ceará publicada pela *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2021); e
+ Lista das espécies da flora com ocorrência no Brasil publicada pela *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2021).

C. Levantamento Fitossociológico

O método fitossociológico utilizado foi o de Parcelas de 10 m x 20 m (RODAL *et al.* 1992), distribuídas em 24 Pontos (Áreas) de amostragem. Sendo amostrado o total de 51 parcelas. O desenho amostral da AID/ADA está sumarizado no Quadro 11.2.1-70.

Em cada parcela foram registrados todos os indivíduos arbustivos e arbóreos inseridos com CAB (Circunferência à Altura da Base) maior ou igual a 10 cm e altura igual ou superior a 2 m, para os quais foram registrados os seguintes dados: nome vulgar, CAB e altura total (Figura 11.2.1-238 e Figura 11.2.1-239) e disponibilizados no Anexo 11.2.3-6.

Os parâmetros fitossociológicos calculados foram: densidade, frequência e dominância relativas e absolutas, valores de importância – VI (MÜLLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Os índices de diversidade calculados serão o de Shannon (H') e de equabilidade (J') de Pielou. Todos os cálculos serão feitos com o auxílio do programa FITOPAC-2 (SHEPHERD, 2010).

As unidades amostrais do levantamento de dados primários investigados no presente estudo estão identificadas nos Mapa 11.2-3. Adicionalmente, são apresentados, no Mapa 11.2-4 as unidades amostrais do levantamento de campo realizado pela Arcadis em 2011.

Visando entender alguns aspectos da dinâmica populacional, serão construídos histogramas de frequência de classes de diâmetro do tronco e de classes de altura para todos os indivíduos de todas as espécies amostradas no levantamento fitossociológico.

Figura 11.2.1-238 - Montagem das parcelas do levantamento fitossociológico.

Figura 11.2.1-239 - Amostragem de dados no campo.

Visando ampliar a área amostral para acessar uma maior riqueza e confirmar a estrutura vigente na comunidade na área de estudo optou-se por, em alguns casos, realizar amostragem em novos pontos distintos daqueles escolhidos para a primeira campanha. Desta forma, alguns pontos foram amostrados em ambas as campanhas e outros em apenas uma delas (Quadro 11.2.1-70). Esta estratégia amostral é compatível com a fase de diagnóstico sendo que quando do estabelecimento dos monitoramentos de longo prazo deverão ser indicadas parcelas fixas com foco no acompanhamento de possíveis variações na composição das comunidades e seus principais parâmetros indicadores de qualidade ambiental.

Quadro 11.2.1-70 - Pontos amostrais e parcelas amostradas por fitofisionomia na AID/ADA

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000		CAMPANHA	FISIONOMIAS	PARCELAS	FOTO
		L	N				
1	ADA	413955	9496209	1 de 2020	Savana Estépica Arborizada	2A, 1A, 3B	
2	ADA	414583	9495733	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	3A, 4A, 1B e 2B	

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000		CAMPANHA	FISIONOMIAS	PARCELAS	FOTO
		L	N				
3	ADA	415140	9494635	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	7A,8A, 7B, 8B	
5	ADA	416332	9494672	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	6A, 5A, 4B, 5B	

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000		CAMPANHA	FISIONOMIAS	PARCELAS	FOTO
		L	N				
6	ADA	412968	9493683	1 de 2020	Savana Estépica Arborizada	16A, 15A	
CF1	AID	415639	949639	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	11A, 12A, 11B	

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000		CAMPANHA	FISIONOMIAS	PARCELAS	FOTO
		L	N				
CF2	AID	412878	9496926	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	13A, 14A, 15B	
CF4	AID	416207	9496652	1 de 2020/ 2 de 2021	Savana Estépica Arborizada	9A, 10A.9B, 9BC	

PONTO AMOSTRAL	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M) - SIRGAS 2000		CAMPANHA	FISIONOMIAS	PARCELAS	FOTO
		L	N				
12	AID	415915	9495830	2 de 2021	Savana Estépica Florestada	12B, 13B, 13C, 14B	
18b	AID	412503	9494306	2 de 2021	Savana Estépica Florestada	18B, 18BC, 19B, 19BC	

Mapa 11.2-3 - Unidades amostrais de flora campanhas out/nov. 2020 e fevereiro de 2021.

410.000 412.000 414.000 416.000

9.498.000 9.496.000 9.494.000 9.492.000

CF2 P13 A P14 A 15 B

1 2 P2A P1A 3B 11

CF4 P10A 9B CF1 P12A P11A P9A 9BC 11B 11BC

12B 12 13B 13C 14B P12

2 1.b P3A P4A 2b

4 3 7 5B

P7A 7B P6A 5 3 P8A P5A 4B

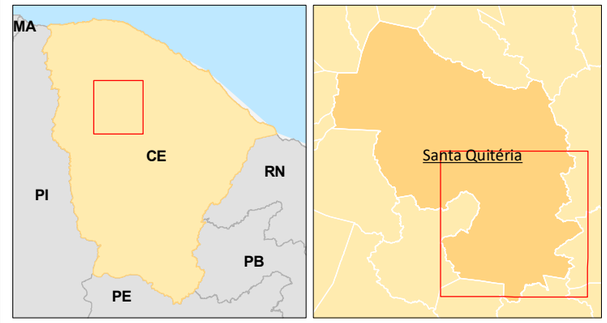
18B 18BC 18B 5 10 8B

19B 19BC 6 P16A P15A 6 9

15 8

13 14

Macrolocalização



Áreas de Influência

Área Diretamente Afetada (ADA)

Área de Influência Direta (AID)

Sistema Viário

Rodovia Estadual

Hidrografia

Cursos d'água

Levantamento Florístico - 2020/2021

Unidades Amostrais

Campanhas

- 1ª Campanha de 2020
- 1ª Campanha de 2020/2ª Campanha de 2021
- 2ª Campanha de 2021

Fonte:
ARCADIS, 2020. Cursos d'água na AID.
IBGE, 2019. Rodovias.
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2021. Levantamento Florístico.

1:27.000
0 0,5 1 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

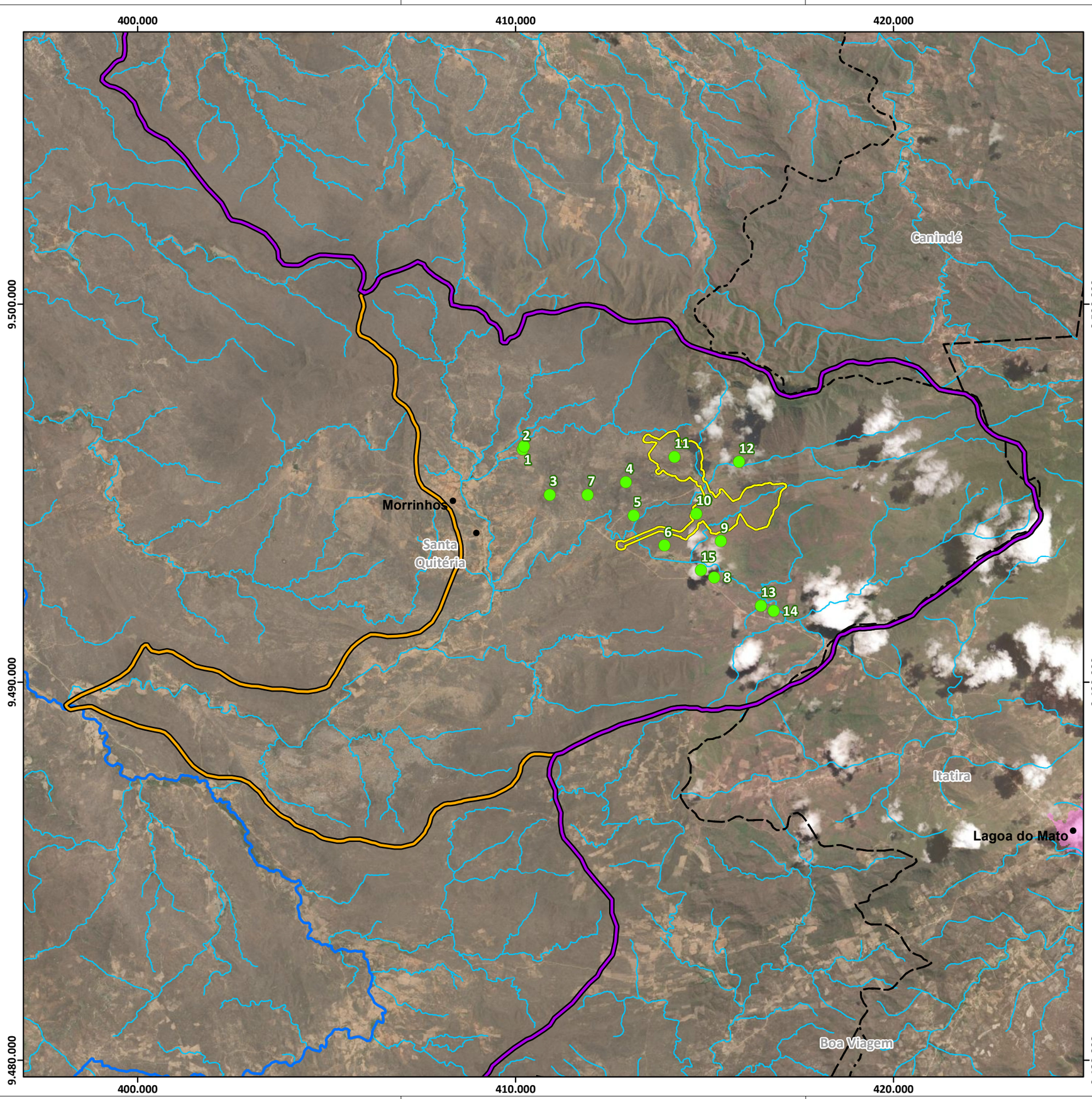
Título:
Unidades Amostrais de Flora - Campanhas
Out/Nov 2020 e Fevereiro de 2021

Formato	Escala	Folha
A3	1:27.000	Única

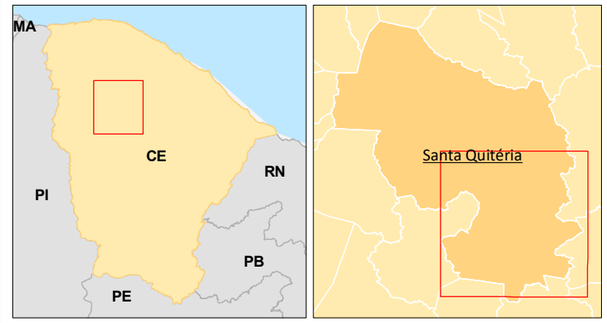
Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

Mapa 11.2-4 - Unidades Amostrais do levantamento realizado pela Arcadis em 2011.



Macrolocalização



Referências Locacionais

- Localidades
- Limite Municipal
- Áreas Urbanizadas/Edificadas

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Levantamento Florístico - 2011

- Unidades Amostrais

Fonte:
ARCADIS, 2011. Levantamento Florístico.
ARCADIS, 2020. Cursos d'água na AID.
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.

1:102.000
0 1 2 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título: Unidades Amostrais de Flora do Levantamento Realizado em 2011

Formato	Escala	Folha
A3	1:102.000	Única

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

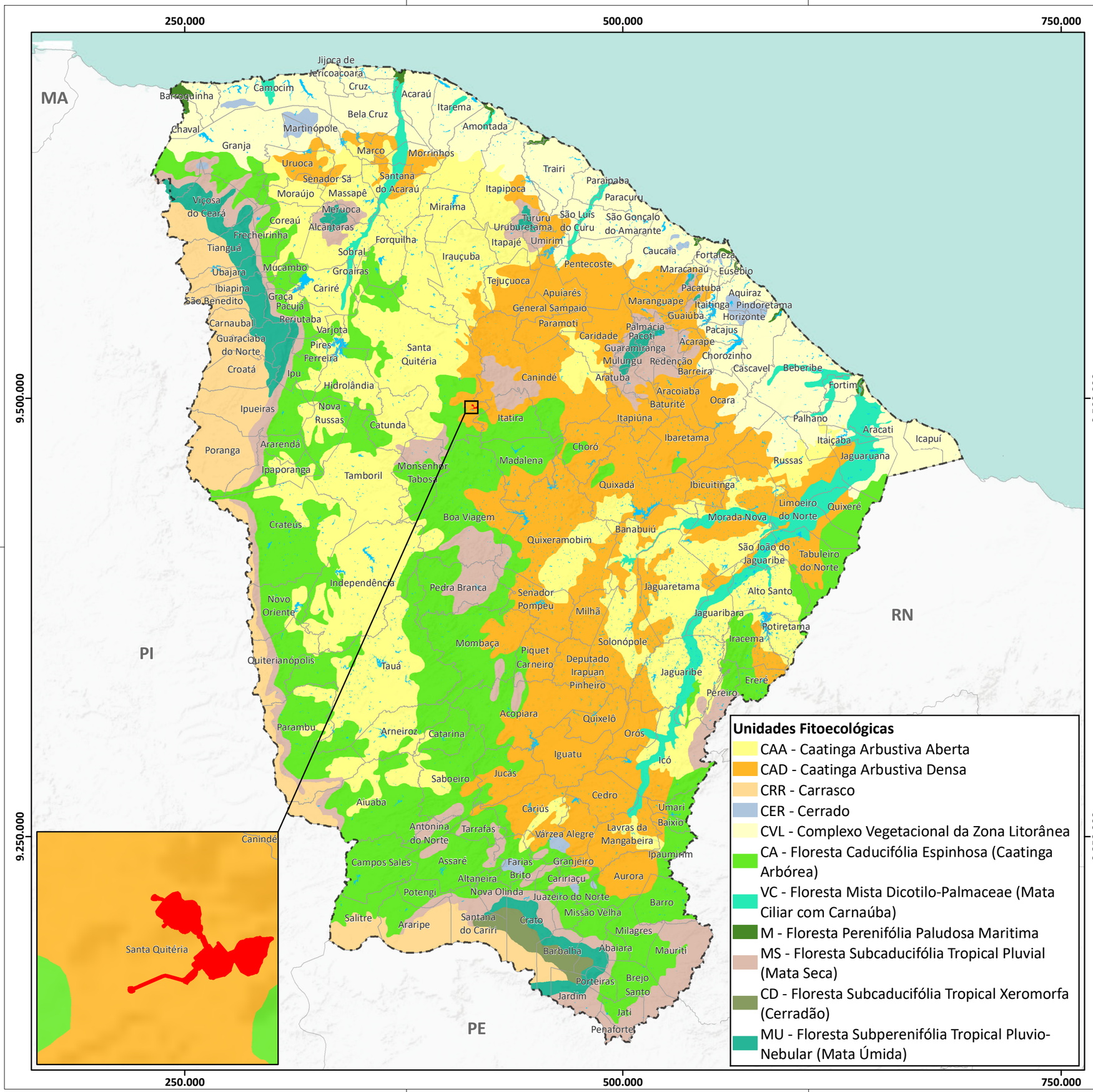
11.2.1.4.3 Resultados

A. Dados Secundários

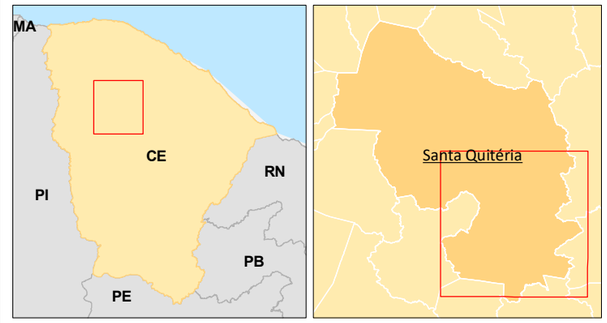
+ **Área de Influência Indireta (AII) e Contexto Regional**

De acordo com IPECE (2007) a cobertura vegetal do Estado do Ceará pode ser dividida, para fins utilitários, em onze tipos de vegetação: Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Matas úmidas); Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas secas); Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga arbórea); Caatinga Arbustiva Densa; Caatinga Arbustiva Aberta; Carrasco; Floresta Perenifólia Paludosa Marítima; Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Mata ciliar com carnaúba e dicotiledôneas); Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão) e Cerrado (Mapa 11.2-5).

Mapa 11.2-5 - Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007- modificada).



Macrolocalização



Referência Locacional

- Limite Municipal
- Limite Estadual
- Estado do Ceará

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada

Hidrografia

- Corpo d'água

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais; Limites Estaduais.
IPCE, 2007. Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará.

1:2.185.000
0 25 50 km
Escala Gráfica
Norte do Mapa
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria
tetra+

Projeto: **Projeto Santa Quitéria**

Título: Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007 - modificado)

Formato	Escala	Folha
A3	1:2.185.000	Única

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

Embora a caatinga do cristalino seja o tipo de vegetação mais comum no estado, ela foi curiosamente ignorada pela maioria dos estudos florísticos publicados para o Ceará e está ameaçada especialmente pelo desmatamento e pastoreio excessivo para agricultura e pecuária, retirada de lenha, produção de carvão, bem como pelo processo de desertificação, em que a degradação excessiva do ambiente faz com que haja perda de solos e a vegetação não consiga se recuperar (MORO *et al.*, 2016).

A região da AII está localizada na Depressão Sertaneja, Macrorregião do Sertão Central (IPECE, 2007), que de acordo com as delimitações proposta pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE (2004; 2012), Brasil (2016) e pelo mapa das Unidades Fitoecológicas do IPECE (2007) está sob o domínio das caatingas, abrangendo as seguintes unidades fitoecológicas: Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva Aberta e Densa).

Por conta da deficiência hídrica característica da região, a Depressão Sertaneja apresenta classes de solos pouco desenvolvidas, isto é, solos rasos, a exemplo dos luvissolos, pouco profundos, frequentemente contendo pedregosidade superficial e comumente recobertos por vegetação de caatinga do cristalino que de acordo com Figueiredo (1997) apresenta três unidades fitoecológicas: 1. Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea); 2. Caatinga Arbustiva Densa; 3. Caatinga Arbustiva Aberta (MORO *et al.*, 2016).

Na área de estudo, devido a relativa distância entre as Rodovias e cidades de maior porte, observa-se por meio das imagens de satélite (Mapa 11.2-6 e Figura 11.2.1-240), que a região apresenta baixas intensidades de fragmentação da cobertura vegetal, visto que a matriz de habitats é representada, principalmente, por fisionomias de Caatinga com elevado grau de conectividade, entremeadas por manchas de áreas antrópicas. Desta forma a área de estudo é considerada recoberta por uma vegetação pouco fragmentada e apresenta uma área prioritária indicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA): Serra do Machado/Serra das Matas com prioridade e importância extremamente alta. O item 11.2.1.5 discute o cenário de fragmentação na região do Projeto Santa Quitéria, analisando o contexto atual e com a inserção do empreendimento na paisagem.

O município de Santa Quitéria, entretanto, juntamente com Irauçuba, Sobral, Miraíma, Itapajé e Canindé (Figura 11.2.1-240), é um dos municípios que vêm sofrendo com o processo de Degradação/Desertificação no Ceará, apresentando 71,46% da área com algum grau de degradação, o que se deve principalmente ao manejo indiscriminado da agropecuária, sendo as áreas com relevo de maior declividade as que possuem maior grau de conservação. É o caso observado nos maciços residuais, que devido ao seu menor grau de dissecação torna o

acesso e o preparo da área mais difícil para o exercício de atividades agrossilvopastoris, consequentemente limitando seu uso (VIEIRA, 2016).

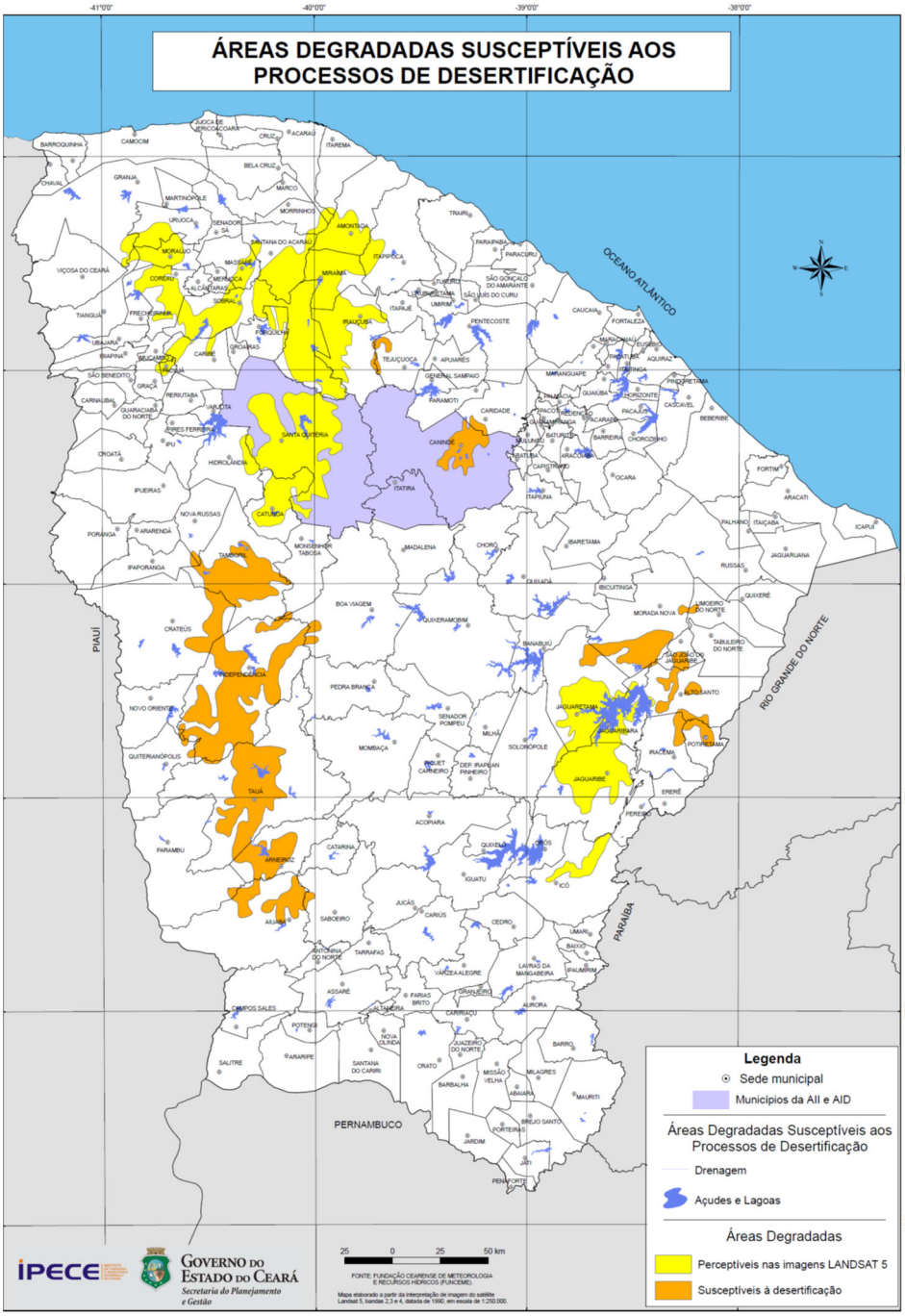
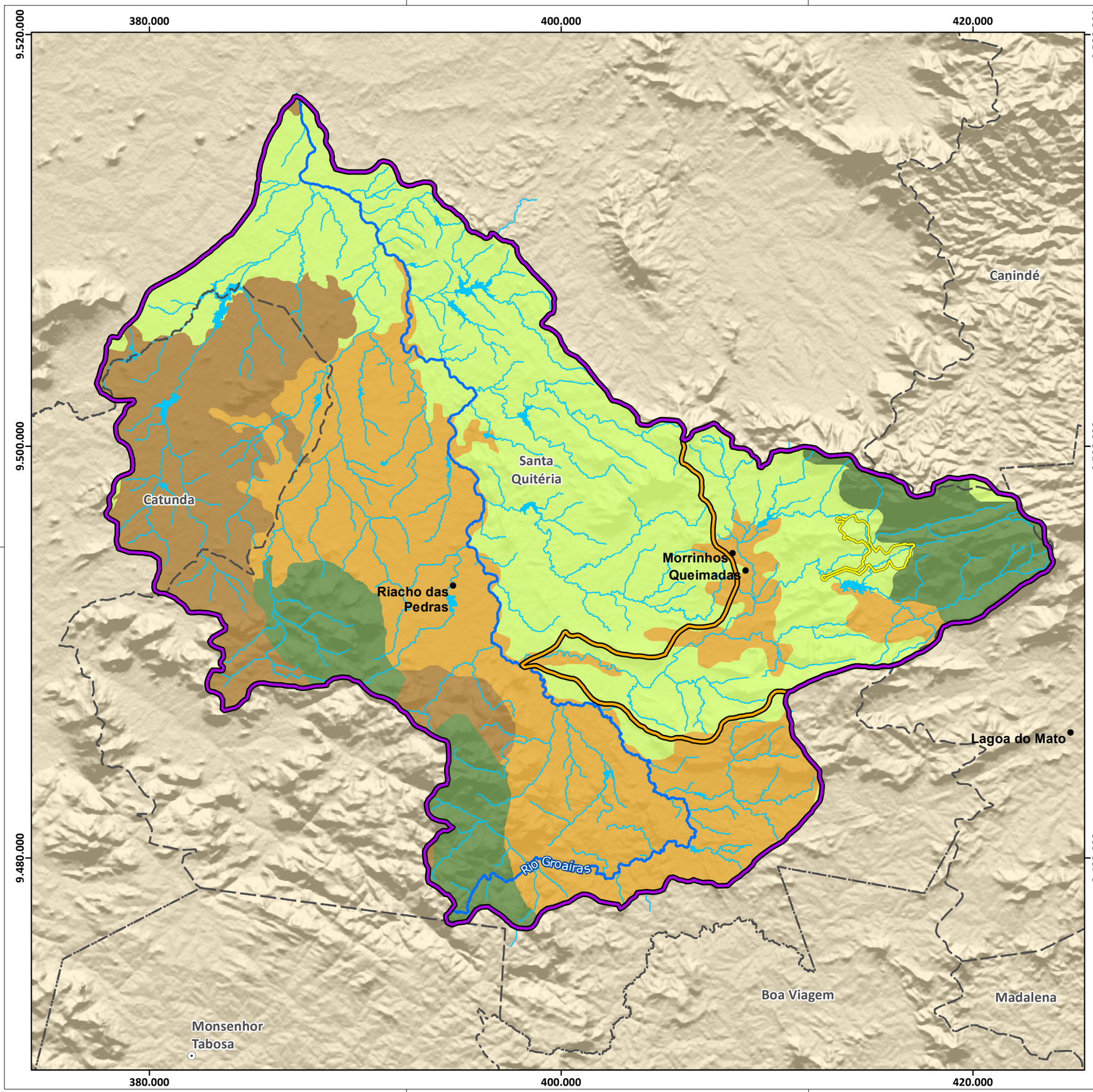
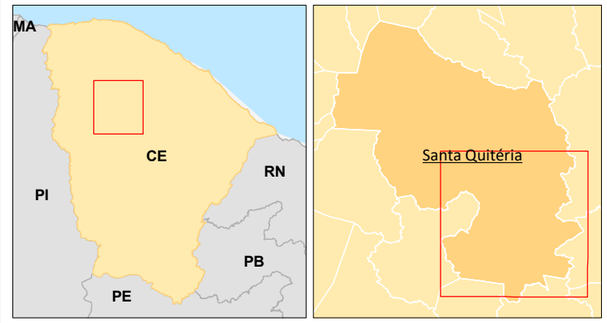


Figura 11.2.1-240 - Áreas susceptíveis a desertificação (IPECE, 2007) (modificada).

Mapa 11.2-6 - Mapa de Fitofisionomias (IBGE) em na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria.



Macrolocalização



Referências Locacionais

- Localidades
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água
- Corpo d'água

Classes de Vegetação (IBGE, 2019)

- Savana-Estépica Arborizada
- Savana-Estépica Arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
- Savana-Estépica Florestada
- Agropecuária

Fonte:
IBGE, 2021. Vegetação.
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.

1:186.000
0 2,5 5 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

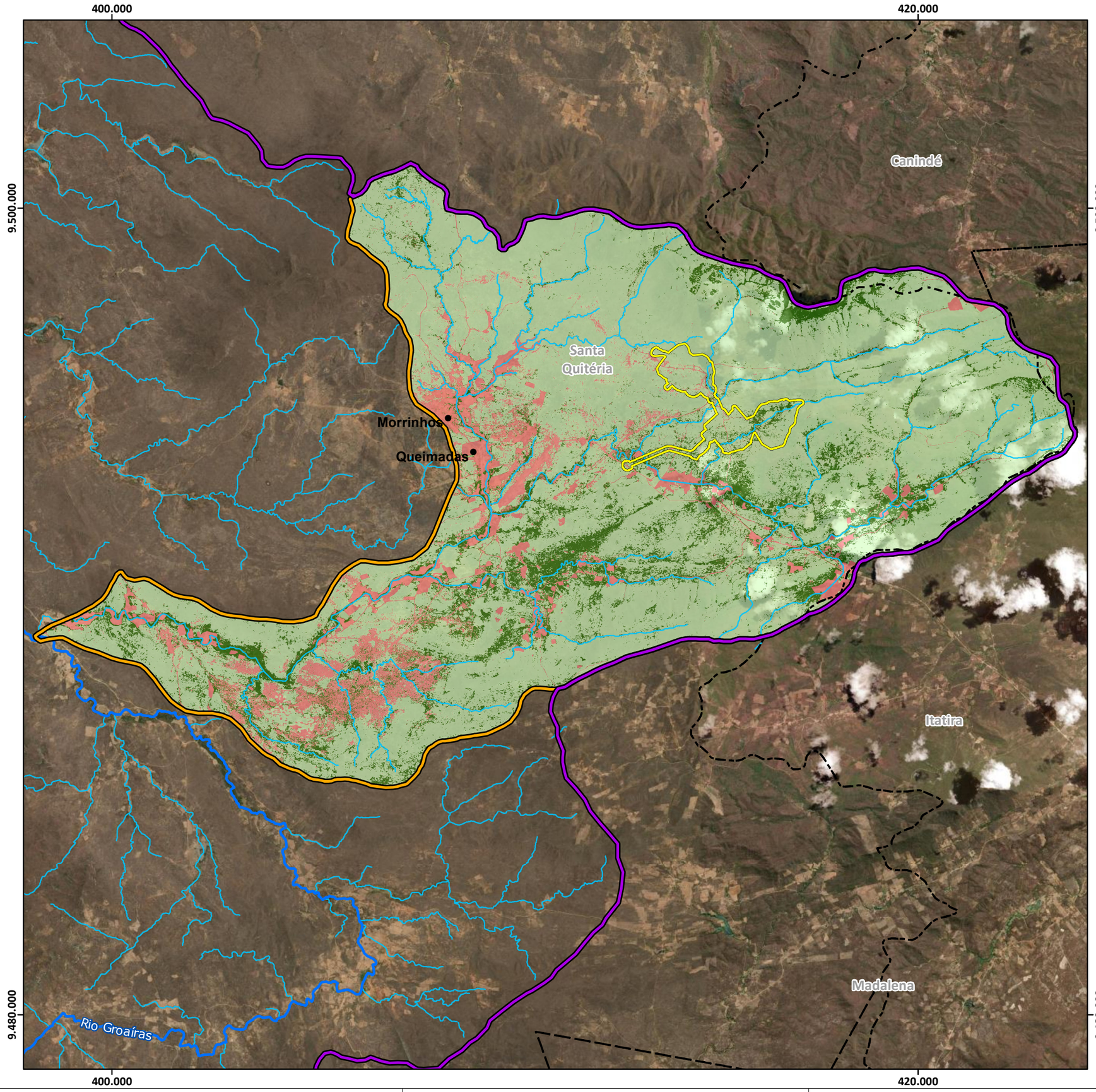
Título:
Mapa de Fitofisionomias (IBGE) na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria

Formato	Escala	Folha
A3	1:186.000	Única

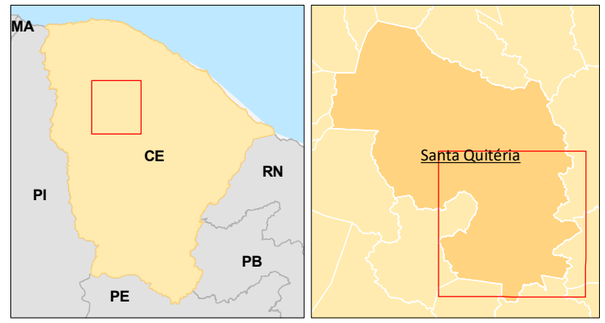
Data	Localização
31/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

Mapa 11.2-7 - Mapa de Fitofisionomias identificadas em campo na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria.



Macrolocalização



Referências Locacionais

- Localidades
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Classe de Vegetação

- Savana Estépica Arborizada
- Savana Estépica Florestada

Outros Usos

- Usos Antrópicos

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
INPE, 2019. Imagem CBERS-4A, Data da cena: 20/12/2019.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2021. Uso e Ocupação do Solo.

1:96.000
0 1 2 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Mapa de Fitofisionomias identificadas em campo na AID e ADA do Projeto Santa Quitéria

Formato	Escala	Folha
A3	1:96.000	Única

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

+ **Estudos Pretéritos Realizados na Área de Influência Direta (AID)**

Levantamento florístico e fitossociológico

De acordo com os levantamentos de campo realizados em 2011, que compuseram o primeiro Estudo de Impacto Ambiental elaborado para o Projeto Santa Quitéria (ARCADIS LOGOS, 2014) nas áreas de Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva), Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Vegetação Antrópica na AID do empreendimento, foram amostradas 39 famílias e 105 espécies, das quais 42 foram arbóreas, 17 arbustivas, 36 herbáceas e 10 trepadeiras. A família que apresentou maior número de espécies foi Fabaceae (25), seguida por Euphorbiaceae (9) e Cactaceae (7).

Na amostragem fitossociológica da Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea), as espécies mais relevantes, segundo VI, foram: o pau-branco (*Cordia oncocalyx*) e o marmeleiro (*Croton sonderian*us), representando 34% do VI total, enquanto na Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) apresentaram maior VI o marmeleiro *(Croton sonderianus*) e catingueira (*Caesalpinia pyrami*dalis) (Quadro 11.2.1-71).

Quadro 11.2.1-71 - Listagem de espécies da flora encontradas nas Áreas de Influências no levantamento realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014)

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Alternantera tenella	Amaranthacea	quebra-panela	Herbácea		M	X	X	
Amburana cearensis	Fabaceae	cumaru	Arbórea	Em perigo pela IUCN	Ec, M	X	X	
Anadenanthera colubrina	Fabaceae	angico	Arbórea		O, EC		X	
Andropogon condensatus	Graminae	barba de bode	Herbácea			X	X	
Apodanthera congestiflora	Cucrubitaceae	cabeça de nego	Trepadeira			X	X	
Aspidosperma pyrifolium	Apocynaceae	pereio	Arbórea		EC	X	X	
Aspidosperma ulei	Apocynaceae	pitiá	Arbórea			X	X	
Cordia glazioviana	Boraginaceae	pau branco louro	Arbórea		Ec, M	X	X	
Cordia oncocalyx	Boraginaceae	pau branco	Arbórea		Ec	X	X	
Bauhinia cheilantha	Fabaceae	mororó	Arbórea			X	X	
Bidens bipinata	Compositae	carrapicho de agulha	Herbácea		M	X	X	X
Pachira endecaphylla	Bombacaceae	embiratanha	Arbórea		O, Ec, M	X	X	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Sideroxylon obtusifolium	Sapotaceae	quixabeira	Arbórea		M, EC	X	X	
Libidibia ferrea	Fabaceae	jucá	Arbórea		M, EC	X	X	
Cenostigma pyramidale	Fabaceae	catingueira	Arbórea		EC	X	X	X
Capparis fllexuosa	Fabaceae	feijão-brabo	Trepadeira		EC	X	X	
Cassia sericea	Fabaceae	mata-pasto	Herbácea					X
Cassia tetrafila	Fabaceae	maria preta	Arbórea	EC		X	X	
Ceiba glaziovii	Bombacaceae	barriguda	Arbórea	O, Ec			X	
Cenchrus echinatus	Graminae	carrapicho	Herbácea				X	X
Cereus jamacaru	Cactaceae	mandacaru	Arbustiva	O	Pouco Preocupante IUCN. CITES	X	X	X
Cleome spinosa	Capparaceae	mussambê	Arbustiva	Ec, M		X	X	
Combretum leprosum	Combretaceae	mofumbo	Arbustiva			X	X	X
Commiphora leptophloeos	Burseraceae	imburana de espinho	Arbórea	Ec, M			X	
Crateva tapia	Capparaceae	tapiá	Arbórea			X	X	
Croton campestris	Euphorbiaceae	velame	Arbustiva	M		X		
Croton sincorensis		marmeleiro preto	Arbórea				X	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Croton sonderianus	Euphorbiaceae	marmeleiro	Arbórea			X	X	
Cucumls anguria	Cucrubitaceae	machiche	Herbácea	Ec				X
Enterolobium timbouva	Fabaceae	timbaúba	Arbórea				X	
Erythrina velutina	Fabaceae	mulungu	Arbórea	Ec, M			X	
Geoffroea spinosa	Fabaceae	umarí	Arbórea				X	
Harrisia adscendens	Cactaceae	rabo de raposa	Arbustiva				X	
Helicteris sp.	Fabaceae	anil	Herbácea	M, Ec				
Hyptis sp	Lamiaceae	melosa	Herbácea	M		X	X	X
Hyptis suaveolens	Labiatae	bamburral	Herbácea	M		X	X	X
Inga sp.	Fabaceae	ingá	Arbórea	Ec			X	
Ipomoea coccinea	Convolvulaceae	jitirana	Trepadeira	M		X	X	X
Jatropha mollissima	Euphorbiaceae	pinhão	Arbórea			X	X	X
Cnidoscolus urens	Euphorbiaceae	cansanção	Herbácea			X	X	X
Lantana camara	Verbenaceae	chumbinho	Herbácea	M		X	X	X
Lantana microphyla	Verbenaceae	alecrim do campo	Herbácea	M		X	X	X
Licania rigida	Chrysobalanacia	oiticica	Arbórea	Ec, M		X	X	X

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Luetzelburgia auriculata	Fabaceae	pau-mocó	Arbórea			X	X	
Manihot glaziovii	Euphorbiaceae	maniçoba	Arbustiva	Ec, M			X	X
Melocactus sp.	Cactaceae	coroa de frade	Herbácea	O		X	X	X
Mimosa caesalpiniifolia	Fabaceae	sabiá	Herbácea	Ec		X	X	X
Mimosa sensitiva	Fabaceae	dormideira	Herbácea			X	X	X
Mimosa sensitiva	Fabaceae	unha de gato (tiririca)	Arbustiva			X	X	X
Mimosa tenuiflora	Fabaceae	jurema-preta	Arbórea			X	X	X
Musa paradisiaca	Musaceae	bananeira	Arbustiva	Ec				X
Myracrodruon urundeuva	Anacardiaceae	aroeira	Arbórea	EC, M		X	X	X
Nephelium longana	Sapindaceae	olho de boi	Arbórea				X	
Opuntia sp.	Cactaceae	palma	Arbustiva	Ec				X
Tacinga palmadora	Cactaceae	palmatória	Arbórea		Protegida pela CITES, pouco preocupante pela IUCN	X	X	
Panicum pappofarum	Graminae	capim	Herbácea					X

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Passiflora cincinnata	Passifloriaceae	maracujá do mato	Herbácea	Ec, M				X
Peschiens affinis	Apocynaceae	grão de boi	Trepadeira			X	X	X
Phaseolus sp.	Fabaceae	feijão-brabo	Herbácea	Ec		X	X	X
Physalis angulata	Solanaceae	canapú	Herbácea				X	X
Pilocereus squamosus	Cactaceae	facheiro	Arbustiva				X	X
Pilosocereus gounellei	Cactaceae	xique-xique	Arbustiva	O		X	X	X
Piptadenia stipulaceae	Fabaceae	jurema branca	Arbórea				X	
Piptocarpha rotundifolia	Asteraceae	pratudo	Arbórea	M		X	X	X
Pisonia tomentosa	Nyctaginaceae	joão mole	Arbórea	M			X	
Pithecellobium foliolosum	Fabaceae	arapiraca	Arbórea				X	
Pithecoctenium echinatum	Bignoniaceae	pente de macaco	Trepadeira			X	X	X
Portulaca oleraceae	Portulacaceae	beldroega	Herbácea	M			X	
Psidium guajava	Myrtaceae	goiabeira	Arbustiva	Ec, M		X	X	
Rauwolfia ternifolia	Apocynaceae	arrebenta boi	Arbustiva			X	X	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Sapindus saponaria	Sapindaceae	sabão de vaqueiro	Arbórea	Ec		X	X	
Sapium lanceolatum	Euphorbiaceae	burra leiteira	Arbustiva			X	X	
Sena excelsa	Fabaceae	canafístula	Arbórea	Ec			X	
Senna macranthera	Fabaceae	quebra faca	Arbórea				X	
Sida sp.	Malvaceae	malva	Herbácea	M		X	X	X
Solanum paniculatum	Solanaceae	jurubeba	Arbustiva	Ec, M		X	X	X
Spondias tuberosa	Anacardiaceae	imbuzeiro	Arbórea	Ec, M		X	X	X
Tamarindus indica	Fabaceae	tamarindo	Arbórea	Ec				X
Thurnera ulmifolia	Thurneraceae	chanana	Herbácea	M				X
Tocayena formosa	Rubiaceae	jenipapo bravo	Arbórea	Ec. M		X	X	
Triplaris gardneriana	Polygonaceae	pajeú	Arbórea			X	X	
Urena lobata	Malvaceae	guaxuma	Arbustiva			X	X	
Vernonia scabra	Compositae	mata-peixe	Herbácea			X	X	X
Wedellia scaberrima	Compositae	camará de flexa	Herbácea			X		
Ximenia coriacea	Olacaceae	ameixa brava	Arbustiva					X
Zea mays	Garaminae	milho	Herbácea	Ec				

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Zizyphus joazeiro	Rhamnaceae	juazeiro	Arbórea	Ec, M		X	X	X
Ipomaea nil	Convolvulaceae		Trepadeira			X	X	
Stigmaphyllon sp.	Malpighiaceae		Trepadeira			X	X	
Bomarea cf. Edulis	Altrosmeriaceae	birro-brabo	Herbácea			X	X	X
Cardiospermum corindum	Sapindaceae		Herbácea			X	X	
Serjania erecta	Sapindaceae	mata-fome-mansa	Trepadeira			X	X	
Portulaca cf. umbraticola	Portulacaceae	berduega	Herbácea			X	X	
Sebastiania sp.	Euphorbiaceae	pulga-de-leite	Trepadeira			X	X	
Commelina diffusa	Commelinaceae	mariana	Herbácea			X	X	
Chomelia cf. Martiana	Rubiaceae	veludo	Arbustiva			X	X	
Starchytarpheta sp.	Verbenaceae		Trepadeira			X	X	
Tabebuia roseoalba	Bignoniaceae	ipê-branco	Arbórea				X	
Wissadula amplitissima	Malvaceae		Herbácea			X	X	X

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADAS, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	CA	CAV	VA
Chorcorus hirtus	Malvaceae	paratudo	Herbácea			X	X	
Cleome microcarpa	Capparaceae	mata-fome-mansa	Herbácea			X	X	
Acalypha sp.	Euphorbiaceae	berduega	Herbácea			X	X	
Mikania sp.	Asteraceae	pulga-de-leite	Herbácea			X	X	
Licania sp.	Chrysobalanaceae	mariana	Herbácea			X	X	
Indigofera sp.	Fabaceae		Herbácea			X	X	

Hábito- A: arbóreo, B: arbustivo, H: herbáceo, T: Trepadeira. Espécies Ameaçadas: (IUCN, CITES, Portaria MMA 443/2014). Ambientes: CA - Caatinga Arbustiva; CAV – Caatinga Arbórea; VA – Vegetação Antrópica. Importância: Econômico = Ec, Ornamental = O, Medicinal = M.

Estruturalmente, os trechos de Caatinga Arbustiva apresentam grande concentração de indivíduos (88,5%) no intervalo de diâmetro de 5,0 a 10 cm. Embora na Caatinga Arbórea também ocorreu maior concentração de indivíduos neste intervalo, a contribuição de indivíduos com DAP acima de 10 cm foi maior. Para as alturas totais, verifica-se que na Caatinga Arbustiva todos os indivíduos encontraram-se quase que completamente no intervalo de 2 a 5 m, enquanto na Caatinga Arbórea ocorreram indivíduos nos intervalos de 2 a 5 m e de 5,1 a 10 m.

O volume de madeira foi menor na Caatinga Arbustiva do que na Caatinga Arbórea, conforme apresentado no Quadro 11.2.1-72.

Quadro 11.2.1-72 - Dados de estudo fitossociológico realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) nas áreas de Caatinga Arbórea e Caatinga Arbustiva

PARÂMETROS	CAATINGA ARBÓREA	CAATINGA ARBUSTIVA
Área amostral (ha)	0,140 há	0,160
Número de indivíduos amostrados	209	234
Número de parcelas	7	8
Densidade total (indivíduos/ha)	1.492	1.462
Diâmetro médio (cm)	8,5	6,0
Altura total média (m)	5,10	3,0
Volume (m^3 /ha)	78,92	32,18
Número de espécies	17	16
Número de famílias	11	10
Índice de Shannon (H')	2,12	1,65
Índice de Equabilidade (J)	0,75	0,59

Elaboração: Tetra Mais, 2021 (Fonte: ARCADIS LOGOS, 2014).

B. Dados Primários

Levantamento fitofisionômico

A seguir são apresentadas e descritas as fitofisionomias identificadas na AID e ADA do empreendimento e ao final é apresentado um quadro quantificando as tipologias para cada área, destacando as áreas com intervenção em APP.

a) Área de Influência Direta (AID)

De maneira generalizada a Área de Estudo é representada por uma matriz onde a flora é bastante homogênea, sendo formada majoritariamente por fisionomia de Savana Estépica Arborizada, intercalada por pequenos trechos de Savana Estépica Florestada, nas proximidades das drenagens e corpos d'água, bem como por áreas Antrópicas.

Desta forma, utilizando como base para as descrições das fitofisionomias a classificação proposta pelo Mapa da Vegetação Brasileira (IBGE, 2004; 2012) e o Mapa das Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007), foi possível observar as seguintes tipologias de vegetação na ADA e AID: Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva); Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Vegetação Antrópica (Área Antrópica).

+ **Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva)**

Caracteriza-se, sobretudo, pela predominância de estrato arbustivo denso ou espaçado combinado com poucos indivíduos arbóreos de até 6m de altura, tênue cobertura herbácea e plantas espinhosas, com cactáceas baixas em torno dos arbustos (Figura 11.2.1-241**)**

As espécies mais frequentes, de modo geral, são: pau-branco (*Cordia oncocalyx*), bamburral (*Hyptis suaveolens*), cansanção (*Cnidoscolus urens*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), pereira (*Aspidosperma pyrifolium*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Cenostigma pyramidale*).

Figura 11.2.1-241 - Aspecto geral da Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) na área de estudo.

+ Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea)

Formada por indivíduos arbóreos de até 10 m distribuídos densa ou espaçadamente, apresentando também um estrato herbáceo e outro arbustivo perene (Figura 11.2.1-242).

As principais espécies são: catingueira (*Cenostigma pyramidale*), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*), pau-branco (*Cordia oncocalyx*), pereira (*Aspidosperma pyrifolium*), imburana (*Commiphora leptophloeos*), angico (*Anadenanthera colubrina*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).

Figura 11.2.1-242 - Aspecto geral da Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) na área de estudo.

+ Vegetação Antrópica (Área Antrópica)

Trata-se de áreas com uso do solo diferenciado onde se observa intensa influência humana, encontrando-se vegetação arbustiva - *Jatropha mollissima* (pinhão); *Croton sonderianus* (marmeleiro); *Solanum paniculatum* (jurubeba); *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), herbácea - *Hyptis suaveolens* (bamburral), *Cnidoscolus urens* (cansanção), *Sida* sp. (malva), *Sena uniflora* (mata-pasto) e outras ocupações como agricultura de sequeiro e agricultura de ciclo curto irrigado (Figura 11.2.1-243).

Figura 11.2.1-243 - Aspecto de Área Antrópica.

b) Área Diretamente Afetada (ADA)

A ADA conta com as seguintes tipologias de vegetação: Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva); Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Vegetação Antrópica (Área Antrópica).

Todas as categorias de vegetação encontradas na ADA também se apresentam na Área de Influência Direta, já tendo sido descritas no item anterior.

As características ambientais das parcelas demarcadas nas campanhas de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), novembro de 2020 e fevereiro de 2021 são apresentadas no Quadro 11.2.1-73.

Quadro 11.2.1-73 - Características ambientais das parcelas utilizadas na amostragem da AID/ADA do empreendimento

Nº PARCELA	FORMAÇÃO VEGETAL	LOCALIZAÇÃO	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO	ESTRATO PREDOMINANTE	SOLO	SINAIS DE ANTROPIZAÇÃO	SERAPILHEIRA	FORMAS DE VIDA							
								ÁRVORES	ARBUSTOS	SUBARBUSTOS	PARASITAS	ERVAS	EPÍFITAS	HEMIEPÍFITAS	LIANAS
8B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Pedregoso	Desmatamento, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
12B	Savana Estépica Florestada	ADA	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
14B	Savana Estépica Florestada	ADA	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
13B	Savana Estépica Florestada	ADA	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
13C	Savana Estépica Florestada	ADA	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
1ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
2ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
3B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
3ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
4ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
1B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
2B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
5ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, trilhas	Espessa	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
6ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, trilhas	Espessa	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas

Nº PARCELA	FORMAÇÃO VEGETAL	LOCALIZAÇÃO	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO	ESTRATO PREDOMINANTE	SOLO	SINAIS DE ANTROPIZAÇÃO	SERAPILHEIRA	FORMAS DE VIDA							
								ÁRVORES	ARBUSTOS	SUBARBUSTOS	PARASITAS	ERVAS	EPÍFITAS	HEMIEPÍFITAS	LIANAS
4B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, trilhas	Espessa	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
5B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, trilhas	Espessa	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
7ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
8ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
7B	Savana Estépica Arborizada	ADA	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
9ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Lixo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
10ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Lixo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
9B	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Lixo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
9BC	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Lixo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
11ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, fogo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
12ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, fogo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
11B	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, fogo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
11BC	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Afloramento-rochoso	Desmatamento, fogo, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
13ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, fogo, bosqueamento, Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas

Nº PARCELA	FORMAÇÃO VEGETAL	LOCALIZAÇÃO	ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO	ESTRATO PREDOMINANTE	SOLO	SINAIS DE ANTROPIZAÇÃO	SERAPILHEIRA	FORMAS DE VIDA							
								ÁRVORES	ARBUSTOS	SUBARBUSTOS	PARASITAS	ERVAS	EPÍFITAS	HEMIEPÍFITAS	LIANAS
14ª	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, fogo, bosqueamento, Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
15B	Savana Estépica Arborizada	AID	Alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, fogo, bosqueamento, Lixo, gado, trilhas	Fina	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
15ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Muito alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, Lixo, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
16ª	Savana Estépica Arborizada	ADA	Muito alterada	Arbustivo	Arenoso-argiloso	Desmatamento, Lixo, gado, trilhas	Média	Poucas	Muitos	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
18B	Savana Estépica Florestada	AID	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
18BC	Savana Estépica Florestada	AID	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
19B	Savana Estépica Florestada	AID	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas
19BC	Savana Estépica Florestada	AID	Alterada	Arbórea	Afloramento-rochoso	Desmatamento, trilhas, gado	Fina	Muitas	Médio	Poucos	Poucas	Poucas	Poucas	Ausentes	Poucas

** Arcadis, 2011 ** Tetra Mais primeira campanha novembro de 2020 ***Tetra Mais segunda campanha Fevereiro de 2021.*

Considerando os levantamentos realizados são apresentadas as estimativas de dimensão da área ocupada, em valores absolutos e percentuais para cada fitofisionomia e outros ambientes presentes na Área de Influência Direta (ADA) e Área Diretamente Afetada (ADA) no Quadro 11.2.1-74 a seguir. Pode-se notar que tanto na Área de Influência Direta (AID) quanto na Área Diretamente Afetada (ADA) prevalece a Savana Estépica Arborizada, que totaliza aproximadamente 12.402,05 ha de cobertura na AID e 295,31 ha na ADA, sendo que aproximadamente 4,57 % (13,50) estão localizados em Áreas de Preservação Permanente (APP). Maiores discussões e informações acerca das Áreas de Preservação Permanente (APP) serão apresentadas no item Áreas Protegidas (11.2.3).

No Quadro 11.2.1-74 também é apresentado o quantitativo referente às nuvens visto que, mesmo buscando a cobertura mínima e o melhor mapeamento da vegetação, as imagens de disponíveis apresentavam alguma proporção de nuvens para essa área.

O Quadro 11.2.1-75 mostra a Proporção das fitofisionomias na Área de Influência Direta (AID) e na Área Diretamente Afetada (ADA) e do montante de cobertura vegetal localizado em Áreas de Preservação Permanente (APP).

Quadro 11.2.1-74 - Vegetação (em ha) presente na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área Diretamente Afetada (AID) e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)

TIPOLOGIA	AID (HA)			ADA (HA)		
	FORA APP	EM APP	TOTAL	FORA APP	EM APP	TOTAL
Agricultura e Pastagem	477,65	73,15	550,80	0,1777	0,0205	0,198255
Corpo-d'água	19,82	22,06	41,88	0	0	0
Curso-d'água	0,01	61,67	61,68	0	1,64270	1,6427
Edificação	36,69	0,23	36,92	0	0	0
Pista de Pouso	39,55	0,10	39,65	0	0	0
Rede Viária	131,31	8,00	139,31	8,4048	0,697	9,101825
Savana Arbórea	12.402,50	454,39	12.856,88	295,316	13,5058	308,8218
Savana Florestal	1.978,69	355,56	2.334,24	42,9756	34,22	51,28847
Solo Exposto	958,54	59,25	1.017,79	8,5902	0,1101	8,700343
Total	16.044,75	1.034,39	17.079,14	355,4644	24,2891	379,7535

Quadro 11.2.1-75 - Proporção de (em %) na Área Diretamente Afetada (ADA) e Área Indiretamente Afetada (AID) e nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)

TIPOLOGIA	AID (%)		ADA (%)	
	FORA APP	EM APP	FORA APP	EM APP
Agricultura e Pastagem	2,98	7,07	0,05	0,08
Corpo-d'água	0,12	2,13	0	6,76
Curso-d'água	0,00	5,96	0	0
Edificação	0,23	0,02	0	0
Pista de Pouso	0,25	0,01	0	0
Rede Viária	0,82	0,77	2,36	2,87
Savana Arbórea	77,30	43,95	83,08	55,6
Savana Florestal	12,34	34,36	12,09	34,22
Solo Exposto	5,97	5,73	2,42	0,45
Total	**100,00**	**100,00**	**100**	**100**

Levantamento florístico

O levantamento florístico realizado revelou a presença de 39 famílias e 99 espécies. O Quadro 11.2.1-76 apresenta a lista de espécies, em ordem alfabética, registradas para a AID/ADA do empreendimento. Durante os trabalhos de campo, foram realizadas coletas complementares de material botânico em indivíduos que não participaram da amostragem fitossociológica. Estas coletas adicionais permitiram ampliar a composição florística da área estudada. Todos os dados coletados estão apresentados no Anexo 11.2.3-7.

Observa-se que a família Fabaceae apresentou o maior número de espécies (23), seguida por Cactaceae (7) e Euphorbiaceae (6).

Neste trabalho, as seguintes espécies amostradas estão citadas nas listagens da flora ameaçadas de extinção:

+ Mandacaru (*Cereus jamacaru*) - Pouco preocupante na IUCN; CITES;
+ Palmatória (*Tacinga palmadora*) - Pouco preocupante na IUCN; CITES;
+ Cumarú (*Amburana cearenses*) - Em perigo pela IUCN.

Dentre as espécies encontradas algumas são consideradas de importância extrativistas (Quadro 11.2.1-76), por exemplo: a carnaúba (*Copernicia prunifera*) - Figura 11.2.1-244 - cujas folhas, o caule, o talo, a fibra, o fruto e as raízes são empregadas na fabricação de

inúmeros produtos artesanais e industriais e a Imburana (*Commiphora leptophloeos*) - Figura 11.2.1-245 - cuja madeira é utilizada para construção (LORENZI, 2000; DEMARTELAERE *et al*, 2021).

Outras espécies que merecem destaque, seja por seu valor econômico, medicinal, alimentício e ornamental, encontradas no levantamento fitossociológico estão listadas no Quadro 11.2.1-77 (LORENZI, 2000; BRASIL 2016; SOBREIRA, 2019; GUIMARÃES *et al.*, 2013; RIBASKI *et al.*, 2003). Não foram registradas espécies de interesse científico ou de valor ecológico significativo. Tampouco há legislação apontando espécies imunes ao corte no Ceará.

Figura 11.2.1-244 - Indivíduo de carnaúba (*Copernicia prunifera*)

Figura 11.2.1-245 - Aspecto do tronco de Imburana (*Commiphora leptophloeos*).

Quadro 11.2.1-76 - Espécies de interesse extrativista encontradas na amostragem fitossociológica

ESPÉCIES	NOME POPULAR	PARCELAS DE AMOSTRAGEM	INTERESSE EXTRATIVISTA
Anadenanthera colubrina	angico	4A, 1, 10, 15, 1B, 14B, 12B, 18BC, 19BC	madeira, indústria, medicinal
Aspidosperma pyrifolium	pereira	3A, 4A, 5A, 6A, 8A, 9A, 10A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A, 5,6 12, 15, 19BC, 19B, 15B, 3B, 11BC, 11B, 9B, 5B, 8B	madeira
Bauhinia cheilantha	mororó	9A, 10A, 11A,12A, 13A, 15A, 3, 8, 10, 13, 14	alimentação para os animais, medicina e madeira
Pachira endecaphylla	embiratanha	14	medicinal
Cenostigma pyramidale	catingueira	1A, 2A, 3A, 4A, 7A, 8A, 9A,10A, 11A, 12ª, 15B, 3B, 2B, 1B, 9b,9BC, 5B, 5B, 14B, 13C, 18BC, 19B	alimentação para os animais, medicina e madeira

ESPÉCIES	NOME POPULAR	PARCELAS DE AMOSTRAGEM	INTERESSE EXTRATIVISTA
Combretum leprosum	mofumbo	12, 2, 6, 7	medicinal
Commiphora leptophloeos	imburana	2A, 3A, 7A, 8A,9A, 10A, 12ª, 3B, 19B, 18B	artesanato e, em pequena escala, para lenha e carvão, além de uso medicinal como fitoterápico, nidificação de abelhas nativas, popularmente conhecidas como abelhas sem ferrão
Cordia oncocalyx	pau-branco	1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 11A, 12ª, 14B, 12B, 13B, 19BC, 18B, 19B, 13C, 18BC, 15B, 1B, 2B, 11B, 9B, 9BC, 5B, 7B, 8B	medicina e madeira
Croton sonderianus	marmeleiro	10ª, 11B, 5B, 7B	madeira, alimentação para animais, medicinal, flores fonte de néctar para as abelhas
Cynophalla flexuosa	mussambê	15	alimentação para os animais
Guapira tomentosa	tancagara	15	
Jatropha mollissima	pinhão	1A,2A, 4A, 5A, 6A, 9A, 12A, 13a, 1, 3, 5, 14, 12B,19BC, 19B, 3B, 1B, 2B, 11BC	medicinal
Libidibia ferrea	pau-ferro	5A, 6A, 15, 9BC, 13C, 19B	alimentação para os animais, medicina e madeira
Manihot carthaginensis	maniçoba	9A, 10A	alimentação para os animais
Mimosa caesalpiniifolia	sabiá	6A, 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 13A, 15A, 13,14, 15B,1B, 11BC, 11B, 9B, 9BC, 4B, 7B, 8B	alimentação para os animais, medicina e madeira
Mimosa tenuiflora	jurema-preta	3A, 5A, 8A, 11A, 12A, 14ª, 15B, 3B, 11BC, 4B, 14B, 13B, 19BC	madeira, medicinal
Myracrodruon urundeuva	aroeira	3A, 5A, 9A, 11A, 12A, 13A, 4, 10, 13, 15, 19BC, 1B, 2B, 9B	madeira, indústria de curtume, medicinal
Piptadenia stipulaceae	jurema-branca	1, 7, 9, 12, 13, 15	alimentação para os animais, medicina e madeira
Pseudobombax marginatum	embira	13A	medicinal
Sapium glandulosum	leiteira	11	medicina, indústria de borracha, apícola, madeira

ESPÉCIES	NOME POPULAR	PARCELAS DE AMOSTRAGEM	INTERESSE EXTRATIVISTA
Zizyphus joazeiro	juazeiro	5,7,12, 15B, 11BC, 14B, 12B, 13C	indústria sabão e pasta; alimentação para animais

Quadro 11.2.1-77 - Listagem de espécies da flora encontrada nas Áreas de Influência Indireta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADA, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	ESTÁGIO REPRODUTIVO		AMBIENTES			ÁREA DE INFLUÊNCIA	
						CAMPANHA 1	CAMPANHA 2	SA	SF	VA		
Acalypha sp.	Euphorbiaceae	berduega	Herbácea					X	X		AID	
Alternanthera tenella	Amaranthacea	quebra-panela	Herbácea		M			X	X		AID	
Amburana cearenses	Fabaceae	cumaru	Arbórea	Em perigo pela IUCN	Ec, M			X	X		AID	ADA
Amphilophium crucigerum	Bignoniaceae	pente de macaco	Trepadeira					X	X	X	AID	ADA
Anadenanthera colubrina	Fabaceae	angico	Arbórea		O, EC				X		AID	ADA
Sapium glandulosum	Euphorbiaceae	burra leiteira	Arbustiva					X	X		AID	
Aspidosperma pyrifolium	Apocynaceae	pereio	Arbórea		EC	fruto		X	X		AID	ADA
Aspidosperma ulei	Apocynaceae	pitiá	Arbórea					X	X		AID	
Bauhinia cheilantha	Fabaceae	mororó	Arbórea					X	X		AID	ADA
Bidens bilosa	Compositae	carrapicho de agulha	Herbácea		M			X	X	X	AID	
Bomarea cf. edulis	Altrosmeriaceae	birro-brabo	Herbácea					X	X	X	AID	
Cardiospermum corindum	Sapindaceae		Herbácea					X	X		AID	
Cenostigma pyramidale	Fabaceae	catingueira	Arbórea		EC			X	X	X	AID	ADA
Cereus jamacaru	Cactaceae	mandacarú	Arbórea	Pouco Preocupante IUCN. CITES								
Chloroleucon foliolosum	Fabaceae	arapiraca	Arbórea		Ec, M				X		AID	
Chomelia cf. Martiana	Rubiaceae	veludo	Arbustiva					X	X		AID	
Chorcorus hirtus	Malvaceae	paratudo	Herbácea					X	X		AID	ADA
Cnidoscolus urens	Euphorbiaceae	cansanção	Herbácea			fruto		X	X	X	AID	
Combretum leprosum	Combretaceae	mofumbo	Arbustiva		Ec, M			X	X	X	AID	ADA
Commelina difusa	Commelinaceae	mariana	Herbácea					X	X		AID	
Commiphora leptophloeos	Burseraceae	imburana	Arbórea		Ec, M			X	X		AID	ADA
Copernicia prunifera	Arecaceae	carnaúba	Palmeira		Ec, M					X	AID	ADA
Cordia glazioviana	Boraginaceae	pau branco louro	Arbórea		Ec, M			X	X		AID	
Cordia oncocalyx	Boraginaceae	pau branco	Arbórea		Ec	fruto	fruto	X	X		AID	ADA
Croton sonderianus	Euphorbiaceae	marmeleiro	Arbustiva		Ec, M			X	X		AID	ADA
Cynophalla flexuosa	Fabaceae	feijão-brabo	Trepadeira		EC			X	X		AID	ADA
Dimocarpus longan	Sapindaceae	olho de boi	Arbórea						X		AID	
Doyerea emetocathartica	Cucrubitaceae	cabeça de nego	Trepadeira					X	X		AID	ADA
Erythrina velutina	Fabaceae	mulungu	Arbórea		Ec, M				X		AID	
Geoffroea spinosa	Fabaceae	umarí	Arbórea						X		AID	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADA, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	ESTÁGIO REPRODUTIVO		AMBIENTES			ÁREA DE INFLUÊNCIA	
						CAMPANHA 1	CAMPANHA 2	SA	SF	VA		
Guapira tomentosa	Nyctaginaceae	joão mole	Arbórea		M				X		AID	
Harrisia adscendens	Cactaceae	rabo de raposa	Arbustiva						X		AID	ADA
Helicteris sp.	Fabaceae	anil	Herbácea		M, Ec						AID	ADA
Hyptis s.	Lamiaceae	melosa	Herbácea		M			X	X	X	AID	
Hyptis suaveolens	Labiatae	bamburral	Herbácea		M			X	X	X	AID	
Indigofera sp.	Fabaceae		Herbácea					X	X		AID	ADA
Inga sp.	Fabaceae	ingá	Arbórea		Ec				X		AID	ADA
Ipomaea nil	Convolvulaceae		Trepadeira					X	X		AID	
Ipomoea coccinea	Convolvulaceae	jitirana	Trepadeira		M			X	X	X	AID	
Jatropha molíssima	Euphorbiaceae	pinhão	Arbórea				flor	X	X	X	AID	ADA
Lantana câmara	Verbenaceae	Chumbinho	Herbácea		M			X	X	X		ADA
Lantana microphyla	Verbenaceae	alecrim do campo	Herbácea		M			X	X	X		
Libidibia férrea	Fabaceae	jucá	Arbórea		M, EC			X	X		AID	ADA
Licania sp.	Chrysobalanaceae	mariana	Herbácea					X	X			ADA
Luetzelburgia auriculata	Fabaceae	pau-mocó	Arbórea					X	X			ADA
Manihot glaziovii	Euphorbiaceae	maniçoba	Arbustiva		Ec, M				X	X	AID	ADA
Melocactus sp.	Cactaceae	coroa de frade	Herbácea		O			X	X	X	AID	ADA
Melochia pyramidata	Malvaceae		Arbustiva		Ec				X	X	AID	ADA
Microdesmia rígida	Chrysobalanacia	oiticica	Arbórea		Ec, M			X	X	X	AID	ADA
Mikania sp.	Asteraceae	pulga-de-leite	Herbácea					X	X			ADA
Mimosa caesalpiniifolia	Fabaceae	sabiá	Herbácea		Ec			X	X	X	AID	ADA
Mimosa sensitiva	Fabaceae	dormideira	Herbácea					X	X	X	AID	ADA
Mimosa tenuiflora	Fabaceae	jurema-preta	Arbórea					X	X	X	AID	ADA
Musa paradisiaca	Musaceae	bananeira	Arbustiva		Ec					X	AID	
Myracrodruon urundeuva	Anacardiaceae	aroeira	Arbórea		EC, M			X	X	X	AID	ADA
Opuntia sp.	Cactaceae	palma	Arbustiva		Ec					X	AID	
Pachira endecaphylla	Bombacaceae	embiratanha	Arbórea		O, Ec, M			X	X		AID	
Passiflora cincinnata	Passifloriaceae	maracujá do mato	Herbácea		Ec, M					X	AID	
Phaseolus sp.	Fabaceae	feijão-brabo	Herbácea		Ec			X	X	X	AID	
Physalis angulata	Solanaceae	canapú	Herbácea						X	X	AID	
Pilocereus squamosus	Cactaceae	facheiro	Arbustiva						X	X	AID	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADA, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	ESTÁGIO REPRODUTIVO		AMBIENTES			ÁREA DE INFLUÊNCIA	
						CAMPANHA 1	CAMPANHA 2	SA	SF	VA		
Pilosocereus gounellei	Cactaceae	xique-xique	Arbustiva		O			X	X	X	AID	ADA
Piptadenia stipulacea	Fabaceae	jurema branca	Arbustiva						X		AID	ADA
Piptocarpha rotundifolia	Asteraceae	pratudo	Arbórea		M			X	X	X	AID	ADA
Portulaca cf. umbraticola	Portulacaceae	berduega	Herbácea					X	X		AID	
Portulaca oleraceae	Portulacaceae	beldroega	Herbácea		M				X		AID	ADA
Prosopis juliflora	Fabaceae	algaroba	Arbórea		Ec, M					X	AID	ADA
Pseudobombax marginatum	Malvaceae	embira	Arbórea		M			X	X		AID	ADA
Psidium guajava	Myrtaceae	goiabeira	Arbustiva		Ec, M			X	X		AID	
Rauwolfia ternifolia	Apocynaceae	arrebenta boi	Arbustiva					X	X		AID	
Sapindus saponária	Sapindaceae	sabão de vaqueiro	Arbórea		Ec			X	X		AID	
Schizachyrium condensatums	Poaceae	barba de bode	Herbácea					X	X		AID	ADA
Sebastiania sp.	Euphorbiaceae	pulga-de-leite	Trepadeira					X	X		AID	
Sena excelsa	Fabaceae	canafístula	Arbórea		Ec				X		AID	
Senna macranthera	Fabaceae	quebra faca	Arbórea						X		AID	ADA
Senna uniflora	Fabaceae	mata-pasto	Herbácea							X	AID	
Serjania erecta	Sapindaceae	mata-fome-mansa	Trepadeira					X	X		AID	ADA
Sida sp.	Malvaceae	malva	Herbácea		M			X	X	X	AID	ADA
Sideroxylon obtusifolium	Sapotaceae	quixabeira	Arbórea		M, EC			X	X		AID	ADA
Solanum paniculatum	Solanaceae	jurubeba	Arbustiva		Ec, M			X	X	X	AID	ADA
Spondias tuberosa	Anacardiaceae	imbuzeiro	Arbórea		Ec, M			X	X	X	AID	
Starchytarpheta sp.	Verbenaceae		Trepadeira					X	X			ADA
Stigmaphyllon sp.	Malpighiaceae		Trepadeira					X	X		AID	
Tabebuia roseoalba	Bignoniaceae	ipê-branco	Arbórea						X		AID	ADA
Tabernaemontana catharinensis	Apocynaceae	grão de boi	Trepadeira					X	X	X	AID	
Tacinga palmadora	Cactaceae	palmatória	Arbórea	Protegida pela CITES, pouco preocupante pela IUCN				X	X		AID	
Tamarindus indica	Fabaceae	tamarindo	Arbórea		Ec					X	AID	
Tarenaya microcarpa	Capparaceae	mata-fome-mansa	Herbácea					X	X		AID	ADA
Tocayena formosa	Rubiaceae	jenipapo bravo	Arbustiva		Ec. M			X	X		AID	
Trichanthecium parvifolium	Poaceae	capim	Herbácea							X	AID	
Triplaris gardneriana	Polygonaceae	pajeú	Arbórea					X	X		AID	
Turnera ulmifolia	Thurneraceae	chanana	Herbácea		M					X	AID	

ESPÉCIE	FAMÍLIA	NOME POPULAR	HÁBITO	ESPÉCIES AMEAÇADA, RARAS E ENDÊMICAS	IMPORTÂNCIA	ESTÁGIO REPRODUTIVO		AMBIENTES			ÁREA DE INFLUÊNCIA	
						CAMPANHA 1	CAMPANHA 2	SA	SF	VA		
Urena lobata	Malvaceae	guaxuma	Arbustiva					X	X		AID	
Vernonia scabra	Compositae	mata-peixe	Herbácea					X	X	X		ADA
Wedellia scaberrima	Compositae	camará de flexa	Herbácea					X			AID	
Wissadula amplíssima	Malvaceae		Herbácea					X	X	X	AID	ADA
Ximenia coriacea	Olacaceae	ameixa brava	Arbustiva							X	AID	
Zea mays	Poaceae	milho	Herbácea		Ec						AID	
Zizyphus joazeiro	Rhamnaceae	juazeiro	Arbórea		Ec, M			X	X	X	AID	ADA

Legenda: Hábito- A: arbóreo, B: arbustivo, H: herbáceo, T: Trepadeira. Espécies Ameaçadas: (IUCN, CITES, Portaria MMA 443/2014). Ambientes: SA – Savana Estépica Arborizada; SF – Savana Estépica Florestada; VA – Vegetação Antrópica. Importância: econômico = Ec, ornamental = O, medicinal = M.

Levantamento fitossociológico

A vegetação de Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) apresenta riqueza representada por 12 espécies e oito famílias, sendo Fabaceae a família mais rica representada por cinco espécies.

Em relação à estrutura, esta fitofisionomia apresenta diâmetro médio de 16,00 cm. A distribuição diamétrica (Figura 11.2.1-246) mostra que a Caatinga Arbórea é composta por árvores de pequeno porte com grande concentração de indivíduos com até 10 cm de diâmetro (69,78 %).

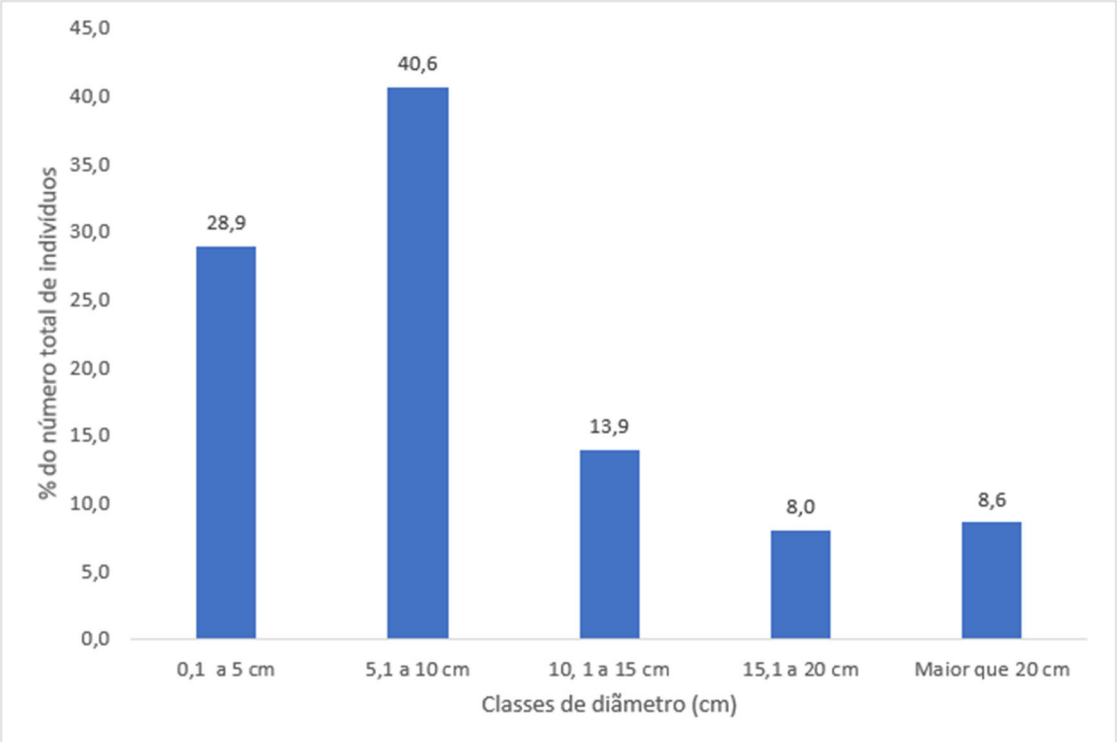


Figura 11.2.1-246 - Distribuição das classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea).

Para as classes de altura, observa-se a maior concentração de indivíduos (96,5%) até 10 m, demonstrando elevada densidade de indivíduos de pequeno porte.

Na amostragem fitossociológica, as espécies mais relevantes, segundo valores de importância (VI), foram: o pau-branco (*Cordia oncocalyx*) e o angico (*Anadenanthera colubrina*), representando juntas o VI de 141,85% (Figura 11.2.1-247).

O pau-branco (*Cordia oncocalyx*) é uma espécie da Caatinga do Nordeste, principalmente do Ceará. Sua ocorrência restringe-se a solos de melhor qualidade, produzindo anualmente grande quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 2000).

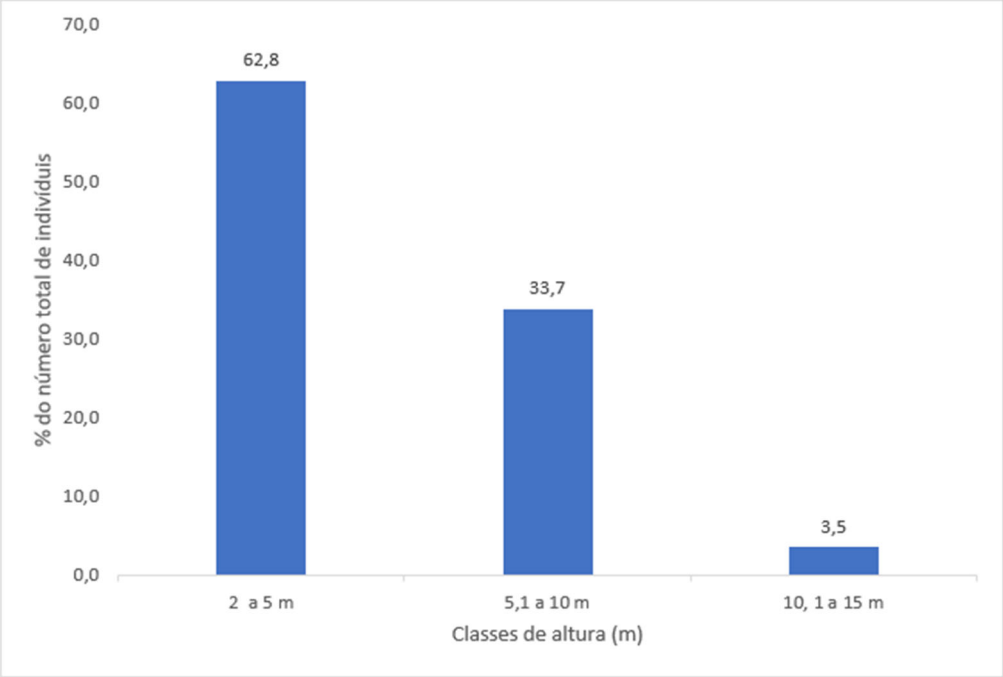


Figura 11.2.1-247 - Distribuição das classes de altura diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea).

Quadro 11.2.1-78 - Dados fitossociológicos da amostragem

ESPÉCIES	NI	DA	DR	NO	FA	FR	DOA	DOR	VI	VC
Cordia oncocalyx	224	400	39,65	25	89,29	14,79	6,66	42,27	96,71	81,92
Mimosa caesalpiniifolia	73	130,4	12,92	21	75	12,43	1,88	11,93	37,28	24,85
Morta	62	110,7	10,97	19	67,86	11,24	1,89	12	34,22	22,98
Cenostigma pyramidale	46	82,1	8,14	21	75	12,43	1,39	8,8	29,37	16,94
Aspidosperma pyrifolium	45	80,4	7,96	20	71,43	11,83	0,45	2,87	22,67	10,83
Myracrodruon urundeuva	10	17,9	1,77	9	32,14	5,33	1,3	8,23	15,33	10
Jatropha molíssima	34	60,7	6,02	12	42,86	7,1	0,08	0,51	13,63	6,53
Commiphora leptophloeos	11	19,6	1,95	10	35,71	5,92	0,69	4,38	12,24	6,32
Bauhinia cheilantha	27	48,2	4,78	6	21,43	3,55	0,29	1,86	10,19	6,64

ESPÉCIES	NI	DA	DR	NO	FA	FR	DOA	DOR	VI	VC
Mimosa tenuiflora	12	21,4	2,12	8	28,57	4,73	0,45	2,88	9,74	5
Croton sonderianus	7	12,5	1,24	5	17,86	2,96	0,06	0,36	4,55	1,6
Zizyphus joazeiro	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,45	2,87	4,41	3,23
Libidibia férrea	4	7,1	0,71	3	10,71	1,78	0,07	0,44	2,92	1,15
Manihot carthaginensis	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,04	0,25	1,79	0,6
Anadenanthera colubrina	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,04	0,24	1,77	0,59
Manihot glaziovii	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,01	0,07	1,61	0,42
Pseudobombax marginatum	1	1,8	0,18	1	3,57	0,59	0,01	0,03	0,8	0,21
Indeterminada sp.	1	1,8	0,18	1	3,57	0,59	0,01	0,01	0,78	0,19

NI: número de indivíduos; NO: número de ocorrências; DA; densidade Absoluta; FA: frequência absoluta; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; DoA: dominância absoluta; VC: Valor de cobertura e VI: Valor de importância.

Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) - ADA e AID

A amostragem fitossociológica realizada na Caatinga Arbustiva apontou 17 espécies de nove famílias. A família mais rica foi Fabaceae com seis espécies.

Esta fitofisionomia apresenta um diâmetro médio de 11,7 cm. A distribuição diamétrica (Figura 11.2.1-248) revela que 78,7% dos indivíduos amostrados está concentrada entre 5 e 10 cm de diâmetro e somente 21,3% acima deste valor.

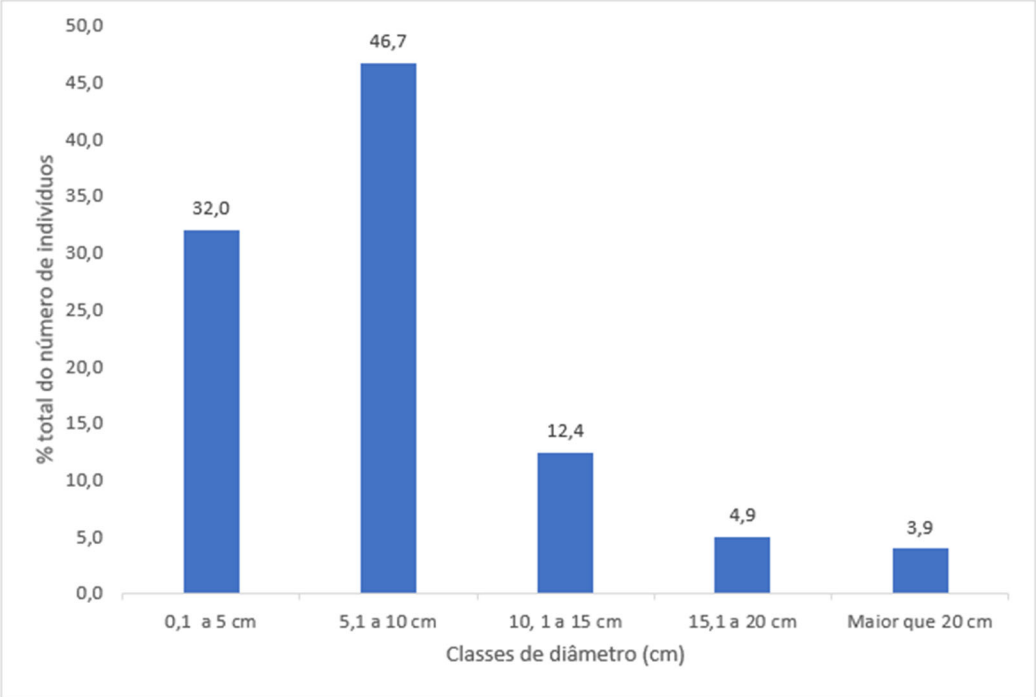


Figura 11.2.1-248 - Distribuição das classes de diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva).

A altura média foi de 3,3 m e a distribuição de alturas totais (Figura 11.2.1-249) mostrou que quase a totalidade dos indivíduos apresentam alturas entre 2,0 e 5,0m (90,18%) e que apenas 9,82% apresentam altura maior que 5,0 m.

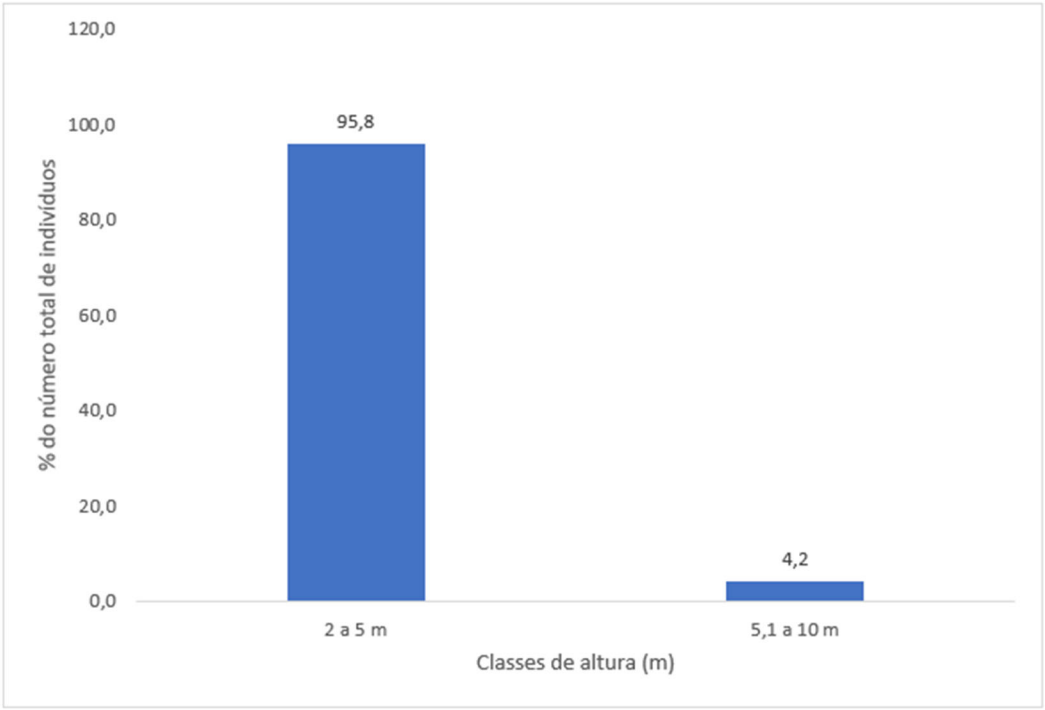


Figura 11.2.1-249 - Distribuição das classes de altura diâmetro dos indivíduos amostrados na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva).

As espécies mais relevantes segundo VI são pau-branco (*Cordia oncocalyx*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) com 134,5% do VI total (Quadro 11.2.1-79).

Tanto pau-branco (*Cordia oncocalyx*) como o sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) destacaram-se pela densidade e frequência relativa alta, ou seja, foram amostrados muitos indivíduos desta espécie em várias unidades amostrais.

Quadro 11.2.1-79 - Dados fitossociológicos da amostragem

ESPÉCIES	NI	DA	DR	NO	FA	FR	DOA	DOR	VI	VC
Cordia oncocalyx	224	400	39,65	25	89,29	14,79	6,66	42,27	96,71	81,92
Mimosa caesalpiniifolia	73	130,4	12,92	21	75	12,43	1,88	11,93	37,28	24,85
Morta	62	110,7	10,97	19	67,86	11,24	1,89	12	34,22	22,98
Cenostigma pyramidale	46	82,1	8,14	21	75	12,43	1,39	8,8	29,37	16,94
Aspidosperma pyrifolium	45	80,4	7,96	20	71,43	11,83	0,45	2,87	22,67	10,83
Myracrodruon urundeuva	10	17,9	1,77	9	32,14	5,33	1,3	8,23	15,33	10
Jatropha mollissima	34	60,7	6,02	12	42,86	7,1	0,08	0,51	13,63	6,53
Commiphora leptophloeos	11	19,6	1,95	10	35,71	5,92	0,69	4,38	12,24	6,32
Bauhinia cheilantha	27	48,2	4,78	6	21,43	3,55	0,29	1,86	10,19	6,64
Mimosa tenuiflora	12	21,4	2,12	8	28,57	4,73	0,45	2,88	9,74	5
Croton sonderianus	7	12,5	1,24	5	17,86	2,96	0,06	0,36	4,55	1,6
Zizyphus joazeiro	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,45	2,87	4,41	3,23
Libidibia ferrea	4	7,1	0,71	3	10,71	1,78	0,07	0,44	2,92	1,15
Manihot carthaginensis	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,04	0,25	1,79	0,6
Anadenanthera colubrina	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,04	0,24	1,77	0,59

ESPÉCIES	NI	DA	DR	NO	FA	FR	DOA	DOR	VI	VC
Manihot glaziovii	2	3,6	0,35	2	7,14	1,18	0,01	0,07	1,61	0,42
Pseudobombax marginatum	1	1,8	0,18	1	3,57	0,59	0,01	0,03	0,8	0,21
Indeterminada sp.	1	1,8	0,18	1	3,57	0,59	0,01	0,01	0,78	0,19

NI: número de indivíduos; NO: número de ocorrências; DA; densidade Absoluta; FA: frequência absoluta; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; DoA: dominância absoluta; VC: Valor de cobertura e VI: Valor de importância.

Comparação entre as amostragens

No levantamento florístico e fitossociológico foram registradas 99 espécies no conjunto das amostragens realizadas, sendo o número de espécies encontrado na Caatinga Arbórea proporcional ao da Caatinga Arbustiva, isso porque grande parte das espécies são comuns às duas fitofisionomias. O volume de madeira foi menor na Caatinga Arbustiva. Esse resultado é esperado, pois predominam árvores de maior porte na Caatinga Arbórea (Quadro 11.2.1-80).

Comparando-se a riqueza de espécies e os índices de diversidade (H' e J), a amostragem feita apresenta valores de diversidade muito semelhantes para as duas amostras, encontrando-se no intervalo daqueles obtidos em outros estudos realizados em formações tropicais (Quadro 11.2.1-80).

O índice de Shannon (H') é calculado com base no número de espécies totais amostradas e a contribuição relativa de cada espécie para a comunidade (por exemplo, densidade relativa ou área basal relativa). Quanto mais baixo for o valor de H' (aproximando-se de zero), menor a diversidade, e por consequência, maior a dominância ecológica. Isso significa que a comunidade é dominada por uma ou poucas espécies.

O valor para o índice de equabilidade (J) foi de 0,7 para a Caatinga Arbustiva e Arbórea. O índice de equabilidade varia de zero a um. Os valores altos indicam ausência de dominância de espécies, ou seja, uma distribuição razoavelmente equilibrada entre número de espécies e número de indivíduos. Quando o J se aproxima de zero, significa que existe uma ou poucas espécies dominando a comunidade.

Quadro 11.2.1-80 - Dados comparativos entre as amostragens fitossociológicas de Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) do presente estudo e do estudo realizado em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014)

PARÂMETROS	2020 E 2021		2011 (ARCADIS LOGOS, 2014)	
	SAVANA ESTÉPICA FLORESTADA (CAATINGA ARBÓREA)	SAVANA ESTÉPICA ARBORIZADA (CAATINGA ARBUSTIVA)	SAVANA ESTÉPICA FLORESTADA (CAATINGA ARBÓREA)	SAVANA ESTÉPICA ARBORIZADA (CAATINGA ARBUSTIVA)
Área amostral (ha)	0,14	0,56	0,14	0,16
Número de indivíduos amostrados	85	565	209	234
Número de parcelas	7	28	7	8
Diâmetro médio (cm)	16,00	11,7	8,5	6,0
Altura total média (m)	5,24	3,3	5,10	3,0
Volume (m^3 /ha)	158,32	66,17	78,92	32,18
Número de espécies	12	17	17	16
Número de famílias	8	9	11	10
Índice de Shannon (H')	1,88	2,06	2,12	1,65
Índice de Equabilidade (J)	0,7	0,7	0,75	0,59

O comportamento das curvas do coletor para as duas fisionomias tendeu à estabilização (formação de um patamar) a partir da 4ª parcela para a Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) e 22ª para a Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) - Figura 11.2.1-250 e Figura 11.2.1-251.

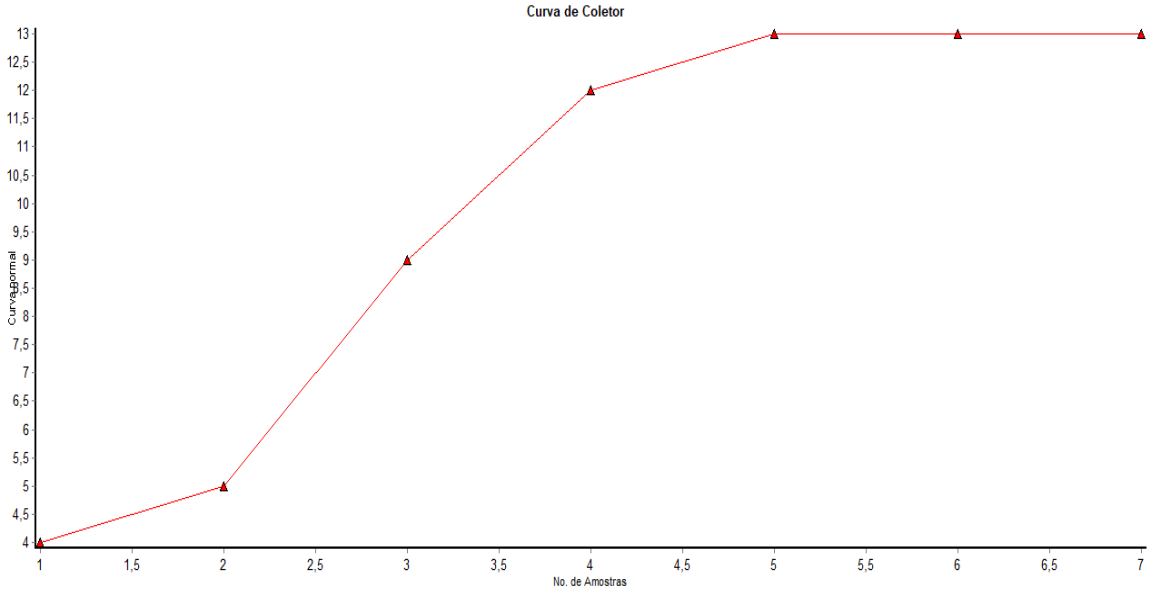


Figura 11.2.1-250 - Curva do coletor da amostragem fitossociológica realizada na Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea).

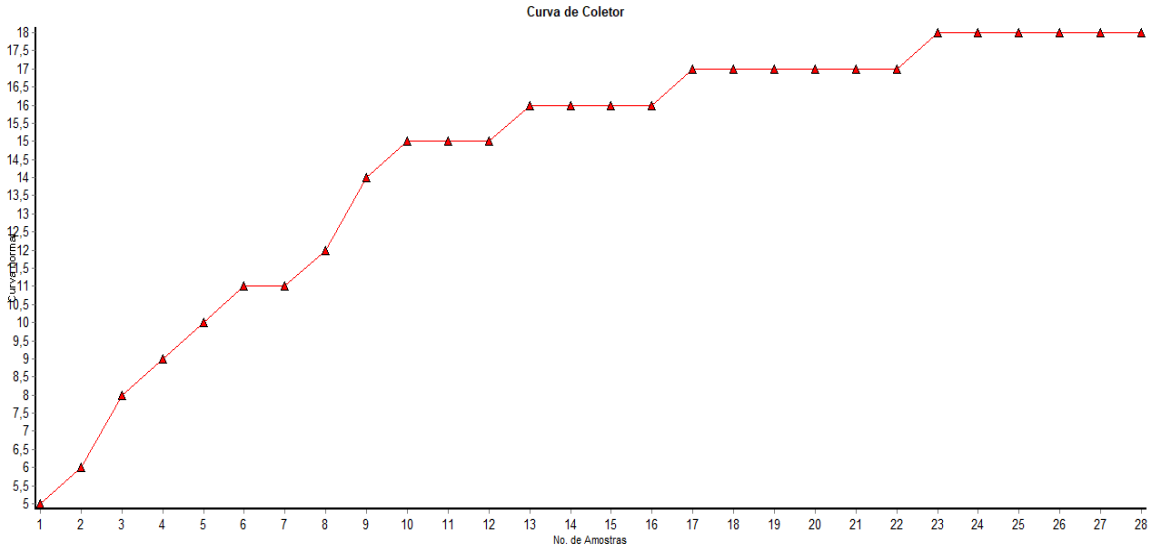


Figura 11.2.1-251 - Curva do coletor da amostragem fitossociológica realizada na Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva).

Comparando-se os resultados obtidos entre o presente estudo e o levantamento realizado em 2011, observa-se que os dados foram bastante similares, havendo algumas pequenas diferenças: (i) número de indivíduos da Caatinga Florestada- que foi maior no primeiro estudo (ARCADIS LOGOS, 2014) que no segundo, apesar da área amostral ser a mesma (0,14ha) e (ii) Diâmetros médios maiores no estudo de 2011. O que pode ser explicado

por diferenças na estrutura da comunidade nas áreas diferentes amostrais selecionadas e em função das variações decorrentes ao longo do tempo.

Em relação à composição florística, observa-se que 86% das espécies levantadas no trabalho da ARCADIS LOGOS (2014) foram encontradas no presente estudo. O número de espécies amostradas no primeiro estudo foi levemente superior (105 espécies) ao do estudo atual (99 espécies).

Nos dois levantamentos três espécies amostradas estão citadas nas listagens da flora ameaçadas de extinção:

+ Mandacaru (*Cereus jamacaru*) - Pouco preocupante na IUCN; CITES;
+ Palmatória (*Tacinga palmadora*) - Pouco preocupante na IUCN; CITES;
+ Cumarú (*Amburana cearenses*) - Em perigo pela IUCN.

11.2.1.4.4 Considerações Finais

A região da AID e ADA do empreendimento é representada por uma matriz onde a flora é bastante homogênea, sendo formada majoritariamente por tipologia de Savana Estépica Arborizada, intercalada por pequenos trechos de Savana Estépica Florestada, nas proximidades das drenagens e corpos d'água, bem como por áreas Antrópicas. Considerando os padrões fitossociológicos que compõem o Valor de Importância as formações vegetacionais avaliadas possuem um comportamento característico de outras formações tropicais: a dominância, frequência e densidade encontram-se concentrada em um pequeno número de espécies, onde duas espécies (*Cordia oncocalyx*) e *Anadenanthera colubrina*) concentram 141,85% do Valor de Importância (VI), frente a diversidade amostrada.

Neste estudo, três espécies amostradas estão citadas em alguma das listagens da flora ameaçadas de extinção: *Amburana cearensis*, *Cereus jamacaru*, *Tacinga palmadora*. No entanto, nenhuma consta na lista federal de espécies ameaçadas (Portaria MMA n. 443/2014).

Algumas espécies como *Cordia oncocalyx* (pau-branco), *Mimosa caesalpiniifolia* (sabiá) e *Cenostigma pyramidale* (catingueira) podem ser usadas como bioindicadoras, visto que estão presentes em ambos os estudos com elevada densidade de indivíduos, elevada dominância e frequência, além de possuírem ampla distribuição geográfica. O *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), é uma outra espécie importante na gestão ambiental, por apresentar madeira amplamente utilizada para uso em diversas aplicações externas, como em benfeitorias de fazendas e sítios. Em muitos casos as madeiras são extraídas e usadas em escala local, o que a faz depender de medidas de conservação e manejo sustentável para se

evitar extinções locais. Porém a demanda não se limita ao extrativismo local, visto que há transporte da madeira entre Estados brasileiros. (http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/index_especies.htm).

Informações acerca das Áreas de Preservação Permanente (APP) são apresentadas no item Áreas Protegidas (11.2.3). Já o item 11.2.1.4.5 discute o cenário de fragmentação na região do Projeto Santa Quitéria, analisando o contexto atual e com a inserção do empreendimento na paisagem e possíveis efeitos sobre corredores.

11.2.1.4.5 Caracterização da vegetação e estágio sucessional (via sensoriamento remoto)

A. Considerações Metodológicas

O Sistema de Informação Geográfica é uma tecnologia que abrange cada vez mais projetos ambientais, sendo um agente facilitador na tomada de decisão (FRANCISCO *et al.*, 2011). Da mesma forma, a utilização de imagens de satélite tem proporcionado excelentes resultados no processo de automação da maioria dos trabalhos executados em grandes extensões territoriais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2009; CÂMARA & MEDEIROS, 1996; FERNANDES *et al.*, 1998).

O uso do sensoriamento remoto orbital no mapeamento da vegetação é antigo e bastante explorado, principalmente quando é viável a utilização do acervo de imagens e softwares gratuitos disponíveis (SILVA & CRUZ, 2018). Atualmente consta-se com uma gama de técnicas estudadas com o objetivo de se determinar quantitativamente e qualitativamente o estado da vegetação a partir de imagens de satélites (FRANCISCO *et al.*, 2012). O uso de imagens orbitais em apoio ao mapeamento temático envolve o custo das imagens, a variedade de opções existentes, a percepção sinótica e a conjugação de soluções para atendimento de demandas relativas à abrangência e detalhamento (SILVA & CRUZ, 2018).

Nesse contexto, alguns índices de vegetação foram desenvolvidos visando reduzir o número de parâmetros presentes nas medidas multiespectrais. Tais índices têm sido usados na estimativa de vários parâmetros da vegetação (COSTA FILHO *et al.*, 2007) como, por exemplo, a quantidade de biomassa verde (ELVIDGE & LYON, 1985). Embora muitos índices vegetativos existam, o mais usado e conhecido atualmente é o denominado índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) proposto por Rouse em 1973, que permite o monitoramento da densidade e do estado de vigor da vegetação verde sobre a superfície terrestre (COSTA FILHO *et al.*, 2007). Considerando a crescente resolução temporal ofertada por diferentes sensores, a quantificação da supressão e a recuperação de áreas vegetadas em intervalos de tempo menores tem se tornado mais acessível, possibilitando maior

acurácia no monitoramento da sucessão ecológica da vegetação ao longo do tempo (SILVA & CRUZ, 2018).

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que cobre grande parte do semiárido do Nordeste brasileiro (BRASIL, 2005). Caracteriza-se por apresentar uma grande diversidade de paisagens e a conservação dessa biodiversidade se constituem um dos maiores desafios do conhecimento científico brasileiro (TROVÃO *et al.*, 2007). O estudo de índices de vegetação para a Caatinga, ainda é pouco explorado no que diz respeito à caracterização da estrutura da vegetação e à sucessão ecológica. A escassez de produções científicas, incluindo mapeamentos, dificulta o acesso às informações detalhadas sobre o bioma e, não raras vezes, os mapas produzidos apresentam alto grau de generalização em sua legenda (SILVA & CRUZ, 2018). Além disto, dados de assinatura espectral da vegetação de Caatinga, e suas variedades tipológicas, são quase inexistentes, havendo apenas poucos estudos envolvendo diferenças na assinatura espectral de algumas espécies deste bioma, como o de NAUE *et al.* (2011). No entanto, já é possível identificar alguns padrões regionais relacionados aos períodos de seca e chuvoso e determinação de altura da vegetação (FRANCISCO *et al.* 2015; SILVA & CRUZ, 2018).

O presente estudo considerou o conceito de CHAVES *et al.* (2008), que propuseram uma classificação de tipologias de Caatinga na qual as características morfoestruturais da vegetação são utilizadas como parâmetro para a separação de cada classe de estágio sucessional. Esta classificação tem a particularidade de ter sido desenvolvida para aplicação em sensoriamento remoto e consiste em quatro níveis categóricos, apresentados em ordem decrescente quanto à sucessão ecológica:

+ Arbóreo (> 4,5m);
+ Subarbóreo (>3m e <4,5m);
+ Arbustivo (>1,5m e <3m) e;
+ Subarbustivo (<1,5m).

Essas classes ainda se subdividem em subclasses referentes à porcentagem de cobertura vegetal no substrato, da seguinte maneira:

+ Densa (>80%);
+ Fechada (>60% e <80%);
+ Aberta (>40% e <60%);
+ Rala (>20% e <40%) e
+ Muito rala (<20%).

Para o cálculo das métricas neste tipo de trabalho utilizam-se de *softwares*, que através de algoritmos, quantifica as características espaciais específicas de manchas ou classes de manchas que são interpretadas e implementadas em linguagem computacional (MCGARIGAL & MARKS, 1995). Neste sentido vale ressaltar que os valores de área citados ao longo do texto e mesmo aqueles indicados nos quadros neste item, podem diferir dos apresentados anteriormente ou até mesmo de outros mapeamentos já realizados ao longo do presente documento, tendo em vista a escala, a metodologia e a grande área avaliada.

A classificação é o processo de extração de informação das imagens que visa reconhecer os padrões de objetos homogêneos. Essa técnica é utilizada em sensoriamento remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse. O resultado de uma classificação digital é apresentado por meio de classes de áreas que apresentam características espectrais idênticas (OLIVER-BATALHA, 2014), ou seja, a identificação e quantificação dos tipos de classes e a área ocupada por cada uma delas no total da paisagem podem diferenciar dos mapeamentos tradicionais por serem analisadas através de índices e métricas e por trabalhar com as feições espaciais/estruturais observáveis e mensuráveis nas imagens selecionadas e que, portanto, dependem também da qualidade das informações destas.

Para fins de quantificação de interferências e supressão de áreas em um determinado momento, os mapeamentos tradicionais ainda se mostram mais confiáveis, principalmente em locais onde os estágios vegetacionais são muitas vezes de difícil delimitação, seja devido à perda das características originais ou mesmo pela alta complexidade dos ambientes ou pela similaridade natural em termos de fisionomia, como no presente caso.

Os resultados de sensoriamentos remotos geralmente são robustos quando o objetivo é o de acompanhamento em termos de mudanças na paisagem com foco na identificação de potenciais efeitos na fragmentação e, principalmente, quando são voltados ao acompanhamento numa escala e prazos maiores, em que tais alterações são observáveis em imagens de satélite, ou quando se tem a oportunidade de reavaliar uma mesma área objeto em diferentes momentos, mas sob uma base metodológica idêntica ou minimamente comparável.

A.1. Metodologia

Aquisição das imagens

Foram utilizadas imagens de satélites oriundas do CBERS 04A disponíveis gratuitamente na plataforma online do INPE (http://www.cbers.inpe.br/). O CBERS 04A, sexto satélite da família CBERS, foi lançado e colocado em órbita com sucesso no início da madrugada do dia

20 de dezembro de 2019. As imagens utilizadas foram as geradas pela Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) com resolução multiespectral de 8m (INPE, 2021). A data da imagem é 19 de outubro de 2020, período de seca na Caatinga e onde é possível observar melhor quantitativamente e qualitativamente as texturas de vegetação. Ademais, até o presente momento as imagens provenientes desse satélite estão apenas disponibilizadas para o período seco.

Processamento de imagens

A partir da imagem multiespectral, foi calculado o NDVI, índice de vegetação da diferença normalizada Classificação da vegetação, para a Área de Influência Direta (AID) por meio da ferramenta de Calculadora de Raster, dentro do software ArcGIS 10.2. O cálculo de NDVI consiste em um cálculo de duas bandas, onde NIR é uma luz quase infravermelha e Vermelho é uma luz vermelha visível:

$$NDVI = \frac{NIR - Vermelho}{NIR + Vermelhor}$$

Classificação da vegetação

A oscilação da disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro, torna a vegetação da caatinga extremamente dinâmica e sazonal (SILVA & CRUZ, 2018). A denominação Savana-Estépica é empregada para designar a área do sertão árido nordestino com dupla estacionalidade, caracterizado por dois períodos secos anuais, um com longo déficit hídrico seguido de chuvas intermitentes e outro com seca curta seguido de chuvas torrenciais que podem faltar durante anos. A Savana-Estépica é dividida em quatro subgrupos: Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo Lenhosa (IBGE, 2012).

Na região da AID estão presentes a Savana Estépica Florestada e Arbórea. A fim de caracterizar a estrutura da vegetação destas fitofisionomias, foi adaptada a metodologia de classificação de Francisco *et al.* (2015), utilizando a classificação apresentada por Chaves *et al.* (2008).

Dessa forma, as classes de vegetação, bem como a respectivas faixas de valores de NDVI são indicadas no Quadro 11.2.1-81. Não há trabalhos disponíveis que relacione as classes de formações vegetacionais com os estágios sucessionais para Caatinga. No entanto, baseando-se por analogia no porte e estrutura da vegetação é possível agrupar as classes em vegetação em estágio avançado, vegetação em recuperação e vegetação em degradação. No Quadro 11.2.1-81 também é possível observar esses grupos de estágios sucessionais.

Quadro 11.2.1-81 - Classes de vegetação e valores de NDVI

FITOFISIONOMIAS	CLASSES DE FORMAÇÃO	VALORES DE NDVI	ESTÁGIO SUCESSIONAIS
Savana Estépica Arborizada	Arbustiva aberta	0,000 a 0,100	Em degradação
	Arbóreo-arbustiva aberta	0,100 a 0,150	Em recuperação
	Arbóreo-arbustiva fechada	0,150 a 0,200	Avançado
Savana Estépica Florestada	Arbustiva fechada	0,200 a 0,250	Em recuperação
	Arbóreo-arbustiva aberta	0,250 a 0,300	Em recuperação
	Arbóreo-arbustiva fechada	0,300 a 0,350	Avançado
	Arbórea densa	>0,350	Avançado

Fonte: Tetra Mais, 2021.

Ademais, a classificação da vegetação por NDVI foi validada e complementada com as informações de estrutura de vegetação apontadas no levantamento florístico realizado nas duas campanhas na Área Diretamente Afetada (ADA) e na Área de influência Direta (AID) do Projeto Santa Quitéria.

B. Caracterização das formações vegetacionais

B.1. Caracterização das formações vegetacionais na Área de Influência Direta (AID)

A Savana Estépica Arborizada Arbóreo-Arbustivo fechada foi a classe de vegetação predominante na AID, compondo cerca de 46,43% da paisagem (Mapa 11.2-8). Em seguida, a Savana Estépica Arborizada Arbóreo-Arbustivo aberta apresentou cerca de 24,87% da cobertura de vegetação na AID. Dentro da fitofisionomia Savana Estépica Florestada, a Arbustiva fechada apresentou maior distribuição na AID (Quadro 11.2.1-82 e Figura 11.2.1-252).

Quadro 11.2.1-82 - Classes de vegetação e área (hectares) na Área de Influência direta (AID) do Projeto Santa Quitéria

FITOFISIONOMIAS	CLASSES DE FORMAÇÃO	ÁREA (HA)	PROPORÇÃO NA AID (%)
Savana Estépica Arborizada	Arbustiva aberta	504,16	2,89
	Arbóreo-arbustiva aberta	4340,39	24,87
	Arbóreo-arbustiva fechada	8103,35	46,43
Savana Estépica Florestada	Arbustiva fechada	2201,16	12,61
	Arbóreo-arbustiva aberta	224,67	1,29
	Arbóreo-arbustiva fechada	73,31	0,42
	Arbórea densa	45,21	0,26
Outros usos	Água	41,81	0,24
	Usos Antrópico	1787,41	10,24
	Nuvens	130,01	0,74
Total		**17451,47**	**100**

Fonte: Tetra Mais, 2023.

Na AID, a vegetação de maior porte (extrato arbóreo) está frequentemente associada aos corpos d'água, principalmente na fitofisionomia Savana Estépica Arbórea. As formações mais estruturadas e de maior porte (Arbórea densa) da Savana Estépica Florestada foram as classes menos representadas e ocorrem na região norte da AID próximos às escarpas. Essa formação apresenta essencial papel na preservação dos corpos d'água e processos ecossistêmicos que ali ocorrem, além da importante presença em áreas mais declivosas.

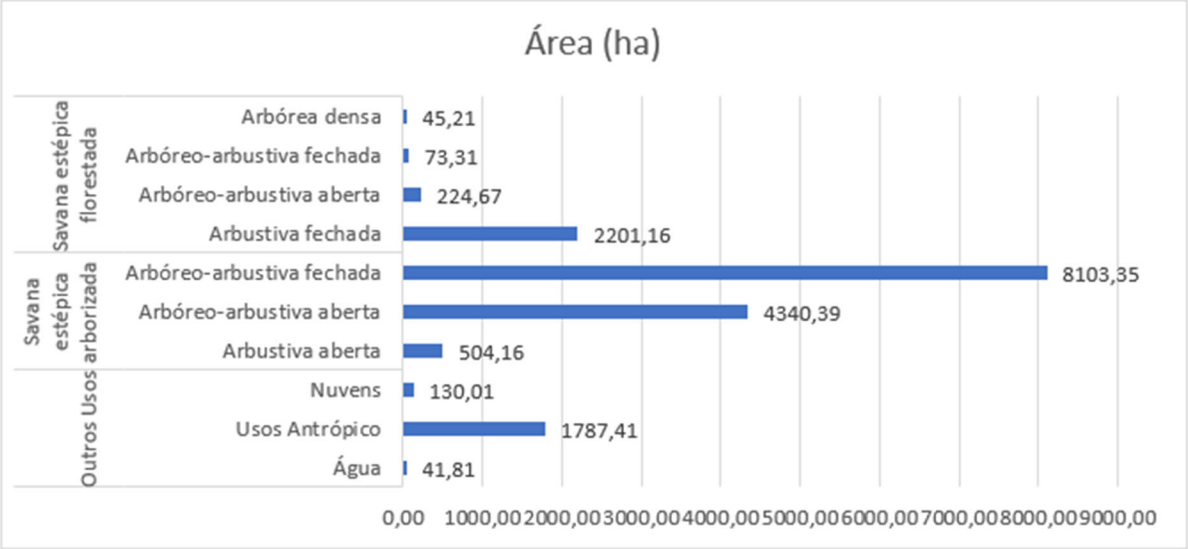


Figura 11.2.1-252: Distribuição da área em hectares de cada classe de vegetação encontrada na AID.

Fonte: Tetra Mais, 2023.

Mapa 11.2-8 - Vegetação NDVI.

400.000
420.000
9.500.000
9.480.000

Canindé
Itatira
Boa Viagem
Morrinhos
Queimadas
Santa Quitéria

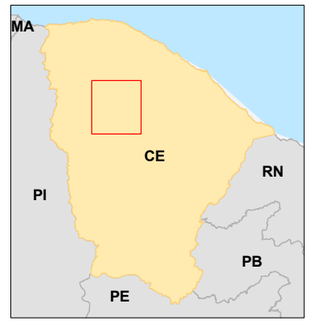
Riacho SN1
Riacho SN2
Riacho SN3
Rch. do Bitu
Rch. da Gangorra
Rch. do Guaribas
Rch. Caramutim
Rch. Mata Fome
Rch. Curimatá
Rch. Cunhe Moti
Rch. do Mulungu

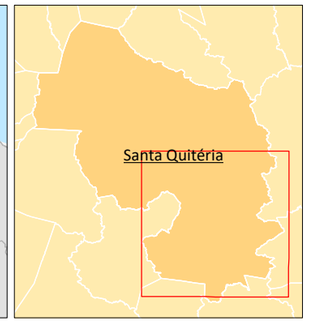
Classes de Vegetação (NDVI)

Savana estépica arborizada
- Arbórea densa
- Arbóreo-arbustiva fechada
- Arbóreo-arbustiva aberta
- Arbustiva fechada

Savana estépica arborizada
- Arbóreo-arbustiva fechada
- Arbóreo-arbustiva aberta
- Arbustiva aberta
- Nuvens

Macrolocalização





Referências Locacionais
- Localidades
- Limite Municipal

Áreas de Influência
- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia
- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Uso do Solo
- Áreas Antrópicas
- Corpo-d'água

Fonte:
ARCADIS, 2020. Cursos d'água na AID.
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
INPE, 2019. Imagem CBERS-4A, Data da cena: 19/10/2020.
Tetra+, 2021. Uso e Ocupação do Solo.

1:96.000
0 1 2 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Vegetação - NDVI

Formato	Escala	Folha
A3	1:96.000	Única

Data	Localização
27/11/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Jéssica Costa	Carla Conde

B.2. Caracterização das formações vegetacionais na Área Diretamente Afetada (ADA)

Assim como na AID, a Savana Estépica Arborizada Arbóreo-Arbustivo fechada foi a classe de vegetação predominante na ADA, compondo cerca de 55,39% da paisagem (Mapa 11.2-8). Em seguida, a Savana Estépica Arborizada Arbustiva-Aberta apresentou cerca de 20,40% da cobertura de vegetação e a Savana Florestada Arbustiva Fechada apresentou 14,32% de cobertura. As demais formações apresentaram valores muito baixo de composição na ADA (Quadro 11.2.1-83 e Figura 11.2.1-253).

Quadro 11.2.1-83 - Classes de vegetação e área (hectares) na Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria

FITOFISIONOMIAS	CLASSES DE FORMAÇÃO	ÁREA (HA)	PROPORÇÃO NA ADA
Savana Estépica Arborizada	Arbustiva aberta	16,65	4,38
	Arbóreo-arbustiva aberta	77,48	20,40
	Arbóreo-arbustiva fechada	210,34	55,39
Savana Estépica Florestada	Arbustiva fechada	54,38	14,32
	Arbóreo-arbustiva aberta	1,37	0,36
	Arbóreo-arbustiva fechada	0,12	0,03
	Arbórea densa	0,01	0,00
Outros Usos	Usos Antrópico	18,16	4,78
	Nuvens	1,25	0,33
Total Geral		379,75	100

Fonte: Tetra Mais, 2023.

De forma geral, a vegetação da ADA é predominante composta de formações vegetacionais de menor porte, porém em disposição fechada, como a formação arbóreo-arbustiva fechada (Savana Estépica Arborizada) e a arbustiva fechada (Savana Estépica Florestada (Savana Florestada). Foram encontrados valores muito baixos para as formações mais estruturadas e de maior porte da Savana Estépica, mesmo próximo aos corpos d'água. Ao redor dos corpos d'água predomina a vegetação Savana Estépica Florestada Arbustiva Fechada, que possivelmente garante a conservação deles.

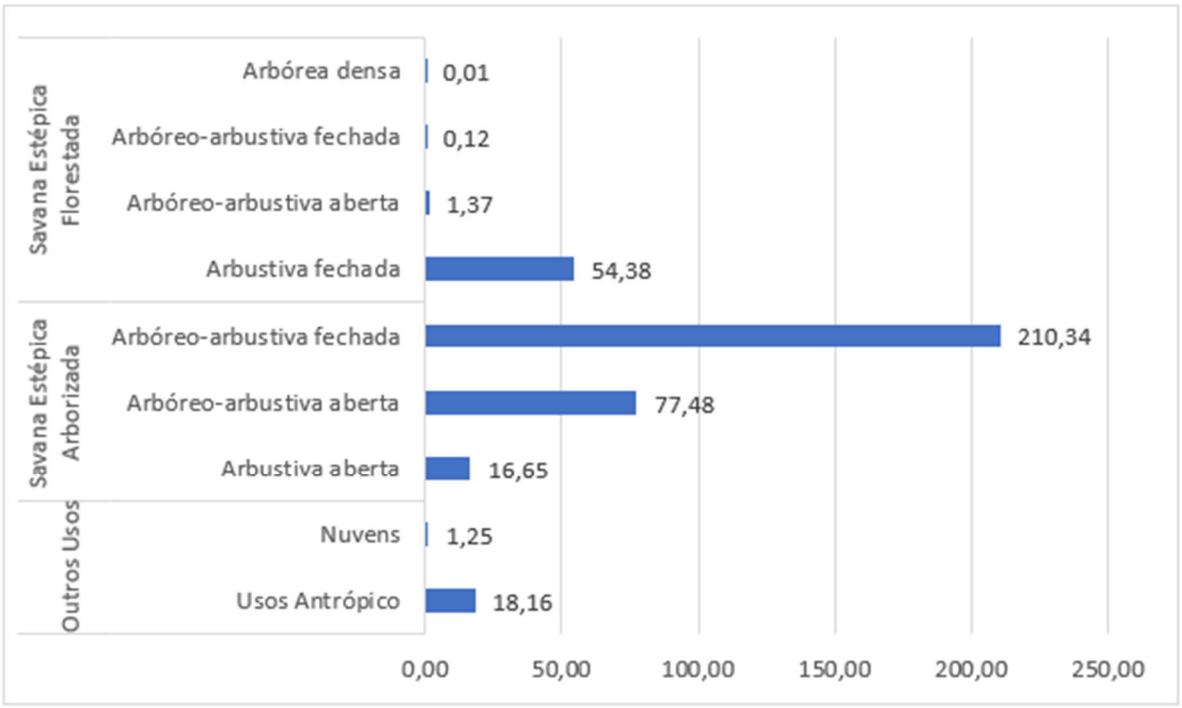


Figura 11.2.1-253 - Distribuição da área em hectares de cada classe de vegetação encontrada na ADA.

Fonte: Tetra Mais, 2023.

C. Caracterização do estágio sucessional da vegetação

A Caatinga é um dos biomas brasileiros mais ameaçados e se encontra em acentuado processo de degradação (MMA, 2006), provocado principalmente pelo desmatamento, devido à ocupação de áreas com atividades agrícolas e de pecuária e uso inadequado dos recursos naturais (DRUMOND *et al.*, 2000). O uso não planejado dos recursos oferecidos pelo bioma Caatinga tem proporcionado a fragmentação da sua cobertura vegetal (BARBOSA, 1998), perdas irreparáveis da diversidade da flora e da fauna, acelerado processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água (LEAL *et al.*, 2005). Segundo CASTELLETTI *et al.* (2004) entre 30,4% e 51,7% da área original da Caatinga foi alterada por atividades antrópicas e a área remanescente está altamente fragmentada.

Um dos grandes desafios atuais para a gestão ambiental do semiárido brasileiro envolve um esforço em evitar o avanço e o surgimento de núcleos de desertificação, citados e estudados por autores como LEAL et al. (2003), DUARTE (2008) e LIMA (2010). Também é importante salientar que a vegetação tem um papel importantíssimo para a mitigação deste problema, assim como para a preservação e manutenção dos recursos hídricos, sendo parte indispensável do ciclo hidrológico (SILVA & CRUZ, 2018).

C.1. Caracterização do estágio sucessional da vegetação na AID

A vegetação da AID apresenta grandes trechos contínuos e é principalmente composta por formações vegetacionais em estágios avançado e em recuperação. Tal padrão pode sinalizar uma preocupação com o risco de desertificação dos extratos arbóreos a extratos arbustivos. No entanto, pode também sinalizar um processo de evolução na sucessão ecológica de outras formações mais abertas. Em ambas as possibilidades, é extremamente importante a preservação de tais formações, visto que as intervenções podem ser irreversíveis. Nesse sentido, o monitoramento sazonal da vegetação para caracterizar a vegetação em busca de padrões de regeneração e desertificação são fundamentais para subsidiar o melhor planejamento territorial.

C.2. Caracterização do estágio sucessional da vegetação na ADA

Assim como na AID, na ADA predominou uma formação vegetacional composta por formações vegetacionais em estágios avançado e em recuperação, majoritariamente extrato arbustivo de disposição fechada. A maior porção da ADA é composta pela formação de maior porte da Savana Estépica Arborizada. No entanto, vale ressaltar a baixa proporção de formações vegetacionais de menor porte da Savana Estépica Florestada, com apenas algumas manchas de vegetação na ADA. A composição de Savana Estépica Florestada Arbustiva Fechada ao redor dos cursos d'água possivelmente indica um processo de evolução na sucessão ecológica e preservação de tais cursos d'água.

11.2.1.5 Análise da Paisagem

11.2.1.5.1 Introdução

A influência da escala e dos padrões espaciais sobre processos ecológicos vem sendo estudada cada vez mais pela Ecologia de Paisagens, que pode ser entendida como uma ecologia de interações espaciais entre as unidades da paisagem (METZGER, 2001; TURNER *et al.*, 2001).

Nesta abordagem, a paisagem é compreendida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, de acordo com um observador, em uma determinada escala de observação, sendo que esta heterogeneidade existe para pelo menos um fator (METZGER, 2001; TURNER *et al.*, 2001). As unidades da paisagem tratam de cada um de seus componentes, como o uso e ocupação do solo, as classes de vegetação e os ecossistemas nela presente (METZGER, 2001).

A unidade que controla a dinâmica da paisagem é denominada de matriz, que normalmente é identificada por ser a unidade dominante em termos de recobrimento espacial ou por possuir um menor grau de fragmentação (FORMAN, 1995; METZGER, 2001). Ou ainda, de acordo com outra abordagem, usada especialmente em estudos de fragmentação, a matriz é compreendida como o conjunto de unidades de não-hábitat para uma dada comunidade ou espécie estudada (METZGER, 2001).

A fragmentação pode ser entendida como uma subdivisão de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua, levando a alterações na configuração da paisagem pela formação de fragmentos. Um fragmento pode ser compreendido como uma mancha ou um conjunto de manchas, de acordo com o referencial e a escala de observação. As manchas são áreas homogêneas de uma unidade da paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e têm extensões espaciais reduzidas e não-lineares (METZGER, 2001). Logo, podemos ter dentro de um mesmo fragmento, por exemplo, manchas de uma mesma fitofisionomia vegetacional em estágios diferentes de sucessão ecológica.

Os fatores antrópicos causadores de fragmentação estão associados à diversas atividades, tais como: agropecuária, silvicultura, mineração, construção de estradas e rodovias, obras de saneamento básico e aproveitamento hidrelétrico, além da própria dinâmica de uso e ocupação do território e expansão urbana da sociedade moderna (MMA, 2003).

A fragmentação da paisagem é um fator de extrema relevância, pois provoca redução e isolamento de áreas propícias à sobrevivência de espécies (METZGER, 1999).

Uma das principais consequências da fragmentação é o efeito de borda. As bordas são áreas de transição entre unidades da paisagem, onde a intensidade dos fluxos biológicos entre tais unidades, se modifica de forma abrupta, e que por estarem na porção perimetral do fragmento estão mais sujeitas às perturbações externas (METZGER, 1999; TURNER *et al.*, 2001). Na região da borda ocorrem efeitos que alteram os gradientes físicos, a distribuição de espécies e diversos processos ecológicos. Os principais efeitos na região da borda são: maior incidência luminosa e intensidade de vento, alterações no gradiente de temperatura, redução da umidade do ar e do solo, aumento na evapotranspiração das plantas, maior acúmulo de serapilheira, maior susceptibilidade a incêndios, aumento no dano e mortalidade de árvores e favorecimento ao desenvolvimento de espécies invasoras. Tais efeitos caracterizam o chamado efeito de borda (KAPOS, 1989; VIANA e PINHEIRO, 1998; METZGER, 1999; LAURANCE *et al.*, 2002; LAURANCE *et al.*, 2011).

Na Caatinga, o efeito de borda é consideravelmente menos importante que em ambientes florestais mais úmidos. Como resultado, a composição das comunidades de borda em áreas do bioma, muitas vezes não difere significativamente das registradas no interior dos fragmentos. A despeito disso, a fragmentação ocasiona a criação de bordas, que são proporcionais às formas dos fragmentos em questão, sendo, portanto, tal análise, relevante para a compreensão da modificação dos hábitats em função da alteração no padrão de continuidade da paisagem.

Sob a perspectiva da Ecologia de Paisagens, o efeito de borda em um fragmento florestal é basicamente influenciado por dois parâmetros: o tamanho e a forma geométrica do fragmento. Quanto maior a área de um fragmento, menor será a proporção submetida ao efeito de borda, ou seja, maior será a área interior do fragmento. Ademais, quanto maior a relação perímetro/área de um fragmento, maior será o efeito de borda (VIANA e PINHEIRO, 1998; METZGER, 1999). A importância da forma geométrica do fragmento é facilmente visualizada comparando-se um fragmento de forma complexa com um fragmento com forma mais próxima a um quadrado ou círculo. A área de superfície de contato com a matriz e, por conseguinte, o efeito de borda, é muito maior no primeiro caso (VIANA e PINHEIRO, 1998; CALEGARI *et al.*, 2010). Em paisagens muito fragmentadas, em que os fragmentos são pequenos, a influência combinada de bordas pode resultar em alterações ecológicas mais intensas do que seria esperado pelo efeito de apenas uma borda (RIES *et al.*, 2004). Logo, é possível observar que diversos fatores estão ligados a capacidade de sobrevivência de certas espécies nos fragmentos florestais dado a extensão e intensidade do efeito de borda e suas implicações.

A matriz circundante e o grau de isolamento dos fragmentos de vegetação nativa também são fatores importantes, uma vez que afetam o deslocamento de espécies entre seus hábitats remanescentes. O ambiente circundante e a distância e a conexão entre fragmentos podem funcionar como um filtro a dispersão, e por consequência, ao fluxo gênico, direcionando processos de extinção de populações (VIANA e PINHEIRO, 1998; GASCON *et al.*, 1999; LAURANCE *et al.*, 2002). É muito importante, portanto, compreender os fatores que intermediam a dispersão das espécies e que restringem a conectividade entre fragmentos.

A conectividade é um atributo da paisagem. Trata-se se trata da sua capacidade ou das suas unidades, de facilitar os fluxos biológicos, conforme a proximidade dos componentes de hábitat, a densidade de corredores e poleiros ecológicos e a permeabilidade da matriz (METZGER, 2001). A conectividade é utilizada por duas abordagens de análise da paisagem: a estrutural e a funcional. A conectividade estrutural refere-se à fisionomia da

paisagem, em termos de arranjo espacial dos fragmentos de hábitat (distribuição espacial de tamanhos dos fragmentos ou o isolamento de fragmentos de um mesmo tipo), densidade e complexidade dos corredores de hábitat (tamanho da malha, frequência e tipo de interseções na rede de corredores) e permeabilidade da matriz (resistência da matriz aos fluxos biológicos). Já a conectividade funcional refere-se à resposta biológica específica de cada espécie ou grupo funcional à estrutura da paisagem, podendo ser avaliada pelos fluxos de disseminação ou pela intensidade de movimento inter-habitat dos organismos (METZGER, 1999).

Outro importante elemento na ecologia de paisagem são os corredores ecológicos: são áreas semelhantes às manchas em definição, sendo considerado corredor, as estreitas faixas de vegetação nativa que ligam dois fragmentos anteriormente conectados (LINDEMAYER E NIX, 1993; METZGER, 2001; TURNER *et al.*, 2001). A área da Área de Influência Direta apresenta mais de 90% de cobertura de vegetação e nesse contexto corredores ecológicos são muito raros. No entanto, em situações que a paisagem possui baixa cobertura de hábitat (menos de 30%), a manutenção de espécies pode depender principalmente do tamanho e isolamento dos fragmentos remanescentes (METZGER e DÉCAMPS, 1997). Nestes cenários, se faz muito importante a presença destes importantes componentes de conectividade.

No esquema apresentado na Figura 11.2.1-254 é possível visualizar os principais itens que compõem a paisagem.

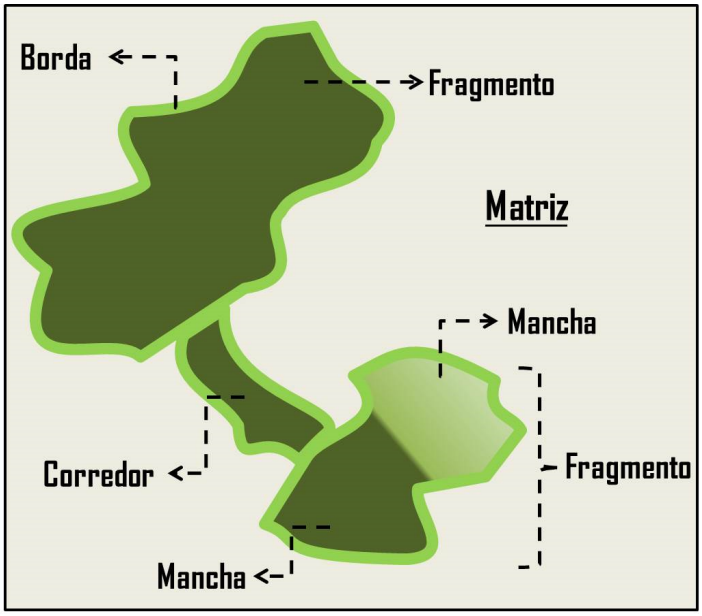


Figura 11.2.1-254 - Esquema dos principais itens que compõem uma paisagem.
Fonte: Tetra Mais, 2021.

A maioria dos estudos de fragmentação, até recentemente, assumia uma paisagem binária justapondo o hábitat de espécies com a matriz de não-hábitat, considerada até então uniforme (RICKETTS, 2001). Uma proposta mais realista reconhece a matriz inter-habitat como um mosaico heterogêneo, que contém uma série de não-hábitats que pode apresentar diferentes graus de permeabilidade à circulação de organismos entre os fragmentos, com níveis de influência distintos sobre a distribuição e dinâmica de populações dentro dos fragmentos (HOBBS *et al.*, 1993; DIXO, 2001; ANTONGIOVANNI e METZGER, 2005; UMETSU *et al.*, 2008). Assim, o isolamento funcional dos fragmentos de hábitat não depende apenas da distância, mas também da composição da matriz inter-habitat, ou seja, da permeabilidade da matriz (RICKETTS, 2001; STEVENS *et al.*, 2004; ANTONGIOVANNI e METZGER, 2005).

Quanto maior o contraste entre a matriz e o hábitat, mais a matriz é inóspita e maior é o isolamento entre as manchas, ou seja, menor a conectividade entre as subpopulações (TURNER *et al.*, 2001). Desse modo, a interação entre a qualidade da matriz e as restrições biológicas de cada espécie irá determinar a permeabilidade da paisagem como um todo. A permeabilidade da matriz, além de variar de acordo com os tipos de uso do solo, varia também de acordo com a sensibilidade dos organismos. Anfíbios, por exemplo, possuem menores taxas de circulação do que invertebrados, aves, mamíferos ou répteis (BOWNE e BOWERS, 2004).

A matriz funciona, portanto, com um mosaico de unidades com diferentes graus de permeabilidade, com cada unidade oferecendo diferentes condutâncias ao deslocamento ou à ocorrência de diferentes espécies (PITHER e TAYLOR, 1998; HOKIT *et al.*, 1999; RICKETTS, 2001). Desta forma, torna-se clara a necessidade de abordagens que incluam a qualidade e a heterogeneidade da matriz em estudos sobre a influência da estrutura da paisagem sobre a distribuição e diversidade de espécies e dinâmica de populações e comunidades.

Tendo em vista a grande importância da estrutura da paisagem na dinâmica de populações e comunidades biológicas, principalmente nos processos de deslocamento de indivíduos e eventos de extinção (METZGER, 1999), é fundamental a análise de suas características espaciais para compreender melhor seus efeitos sobre as populações naturais. Neste contexto, este trabalho foi desenvolvido para avaliar a estrutura da paisagem (diversidade, fragmentação, efeito de borda e conectividade) na Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) do Projeto Santa Quitéria, de forma a dar subsídio à compreensão dos efeitos da supressão da vegetação para instalação do empreendimento sobre a fragmentação da paisagem e as espécies ameaçadas identificadas na amostragem de fauna e flora.

11.2.1.5.2 Metodologia

Tendo como ponto de partida o Mapa 11.2-8, para o conhecimento do cenário atual foi realizada uma análise estrutural da paisagem. Para o entendimento do cenário futuro, se implantado o empreendimento, foi realizada a análise estrutural considerando o cenário futuro com a implantação do empreendimento e consequente supressão vegetal necessária para tal.

A. Aquisição das imagens

Foram utilizadas imagens de satélites oriundas do CBERS 04A disponíveis gratuitamente na plataforma online do INPE (http://www.cbers.inpe.br/). O CBERS 04A, sexto satélite da família CBERS, foi lançado e colocado em órbita com sucesso no início da madrugada do dia 20 de dezembro de 2019. As imagens utilizadas foram as geradas pela Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) com resolução multiespectral de 8m (INPE, 2021). A data da imagem é 19 de outubro de 2021, período de seca na Caatinga e onde é possível observar melhor quantitativamente e qualitativamente as texturas de vegetação. Ademais, até o presente momento as imagens provenientes desse satélite estão apenas disponibilizadas para o período seco.

B. Processamento de imagens

A partir da imagem multiespectral, foi calculado o NDVI, índice de vegetação da diferença normalizada Classificação da vegetação, para a Área de Influência Direta (AID) por meio da ferramenta de Calculadora de Raster, dentro do software ArcGIS 10.2. O cálculo de NDVI consiste em um cálculo de duas bandas, onde NIR é uma luz quase infravermelha e Vermelho é uma luz vermelha visível:

$$NDVI = \frac{NIR - Vermelho}{NIR + Vermelhor}$$

C. Classificação da vegetação

A oscilação da disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro, torna a vegetação da caatinga extremamente dinâmica e sazonal (SILVA & CRUZ, 2018). A denominação Savana-Estépica é empregada para designar a área do sertão árido nordestino com dupla estacionalidade, caracterizado por dois períodos secos anuais, um com longo déficit hídrico seguido de chuvas intermitentes e outro com seca curta seguido de chuvas torrenciais que podem faltar durante anos. A Savana-Estépica é dividida em quatro subgrupos: Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo Lenhosa (IBGE, 2012). A Área de Influência Direta (AID) do Projeto Santa Quitéria é recoberta pelas Savana Estépica Florestada e Savana Estépica Arbórea.

Ademais, a classificação da vegetação por NDVI foi validada e complementada com as informações de estrutura de vegetação apontadas no levantamento florístico realizado nas duas campanhas (época seca e chuvosa). Para análise estrutural da paisagem foi considerada como hábitat homogêneo as duas fitofisionomias de Savana Estépica.

D. Métricas de fragmentação, efeito de borda e conectividade de paisagem

A fim de analisar estruturalmente a paisagem atual e futura (após a implantação do empreendimento), realizou-se o cálculo de 11 métricas da paisagem por meio da extensão LECOS do Quantum GIS e o Software FragStats, objetivando-se entender o grau de fragmentação, efeito de borda e conectividade da paisagem na AID. A análise das métricas de paisagem nos cenários atual e futuro foi realizada para Área de Influência Direta (AID) somando-se a ela os fragmentos de vegetação que interseccionam com os seus limites, conforme apresentado nas considerações metodológicas. O cálculo das métricas estruturais da paisagem nos cenários futuros foram abordados com o impacto da implantação do empreendimento.

E. Métricas de fragmentação

Porcentagem de hábitat

A porcentagem de hábitat é a soma das áreas de todas as manchas de uma mesma classe, dividida pela área total de paisagem e multiplicada por 100 (convertendo para porcentagem).

Área de hábitat

A área de hábitat é uma medida da composição de paisagem, especificamente, quanto da paisagem é composto de um tipo classe, nesse caso o hábitat.

Densidade de Manchas

A densidade de manchas corresponde ao número de manchas de uma mesma classe dividido pela área total de paisagem.

F. Métricas de efeito de borda

Para a análise do efeito de borda adotou-se 50 metros de comprimento de borda, tomando como base investigações da extensão do efeito de borda em remanescentes florestais (RIES *et al*. 2004; SAMPAIO 2011).

Densidade de Bordas

A densidade de bordas corresponde à soma dos comprimentos (m) dos segmentos de todas as arestas de uma mesma classe (áreas de borda), dividido pela área total de paisagem (m^2), multiplicado por 10.000 (para converter a hectares).

Área Total do Núcleo

A área total do núcleo é igual à soma das áreas centrais de cada mancha (m^2) de uma mesma classe, dividido por 10.000 (para converter em hectares).

Índice de Forma - Média Ponderada por Área

O índice de forma é igual ao perímetro da mancha dividido pela raiz quadrada da área da mancha, ajustado por uma constante para um padrão quadrado. Mede a complexidade da forma da mancha em comparação com uma forma padrão (quadrado) do mesmo tamanho. Quanto maior a complexidade da forma e menor a área, maior o valor deste índice. No presente estudo foi aplicado a média ponderada por área.

Razão de Perímetro-Área

A razão de Perímetro-Área é igual à razão do perímetro da mancha sobre a área. É uma medida simples de complexidade da forma da mancha, mas sem padronização de uma forma euclidiana simples tal como o quadrado.

G. Métrica de conectividade

Neste estudo foram estabelecidos 4 valores de raio de pesquisa para dispersão de organismos terrestres: 100 metros, 300 metros, 1000 metros e 2000 metros para o cálculo do índice de proximidade. Vale ressaltar que o limite de raio de busca de 2000 metros foi definido visto que acima desse valor, as áreas ultrapassam os limites da AID. Esses raios foram definidos objetivando analisar o impacto do empreendimento na conectividade de espécies de flora e fauna ameaçadas que foram levantadas durante o diagnóstico, presentes nas listas oficiais com respectivo grau de ameaça, considerando as listagens estadual, nacional (MMA) e Internacional (IUCN). Embora a análise de conectividade tenha objetivado a distribuição das espécies ameaçadas levantadas no diagnóstico, os resultados são extrapoláveis para distribuição de todas as outras espécies, visto que abarca diferentes raios de busca.

No Quadro 11.2.1-84 são listadas as espécies utilizadas na análise, bem como o raio de busca e a referência utilizada para embasar a inclusão nas categorias de distância de dispersão de organismos terrestres.

Para *Tacinga palmadora* (palmatória) não foi encontrado informações sobre a síndrome de dispersão, porém há informações sobre *Tacinga inamoema* (palmatória), espécie do mesmo gênero e com características similares (GOMES & QUIRINO, 2016), a qual possui síndrome de dispersão zoocórica e apresenta sementes pequenas, ou seja, é dispersa por animais de menor porte, atingindo menor alcance de dispersão e por isso foi enquadrada no raio de busca de 100 metros.

Para *Cereus jamacaru* (mandacaru), um estudo de GOMES *et al*. (2014), levantou que o fruto dessa espécie é de tamanho grande e suas sementes apresentam zoocoria como síndrome de dispersão. Levando em conta os dispersores dessas sementes na Caatinga (GOMES & QUIRINO, 2016), por animais de pequeno e médio porte, essa espécie foi enquadrada no raio de busca de 300 metros.

Amburana cearensis (umburana-de-cheiro) apresenta dispersão anemocórica (LOPES *et al*. 2014) o que garantiria maior distância de dispersão, mas por possuir frutos de tamanho médio (GOMES & QUIRINO, 2016), foi enquadrada no raio de 300 metros.

Para *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-Nordeste) não foi encontrado informações sobre a capacidade de dispersão. Foi utilizado um modelo de estudo da Mata Atlântica, *Xiphorhynchus fuscus* (arapaçu-rajado; BOSCOLO *et al*. 2008), que embora seja da Mata Atlântica, exibe ecologia comportamental, hábito de vida e sensibilidade de fragmentação similares. Nesse estudo, foi apontado que *Xiphorhynchus fuscus* tem habilidade de deslocamento reduzida a distâncias menores que 100 metros em paisagens fragmentadas. Nesse sentido, *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-Nordeste) foi enquadrado no raio de busca de 100 metros.

Para *Kerodon ruprestres* (mocó) não foram encontradas informações sobre a capacidade de dispersão. Foi considerado o estudo realizado para *Kerodon acrobata* (mocó-do-Cerrado), que possui hábitos similares, mas no bioma Cerrado (PORTELLA, 2015). Nesse estudo foi levantada área de vida média para machos e fêmeas de 2000 m^2. Visto que essa área do raio de busca de 100 m é 31.400 m^2, *Kerodon ruprestres* (mocó) foi enquadrado no raio de busca de 100 m.

Para *Leopardus emiliae* (gato-do-mato-pequeno) não foi encontrado informações sobre a capacidade de dispersão. No entanto para *Leopardus tigrinus emiliae* (gato-do-mato-pequeno), espécie de tamanho e hábitos similares foi identificada uma área de vida de 1 a 25 km^2 (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Para *Penelope jacucaca* (jacu-do-Nordeste) não foi encontrado informações sobre a capacidade de dispersão. Foi utilizado um modelo de estudo da mesma família, *Crax blumenbachii (*mutum-do-sudeste; BERNARDO, 2010), que embora seja da Mata Atlântica, exibe ecologia comportamental, hábito de vida e sensibilidade de fragmentação similares. Nesse estudo, foi apontado que *Crax blumenbachii* tem área de vida de até 125 ha. Baseado nesse estudo e em notas pessoais de ornitólogos, onde foi observado o comportamento de se distanciar cerca de 300 metros entre manchas de hábitat, *Penelope jacucaca* (jacu-do-Nordeste) foi enquadrado no raio de busca de 100 metros.

Para as duas espécies de quirópteros, *Natalus macrourus* (morcego orelha-de-funil brasileiro) e *Furipterus horrens* (floriano), foi considerado raio de busca de 1000 m. Segundo literatura (PEREIRA *et al.*, 2019), essa distância é a que melhor responde aos hábitos de vida dessas espécies.

As três espécies com raio de busca de 2000 m foram ali enquadradas por se tratar do grupo com a máxima capacidade de dispersão, visto que a área de vida excede aos limites da área calculada para esse raio. *Puma concolor* (onça-parda) é descrito com área de vida superior a 128 km^2 (PENTEADO *et al*. 2012). *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco), também apresenta elevada área de vida de (52km^2). Por fim, o *Sapajus libidinosus* (macaco-prego-galego) apresenta área de vida médio de 55 ha (RODRIGUES, 2013).

Quadro 11.2.1-84 - Espécies ameaçadas utilizadas na análise de conectividade, respectivo raio de busca considerado e considerações sobre as referências utilizadas

RAIO DE BUSCA	ESPÉCIE	GRUPO	REFERÊNCIA UTILIZADA	CAPACIDADE DE DISPERSÃO CONSIDERADA	LOCALIDADE
100 metros	*Tacinga palmadora*	Flora	GOMES & QUIRINO, 2016	Dispersão zoocórica (até 100 m)	Caatinga (Paraíba)
	Xiphocolaptes falcirostris	Avifauna	BOSCOLO ET AL. 2008	Até 100 m	Mata Atlântica (São Paulo)
	Kerodon rupestris	Mastofauna	PORTELLA, 2015	Área de vida média de 2.000 m^2	Cerrado (Goiás)
300 metros	*Cereus jamacaru*	Flora	GOMES ET AL., 2014	Dispersão zoocórica (até 300 m)	Caatinga (Paraíba)
	Amburana cearensis	Flora	LOPES ET AL., 2014	Dispersão anemocórica (até 300 m)	Caatinga (Paraíba)
	Penelope jacucaca	Avifauna	BERNARDO, 2010	Área de vida menos que 20.000 m^2	Mata Atlântica (Rio de Janeiro)

Fonte: Tetra Mais, 2021.

Quadro 11.2.1-85 - Espécies ameaçadas utilizadas na análise de conectividade, respectivo raio de busca considerado e considerações sobre as referências utilizadas

RAIO DE BUSCA	ESPÉCIE	GRUPO	REFERÊNCIA UTILIZADA	CAPACIDADE DE DISPERSÃO CONSIDERADA	LOCALIDADE
1000 metros	*Natalus macrourus*	Quirópteros	PEREIRA ET AL., 2018	Até 1000 m	Cerrado (Tocantins)
	Furipterus horrens	Quirópteros	PEREIRA ET AL., 2019	Até 1000 m	Cerrado (Tocantins)
	Leopardus emiliae	Mastofauna	OLIVEIRA et al., 2013	Área de vida de até 1-25 km^2	Brasil
2000 metros	*Puma concolor*	Mastofauna	PENTEADO, 2012	Área de vida de 128 km^2	Mata Atlântica (São Paulo)
	Puma yagouaroundi	Mastofauna	MACHADO, 2017	Área de vida de 52km^2	Mata Atlântica (Brasil)
	Sapajus libidinosus	Mastofauna	RODRIGUES, 2013	Área de vida de 55 ha	Mata Atlântica (Paraíba)

Fonte: Tetra Mais, 2021.

Índice de Proximidade

O índice de Proximidade é igual à soma da área da mancha dividida pela distância de borda a borda mais próxima ao quadrado. O cálculo é realizado entre manchas de mesma classe, cujas áreas de bordas estão dentro de uma determinada distância. Considera o tamanho e a proximidade de todas as manchas cujas bordas estão dentro de um raio de pesquisa. Para essa pesquisa, os pontos de amostragem de fauna e flora onde foram levantadas as espécies da flora e fauna citadas no Quadro 11.2.1-85 foram utilizados como pontos de partida para a análise de raios de busca.

Índice de Conectividade

O índice de Conectividade é igual ao número de conexões entre os fragmentos em relação a proximidade relativa entre eles multiplicado por 100 para obter o resultado em percentagem. Seu resultando indica que a conectividade entre manchas diminui à medida que a distância entre seus centroides aumenta.

H. Índice de diversidade da paisagem

A fim de se entender a diversidade da paisagem no que diz respeito à composição dos tipos de uso de solo na paisagem da AID nos cenários atual e futuro foi realizada uma análise de diversidade, por meio da extensão LECOS do Quantum GIS. Foram calculados os índices de diversidade (Shannon), uniformidade e riqueza para toda a paisagem, considerando todos os tipos de uso solo identificados para região.

11.2.1.5.3 Resultados

A. Métricas de fragmentação

Atualmente, a AID trata-se de uma paisagem com alto percentual de Savana Estépica arborizada e florestada (89,08 %). Com a implantação do empreendimento ocorrerá, na AID, uma redução do habitat pela supressão de 338,29 hectares de Savana Estépica Arbórea e Florestada. Em termos percentuais a redução não será muito significativa, uma vez que representará uma diminuição de 2,2% em relação ao total da paisagem. Quanto à fragmentação, provocará um aumento de cerca de 1% na densidade de manchas. Os valores obtidos para as métricas de fragmentação da paisagem estão apresentados no Quadro 11.2.1-85.

Portanto, observa-se baixa redução de área de hábitat, com baixo grau de fragmentação. A fragmentação na AID será responsável por um moderado aumento na densidade de manchas.

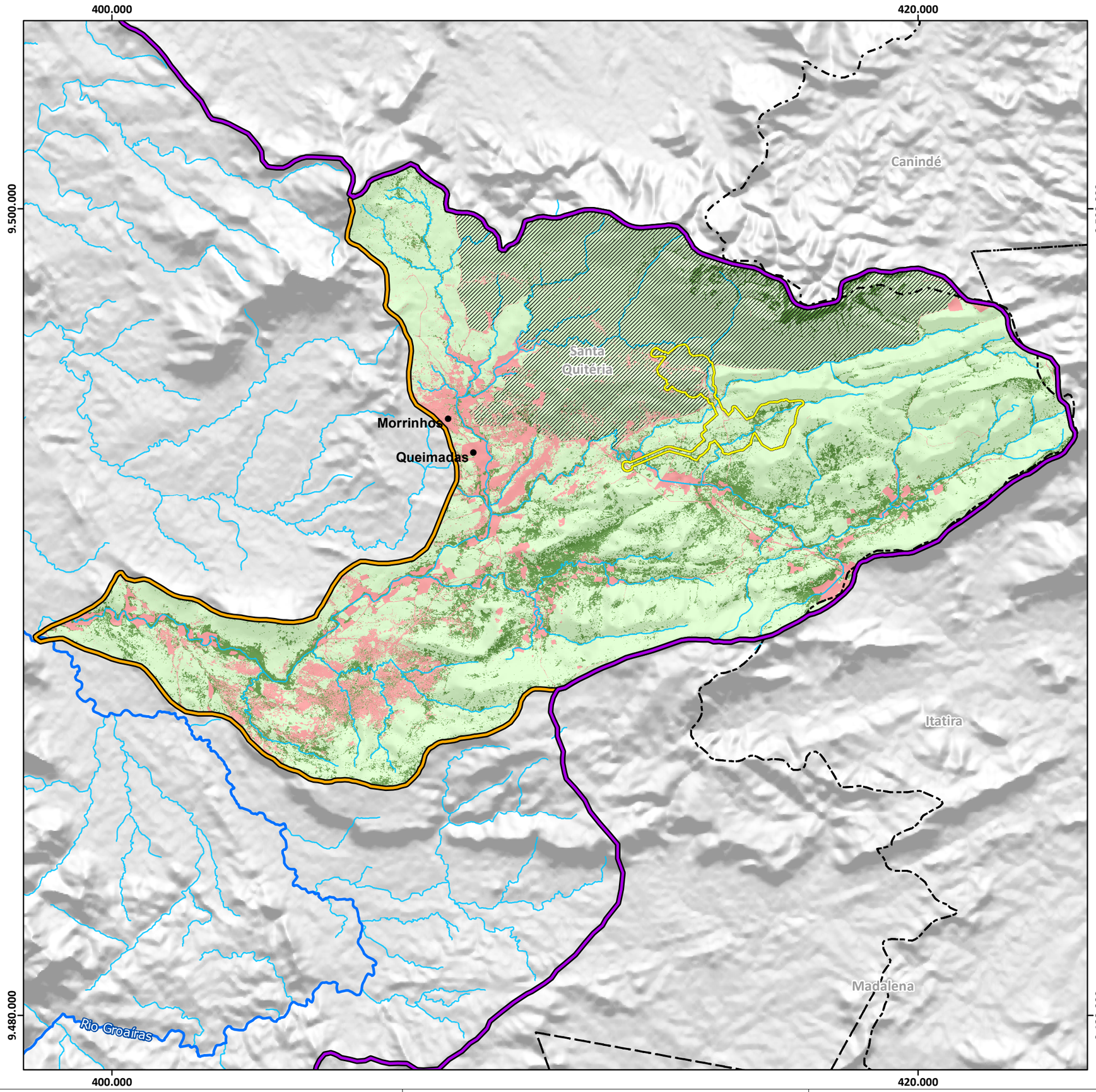
A implantação do empreendimento implicará em redução de hábitat e porcentagem de Savana Estépica arborizada e florestada, conforme pode ser visto no Quadro 11.2.1-86. De forma geral, haverá baixa redução de área e moderado aumento de fragmentação, visto que haverá incremento na densidade de manchas no cenário futuro. Estes fragmentos menores poderão perder em biodiversidade, haja visto que a riqueza e a diversidade de espécies dependem das dimensões dos fragmentos (CALEGARI et al., 2010). No entanto, vale ressaltar que o empreendimento não alterou significativamente a área de maior fragmento da AID, que conta hoje com uma área total de 3769,12 ha e possui 110,09 (2,9 %) inserido na ADA (Mapa 11.2-9 e Quadro 11.2.1-86).

Quadro 11.2.1-86 - Métricas de fragmentação da paisagem considerando os efeitos do empreendimento na AID

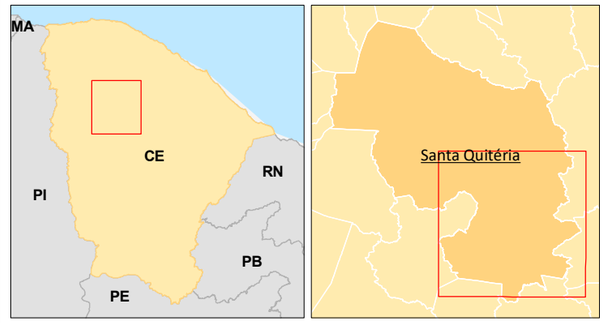
MÉTRICAS	CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO COM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
Porcentagem de hábitat (%)	89,08	87,01
Área de hábitat (hectares)	15.551,53	15192,02
Densidade de manchas (nº/hectares)	1,22	1,23
Maior fragmento (hectares)	3769,12	3659,02
Menor fragmento (hectares)*	0,0004	0,0004

*Fonte: Tetra Mais, 2023. *Devido a maior resolução usada, o melhor fragmento consiste na unidade de um pixel (2 x 2 metros).*

Mapa 11.2-9 - Maior Fragmento.



Macrolocalização



Referências Locacionais

- Localidades
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Classe de Vegetação

- Savana Estépica Arborizada
- Savana Estépica Florestada

Outros Usos

- Usos Antrópicos
- Maior fragmento de vegetação nativa da AID

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2021/2023. Uso e Ocupação do Solo.

1:96.000
0 1 2 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria — tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Maior Fragmento de Vegetação Nativa da AID

Formato	Escala	Folha
A3	1:96.000	Única

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

B. Métricas de efeito de borda

As manchas de Savana Estépica arborizada e florestada presentes na AID atualmente não se encontram sob intenso efeito de borda. A razão Perímetro-Área do cenário atual é 110 metros por hectare, ou seja, os fragmentos são uniformes e grandes e não estão sujeitos à maior intensidade dos efeitos de borda. Com a implantação do empreendimento, passará a haver cerca de 128 metros de borda por hectare. Mas de maneira geral, as manchas de habitat possuem grandes dimensões, com muita área central. É possível observar uma moderada redução (5,2%) da área de núcleo no local do empreendimento (Quadro 11.2.1-87). Portanto, com a implantação do empreendimento, o efeito de borda se agravará moderadamente na AID. Apesar disso, o índice de forma será levemente reduzindo.

Portanto, o empreendimento, além de causar supressão de áreas centrais das manchas, aumentará a área de borda em 1 metro por hectare, que como dito anteriormente possui condições bióticas e abióticas menos favoráveis de hábitat. No entanto há que ressaltar que este aumento é considerado moderado. Além disso, na Caatinga as alterações de borda têm feitos menos drásticos que em florestas úmidas, como relatado por autores diversos (ARRUDA & EISENLOHR 2016; OLIVEIRA *et al*,2013, SAMPAIO & SCARIOT 2011, SANTOS & SANTOS 2008).

De todo modo, a fim de reduzir o efeito de borda e melhorar a qualidade de hábitat nesta paisagem uma das estratégias que pode ser utilizada é o incremento de floresta em fragmentos já existentes, mediante a reposição florestal a ser executada no âmbito do licenciamento ambiental do projeto, que pode considerar os resultados presentemente obtidos para planejamento das ações. Uma estratégia com este objetivo há que considerar que forma dos fragmentos pode influenciar processos como a imigração entre fragmentos e a colonização de plantas de médio e grande porte, e pode influenciar as estratégias de fuga de certos animais (HERMANN *et al.*, 2005). Já o tamanho é importante principalmente na quantidade de hábitat reduzida, visto que os aspectos de configuração relacionados ao tamanho do fragmento apresentam importância relativa maior na descrição das características de comunidades, como por exemplo, a comunidade de aves, onde fragmentos maiores, mais conectados e com menor quantidade de borda garantem melhores condições para principalmente algumas espécies de aves mais sensíveis ao efeito de borda, região com maiores temperaturas e maior turbulência de ventos (MARTENSEN, 2008; RIES *et al.*, 2014).

Quadro 11.2.1-87 - Métricas de efeito de borda considerando os efeitos do empreendimento na AID

MÉTRICAS	CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO COM A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
Densidade de bordas (índice)	0,00663	0,00819
Área Total do núcleo (hectares)	12820,86	12152,72
Índice de forma (índice)	1,32	1,28
Razão perímetro-área (razão)	110,20	117,30

Fonte: Tetra Mais, 2023.

C. Métrica de conectividade

O índice de proximidade pela forma como é calculado deve ser interpretado comparativamente dentro do próprio contexto do estudo. Seus valores tendem a aumentar conforme o raio de busca aumenta uma vez que novas conexões com fragmentos são encontradas. O índice também não apresenta um valor de referência ou limite, dessa forma, a tendência observada torna-se o foco da análise.

A paisagem atual da AID possui quase 89,08 de sua cobertura constituída por vegetação nativa. Mesmo no cenário futuro, com a instalação do empreendimento, a porcentagem de vegetação nativa será de cerca de 87,01%. Nesse contexto, a paisagem atualmente apresenta alta continuidade entre os pontos amostrados e assim permanecerá.

De uma forma geral, com exceção dos locais adjacentes à ADA ou dentro dela (Pontos 9, 10, 11 e 13), a proximidade entre as manchas de vegetação continuará com seu índice elevado de proximidade, ou seja, como um fragmento único. Para espécies com baixa capacidade de dispersão (raios de busca de 100 e 300 m), mesmo a baixa perda de hábitat impactará a proximidade entre as manchas de hábitat remanescentes. Na Figura 11.2.1-255, é possível observar que nos raios de busca de 100 e 300 metros, o índice de proximidade é visivelmente mais baixo. As espécies cuja capacidade de dispersão é mais alta (1000 e 2000 m), embora sofram com a ruptura da continuidade de hábitats do cenário atual, poderão percolar sobre a matriz devido sua maior capacidade de dispersão.

Entretanto, um valor baixo do índice em um raio de busca pequeno não necessariamente indica muito isolamento ou desconexão, mas pode ser uma consequência da proximidade de grandes fragmentos adjacentes. Ao aumentar o raio de busca, a métrica passa a considerar mais fragmentos paisagem, aumentando o índice.

Além do índice de proximidade, também foi calculado o índice de conectividade para esses pontos mais sensíveis. Esse índice indica quantifica a conectividade potencial entre manchas de um determinado tipo, considerando o número e a proximidade das manchas vizinhas.

Observa-se no gráfico Figura 11.2.1-256, por exemplo, que os pontos que estão no interior da área diretamente afetada (11 e 13) apresentam os menores índices, pois estão mais isolados, havendo apenas uma pequena área de conexão com um fragmento. É possível observar que o índice tem uma rápida elevação a partir dos 300 metros de busca, atingindo seu máximo com 1000 metros, em consonância com os resultados apresentados para o índice de proximidade.

Considerando as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) como corredores ecológicos, os resultados apresentados para os diferentes raios de dispersão demostram que as espécies com mobilidade limitada (100 e 300 metros) serão mais impactadas pela perda desses corredores, conforme pode ser visto no Mapa 11.2-10. Os principais riachos afetados que terão sua APP interrompida são: Riacho do Guaribas e os riacho sem nome 1 e 2. O riacho sem nome 2, que tem cerca de 16 ha inseridos na área de supressão será quase totalmente afetado e sua drenagem deverá ser direcionada por meio de obras civis do empreendimento. Já o Riacho do Guaribas será interrompido em um trecho cuja intervenção prevista é um acesso. Nesse local o impacto poderá ser minimizado com a criação de uma passagem de fauna.

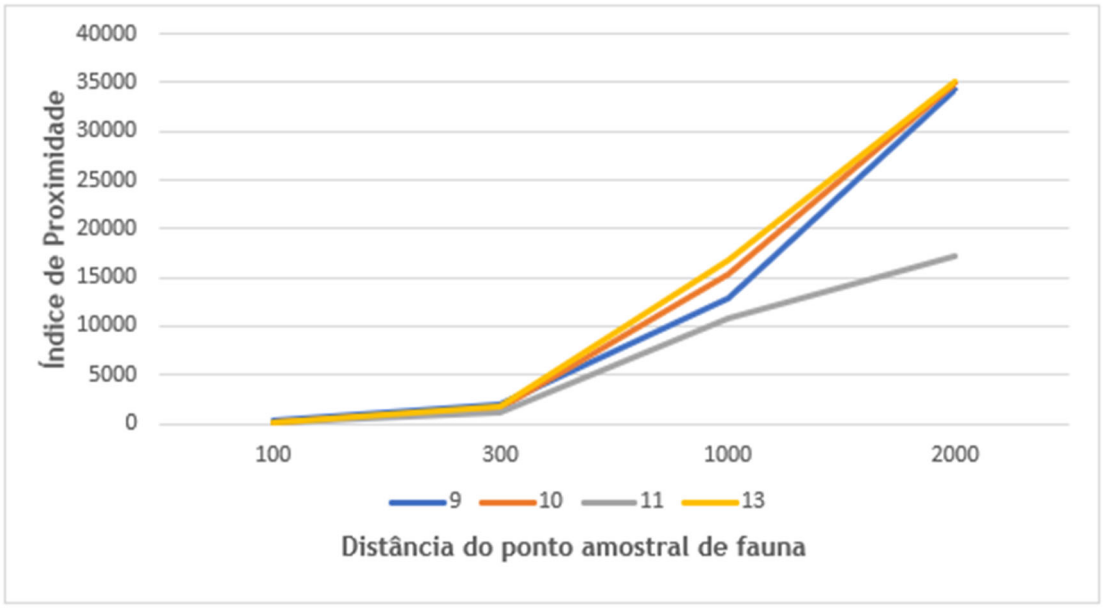


Figura 11.2.1-255 - Índice de proximidade para os pontos impactados pela perda de conectividade para cada raio de busca (100, 300, 1000 e 2000 metros).

Fonte: Tetra Mais, 2021.

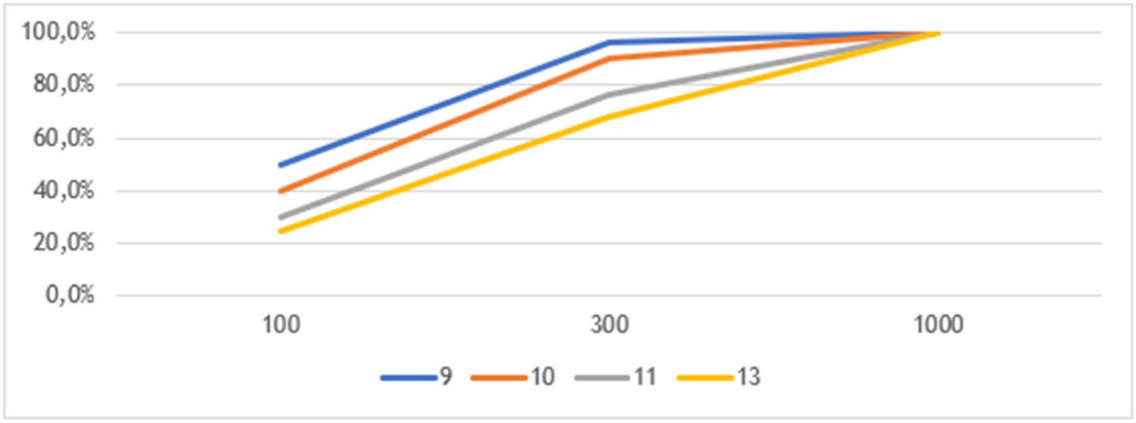
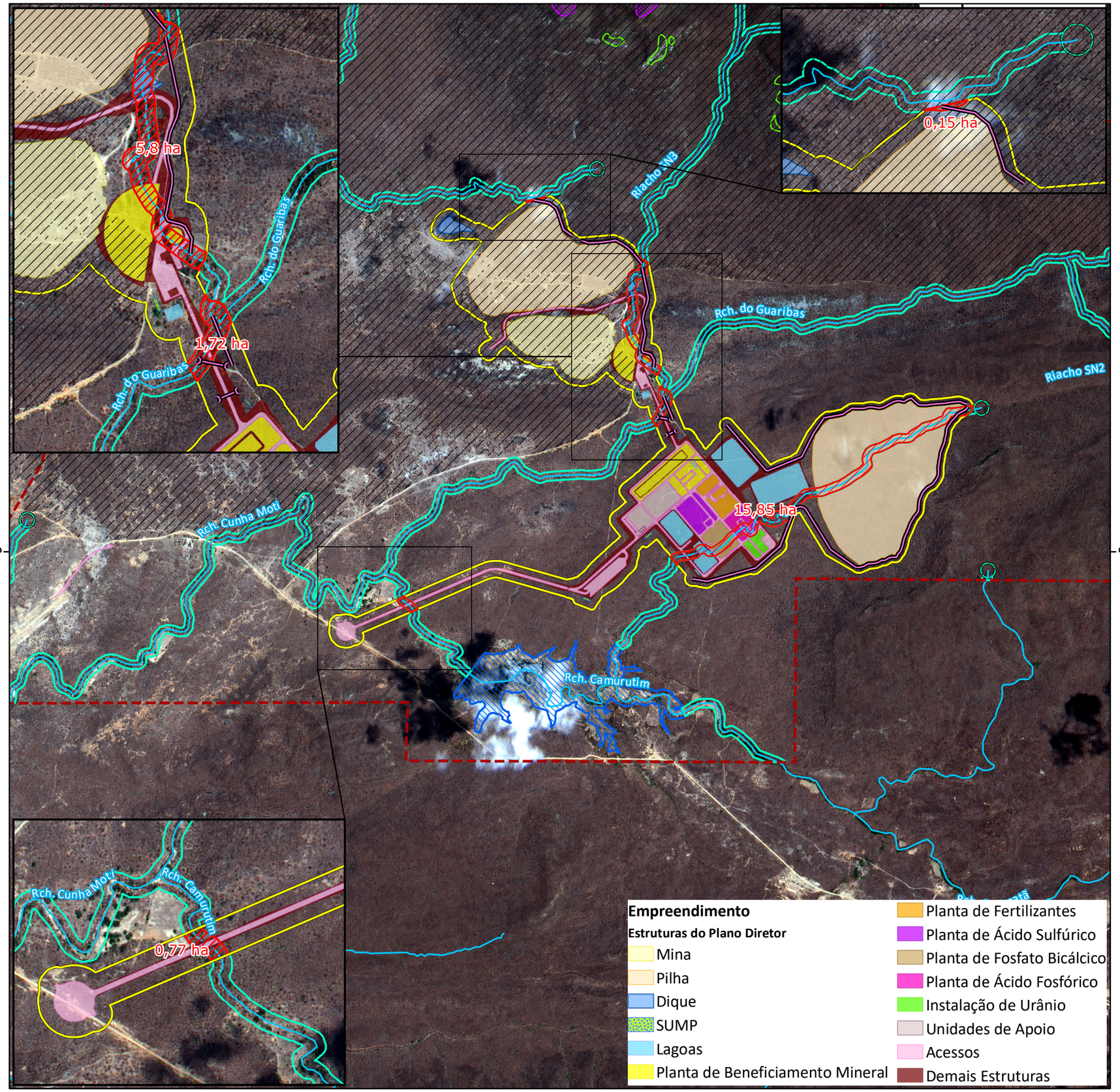


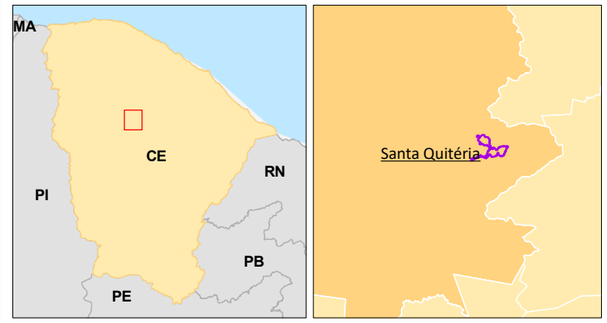
Figura 11.2.1-256 - Índice de conectância para os pontos impactados pela perda de conectividade para cada raio de busca (100, 300 e 1000 metros).

Fonte: Tetra Mais, 2023.

Mapa 11.2-10 - Interferências em APP na Área Diretamente Afetada (ADA) do projeto Santa Quitéria.



Macrolocalização



Referências Locacionais
- Localidades
- Limite Municipal

Hidrografia
- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Áreas de Influência
- Área Diretamente Afetada (ADA)

Empreendimento
- Canais Periféricos

Área de Preservação Permanente - APP
- APP de Nascente
- APP de Curso d'água
- APP de Reservatório
- APP de Topo de Morro
- APP de Encosta

Cadastro Ambiental Rural (CAR)
- Limite da Fazenda Itataia

Maior fragmento de vegetação nativa
- Maior fragmento de vegetação nativa da AID

Área de Intervenção em APP na ADA
- Área de Intervenção em APP (24,29 ha)

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.
Tetra+, 2023. Estruturas de Implantação.

1:28.000
0 0,5 1 km
Escala Gráfica
Norte do Mapa
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria — tetra+

Projeto: **Projeto Santa Quitéria**

Título: Interferências em APPs na ADA

Formato	Escala	Folha
A3	1:28.000	

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Carolina B. Dias	Carla Conde

D. Índice de diversidade da paisagem

O cenário atual apresenta 9 classes, entre tipos de uso antrópico e fitofisionomias de vegetação nativa. A diversidade da paisagem, obtida pelo índice de Shannon é igual a 2,095. O cenário futuro, com a implantação do empreendimento, considerará as classes preexistentes e o empreendimento como uma nova classe, e apresentará, portanto, 10 classes e a diversidade será 2,07, correspondendo a uma redução de menos de 1% comparada ao cenário atual.

A implantação do projeto contribuirá pouco para a homogeneização da paisagem, visto que apesar da diminuição do índice de diversidade, a paisagem permanecerá com alta proporção de vegetação nativa, contemplando as mesmas fitofisionomias identificadas atualmente.

11.2.1.5.4 Considerações finais

O cenário atual é formado por uma paisagem com alto percentual de cobertura de Savana Estépica arborizada e florestada (89,08 %). Verificou-se que a implantação do empreendimento intensificará levemente a fragmentação da Área de Influência Direta (AID), levando a uma pequena redução de área de vegetação nativa que passará a constituir 87,01% da AID. Ocorrerá aumento da densidade de manchas de vegetação nativa e de áreas de borda, bem como a fragmentação de componentes estruturais da paisagem atualmente contínuos. Espera-se ainda uma diminuição da proximidade entre os fragmentos, que ainda que pequena, favorece o isolamento das áreas próximas à Área Diretamente Afetada (ADA), principalmente para as espécies de baixa capacidade de dispersão, exemplificadas por algumas das espécies ameaçadas registradas no levantamento de dados primários de fauna do presente EIA.

Tais alterações na paisagem são facilmente atenuáveis por meio de ações de manejo da paisagem que foquem na redução do grau de isolamento e incremento da conectividade estrutural e/ou no aumento do tamanho e alterações da forma dos fragmentos remanescentes, promovendo uma redução do efeito de borda na área do projeto. Sem a adoção de tais medidas as espécies podem ser afetadas de diferentes formas pela perda de hábitat e fragmentação (METZGER, 2001; LAURANCE *et al.*, 2002). Populações podem declinar, desaparecer, estabilizar ou não nos fragmentos ou na paisagem (BERNARDO *et al.* 2012) e as populações com maior sensibilidade a fragmentação, seja por menor capacidade de dispersão e menor tamanho corporal ou de semente, serão as mais suscetíveis ao declínio populacional e processos ecológicos, devendo, portanto, serem alvo de atenção especial nos monitoramentos.

Dentre as espécies ameaçadas utilizadas na análise, *Tacinga palmadora* (Palmatória), *Xiphocolaptes falcirostris* (arapaçu-do-nordeste), *Kerodon rupestres* (Mocó) com raio de dispersão de 100 metros e; *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Amburana cearensis* (cumaru-do-Ceará) e *Penelope jacucaca* (jacu-do-nordeste) com raio de dispersão de 300 metros sofreriam diminuição e comprometimento de conectividade na paisagem da AID à medida que a supressão de vegetação na ADA agisse diminuindo a continuidade entre as áreas potenciais de hábitat. Tal impacto, além de afetar a dinâmica populacional, poderia interferir no equilíbrio dos processos ecológicos como polinização, dispersão de sementes, predação, competição, entre outros. Tais processos ecológicos podem, por sua vez, comprometer processos de regeneração florestal, pois muitas espécies atuam como dispersoras e/ou predadoras de sementes e na herbívora, afetando o recrutamento de plântulas (WRIGHT, 2003).

Neste sentido, ações de manejo da paisagem da área de estudo que foquem na redução do grau de isolamento e incremento da conectividade estrutural, promovendo a atenuação do efeito de borda nos remanescentes são mandatórias e foram consideradas no delineamento de medidas específicas acerca desta temática, conforme pode ser visto no Capítulo 11 – Planos e Programas Ambientais. Além disso, recomenda-se a atenção ao uso do espaço e área de vida no monitoramento dessas espécies com menor capacidade de dispersão nos fragmentos ao redor da ADA, em áreas de bordas mais próximas ao empreendimento e nos núcleos dos fragmentos, a fim de verificar se a sua dispersão pelo ambiente foi prejudicada.

11.2.2 Ecossistemas Aquáticos

11.2.2.1 Ictiofauna

11.2.2.1.1 Introdução

A diversidade de peixes de água doce da Região Neotropical é conhecida por ser a mais diversa de todo globo. Essa região compreende uma porção da América Central e toda América do Sul e sua alta diversidade está atrelada aos diversos eventos vicariantes que moldaram a composição ictiofaunística da área. Um estudo publicado em 2016, revelou que cerca de 30% da diversidade de peixes de água doce encontra-se na região supracitada (REIS *et al.*, 2016). A maior parte de toda essa diversidade de peixes da Região Neotropical, encontra-se nas bacias hidrograficas brasileiras e, neste sentido, vários estudos têm tentado elencar a ictiofauna dulcícola do Brasil (REIS et al., 2016). Como exemplo dessa alta diversidade cita-se o fato que para elaboração da mais recente lista de avaliação de espécies ameaçadas (MMA 2022) foram avaliadas cerca de 3500 espécies de peixes. Em 2019, porém, um estudo resultou que apenas na região Amazônica ocorrem 2.716 espécies dulcícolas, o

que indica que o número de espécies em territórios brasileiros ainda está muito subestimado (DAGOSTA & DE PINNA, 2019).

Devido ao de grande extensão e à estratificação de suas bacias hidrográficas, as pesquisas no Brasil foram por muito tempo consideradas heterogêneas. Isso acontecia porque grande parte dos pesquisadores de peixes de água doce concentravam-se em determinadas regiões do país, como Sul e Sudeste, o que resultava em um baixo esforço científico aplicado à região Nordeste. Além disso, a região Nordeste foi por muito tempo tratada como pobre em diversidade, devido ao caráter intermitente da maioria de seus rios, que secam durante parte do ano, e só tornam a encher quando chove (ROSA & MENEZES, 1996; LANGEANI et al. 2009).

Nos últimos quinze anos, porém, as pesquisas de inventário de peixes das bacias da região Nordeste têm se intensificado bastante, gerando conhecimento sobre a distribuição dos grupos de peixes de água doce (e.g., SILVA et al., 2014; RAMOS et al., 2014; PAIVA et al., 2014; SILVA et al., 2015; RODRIGUES-FILHO et al., 2016; COSTA et al., 2017; LIMA et al., 2017; SARMENTO-SOARES et al., 2017; BARBOSA et al., 2017; TEIXEIRA et al., 2017; RAMOS et al., 2018; OLIVEIRA-SILVA et al., 2018; BERBEL-FILHO et al., 2018; MEDEIROS et al., 2019; SILVA et al., 2020; ABRANTES, Y. G. et al., 2023; GURGEL-LOURENCO, et al., 2023).

Ainda que esses estudos estejam sendo realizados no Nordeste do Brasil, existem diversas bacias consideradas como subamostradas, das quais não se têm listas de espécies, e se desconhece delas, portanto, a indicação de táxons endêmicos, invasores ou de áreas importantes para a conservação (LANGEANI *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2019).

ABELL *et al.* (2008) propuseram a divisão dos sistemas hídricos de água doce do globo em ecorregiões, e neste estudo, o Nordeste brasileiro foi dividido biogeograficamente em cinco ecorregiões: Estuário da Bacia Amazônica e drenagens costeiras (ecorregião 323), Parnaíba (325), Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (326), São Francisco (327) e Nordeste Mata Atlântica (328; ABELL *et al.*, 2008). A ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (CNDC) encontra-se inserida em uma área onde predomina o bioma Caatinga e o clima semiárido em sua maior extensão. Essa região compreende as bacias hidrográficas que ficam entre os rios São Francisco e Parnaíba (LANGEANI *et al.*, 2009; BERBEL- FILHO *et al.*, 2018). Essa ecorregião, que também foi considerada por muito tempo com baixa diversidade de peixes dulcícolas, totalizou 119 espécies de peixes de água no último levantamento da ictiofauna, com um endemismo de 28% (BERBEL-FILHO *et al.* 2018).

Quanto ao bioma como um todo, a Caatinga cobre cerca de 850.000 km2 e representa aproximadamente 11% do território brasileiro (ANDRADE-LIMA, 1981) e 70% da região

Nordeste, e pode ser encontrada nos estados do Piauí, Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (CASTELLETTI *et al.*, 2005). O clima semiárido é característico dessa ecorregião, e de acordo com a sistemática de Köppen, essa região se encontra sob o domínio do tipo climático BSsh', muito quente e com estação chuvosa curta no inverno (ANDRADE-LIMA, 1981). Este tipo climático está atrelado a fatores como a alta evapotranspiração, baixa precipitação e impermeabilidade do subsolo cristalino, o que resulta em uma rede hidrográfica menos extensa como principal característica hídrica da região, e consequentemente, na intermitência dos seus rios, conhecidos por ficarem longos períodos com pouca ou quase nenhuma água (ROSA *et al.* 2003). São reconhecidas ao menos 370 espécies de peixes dulcícolas na Caatinga (LIMA *et al.*, 2017), porém estudos mais recentes, ainda não publicados, estimam que esse número pode passar de 400. A composição dessa fauna parece ser resultante de uma gama de processos históricos que reduziram sua diversidade ao longo do tempo, entre eles as transgressões marinhas e a expansão do clima semiárido, bem como os processos ecológicos resultantes dessas alterações ambientais. Além disso, impactos antrópicos que podem ter levado à exclusão de elementos autóctones assim como a inclusão de elementos alóctones (ROSA *et al.*, 2003).

A área de Influência do Projeto Santa Quitéria encontra-se completamente inserida na ecorregião CNDC, sendo drenada pela bacia do rio Acaraú, no Ceará. Esta bacia possui uma área de drenagem de 14.416 km2, ca. 10% do território do Estado. A nascente desse rio fica na Serra das Matas, nos municípios de Mosenhor Tabosa e Tamboril, percorrendo ca. 315 km no sentido Sul-Norte, desaguando no oceano Atlântico no município de Acaraú (LIMA, 2004), sendo de muita importância para o estado, pois drena 28 municípios cearenses. Sobre o conhecimento da fauna de peixes dessa bacia, foi publicado um estudo de dois grandes reservatórios na região média do rio Acaraú, e neste levantamento foram registradas 17 espécies, das quais *Cichlasoma orientale*, *Hypostomus jaguribensis*, *Leporinus cf. piau*, *Prochilodus brevis*, *Psectrogaster rhomboides*, *Steindachnerina cf. notonota* e *Triportheus signatus* são consideradas endêmicas da Caatinga (BRAGA, 2016) e três espécies introduzidas: *Oreochromis niloticus*, *Cichla monoculus* e *Plagioscion squamosissimus*. O estudo, porém, considerou apenas dois reservatórios, que são ambientes artificiais e que provavelmente não contemplam todas as espécies que ocorrem ao longo da bacia.

O levantamento da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, portanto, é importante não só como estudo prévio do empreendimento, mas também como fonte de conhecimento sobre a diversidade de peixes do Nordeste. Por serem vertebrados móveis, sensíveis às perturbações ambientais, por estarem no topo da cadeia alimentar e por apresentarem grupos de diversos níveis tróficos, os peixes são amplamente utilizados na avaliação da

qualidade da água e dos ambientes aquáticos, sendo considerados bons bioindicadores. Esse levantamento será utilizado para verificação da qualidade ambiental dos corpos aquáticos na área de influência do empreendimento e indicação ou não de elementos do grupo como ferramenta de acompanhamento dos possíveis impactos que podem ser por ele produzidos.

Assim, estudo da ictiofauna dos corpos d'água da área do projeto de Santa Quitéria visa compilar informações sobre a diversidade de peixes da região que vai sofrer influência do empreendimento, buscando minimizar os efeitos negativos e eventuais impactos sobre as comunidades biológicas aquáticas.

11.2.2.1.2 Metodologia

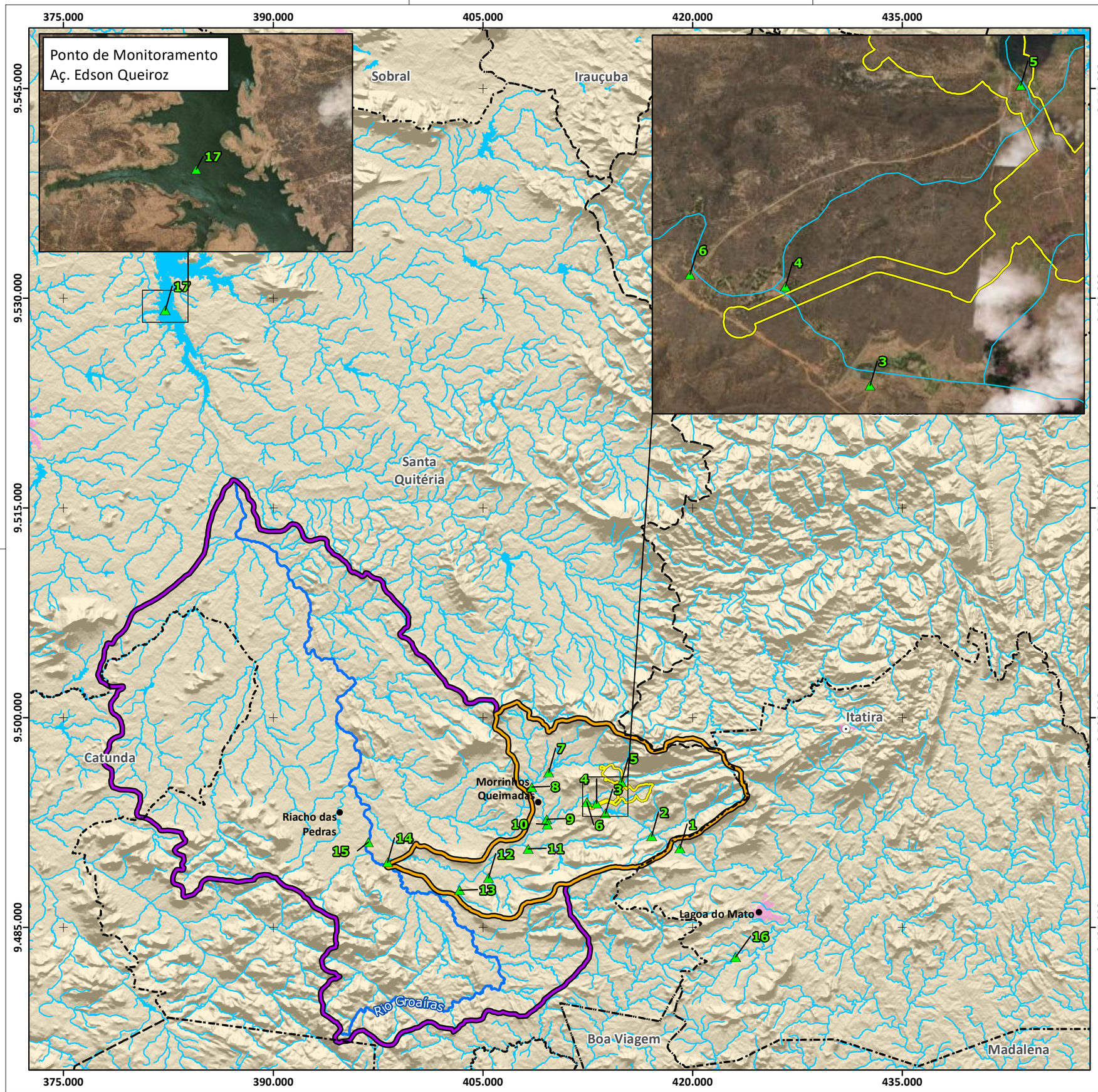
A. Levantamento de ictiofauna – Dados Secundários

Para o levantamento dos dados secundários sobre a ictiofauna da área de influência do Projeto Santa Quitéria foram levantados dados das bacias hidrográficas dos rios Acaraú e Jaguaribe, que drenam a área de influência do projeto. Os dados foram levantados a partir de consulta a bibliografia especializada, publicada em artigos científicos, livros e literatura cinza (teses, dissertações e monografias), procurando sempre fontes confiáveis, obtidas a partir de estudos de autores experientes, evitando possíveis erros de identificação das espécies. Ademais foram utilizados os registros de espécimes depositados na Coleção Ictiológica da Universidade Federal da Paraíba (CIUFPB), principal coleção de peixes de água doce da região nordeste.

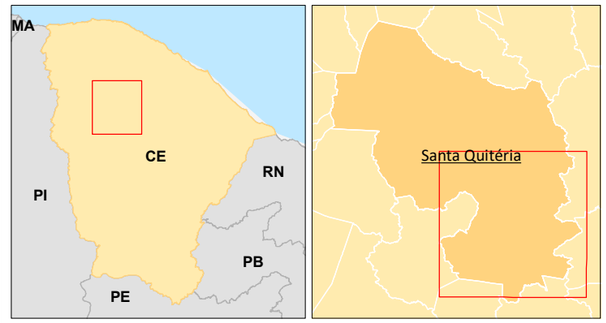
B. Levantamento de ictiofauna – Dados Primários

A coleta de dados primários para o levantamento da ictiofauna na área de influência do Projeto Santa Quitéria foi realizada através de coletas em campo com uso de técnicas de captura ativa (peneiras, arrasto e tarrafas) e passiva (redes de emalhar). As coletas foram realizadas em 17 pontos de amostragens em três campanhas (Mapa 11.2-11 a Figura 11.2.2-17): (1) estação seca 2020 (27 de outubro a 4 de novembro), (2) estação chuvosa 2021 (entre 14 e 19 de fevereiro), (3) uma nova campanha na estação chuvosa de 2023 (entre 23 de abril e 2 de maio, conforme solicitação do Parecer Técnico nº 148/Comip/CGTef/Dilic (SEI nº 14359621). Os pontos amostrais estão listados no Quadro 11.2.2-1 e apresentados na Mapa 11.2-11. As amostragens foram executadas de acordo com as especificações do Plano de Trabalho aprovado pelo IBAMA.

Mapa 11.2-11 - Mapa com os pontos de amostragens da Ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria, CE.



Macrolocalização



Referência Locacional

- Sede Municipal
- Localidades
- Limite Municipal
- Áreas Urbanizadas/Edificadas

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Pontos de Amostragem

- Pontos de Amostragem da Ictiofauna

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.

0 2 4 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Pontos de Amostragem da Ictiofauna
Novembro/2020 (1ªC) a Abril/2023 (3ªC)

Formato	Escala	Folha
A3	1:275.000	Única

Data	Localização
31/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Clareana S M Soto	Cristina Poggiali Almeida

Quadro 11.2.2-1 - Lista de pontos de amostragens da ictiofauna da área de influência com suas respectivas coordenadas do Projeto de Santa Quitéria, CE.

PONTO	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		DESCRIÇÃO
	X	Y	
SQ01	419138	9490713	Poça na estrada entre os povoados de Lagoa do Mato e Itataia, bacia do Rio Jaguaribe, Itatira – CE (Figura 11.2.2-1).
SQ02	417102	9491570	Riacho Quati, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-2).
SQ03	413810	9493193	Açude Quixaba, bacia do rio Acaraú, pov. Itataia, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-3).
SQ04	413810	9493193	Rio Curimatã, jusante do Açude Quixaba, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-4).
SQ05	414937	9495436	Riacho Guaribas, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-5).
SQ06	412464	9494023	Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-6).
SQ07	409742	9496133	Açude Morrinhos, bacia do Rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-7).
SQ08	408536	9495093	Riacho Bitu, bacia do rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-8).
SQ09	409612	9492791	Riacho dos Caibos, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-9).
SQ10	409660	9492419	Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-10).
SQ11	408284	9490654	Riacho Tapera, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-11).
SQ12	405440	9488594	Riacho Mulungu, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-12).
SQ13	403369	9487703	Riacho Corrente, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-13).
SQ14	398212	9489717	Afluente do Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-14).
SQ15	396853	9491153	Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Fazenda Sapucaia, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-15).
SQ16	4678124	4678124	Açude Laís, bacia do Rio Jaguaribe, distrito de Lagoa do Mato, Itatira – CE (Figura 11.2.2-16).

PONTO	UTM 24M (DATUM SIRGAS 2000)		DESCRIÇÃO
	X	Y	
SQ17	4259228	40060918	Açude Edson Queiroz, Santa Quitéria – CE (Figura 11.2.2-17).

Foram realizadas três campanhas para o levantamento da ictiofauna dos corpos d'água sobre influência do Projeto Santa Quitéria, sendo uma no período seco e duas no período chuvoso. A primeira campanha foi a de seca realizado entre os dias 27 de outubro a 4 de novembro de 2020, a segunda representando o período chuvoso foi realizada entre os dias 14 e 19 de fevereiro 2021. Nesta campanha do período chuvoso, as chuvas da região não foram suficientes para encher os corpos d'água da região, sendo assim não foi possível uma amostragem representativa de um período chuvoso. Assim, entre os dias 23 de abril a 2 de maio de 2023 foi realizada uma nova campanha complementar representando o período chuvoso, denominada C3.

Figura 11.2.2-1 - Poça na estrada entre os povoados de Lagoa do Mato e Itataia, bacia do Rio Jaguaribe, Itatira - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-2 - Riacho Quati, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-3 - Açude Quixaba, bacia do rio Acaraú, pov. Itataia, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*****.**

Figura 11.2.2-4 - Rio Curimatã, jusante do Açude Quixaba, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*****.**

Figura 11.2.2-5 - Riacho Guaribas, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-6 - Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-7 - Açude Morrinhos, bacia do Rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-8 - Riacho Bitu, bacia do rio Acaraú, prox. ao assentamento Morrinhos, Santa Quitéria – CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-9 - Riacho dos Caibos, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-10 - Rio Cunha Moti, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-11 - Riacho Tapera, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-12 - Riacho Mulungu, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-13 - Riacho Corrente, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-14 - Afluente do Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*.**

Figura 11.2.2-15 - Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Fazenda Sapucaia, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*****.**

Figura 11.2.2-16 - Açude Laís, bacia do Rio Jaguaribe, distrito de Lagoa do Mato, Itatira - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa ***Fonte: Telton Ramos*****.**

Figura 11.2.2-17 - Açude Edson Queiroz, Santa Quitéria - CE. A=Seca; B=1º Chuvosa; C=2º Chuvosa
Fonte: Telton Ramos.

Para coleta de peixes nos corpos d'água da área de influência do Projeto Santa Quitéria foram utilizadas redes de arrastos manuais (rede de arrasto de 5 m de comprimento e com malha de 5 mm e de 10 m de comprimento com malha de 10 mm; Figura 11.2.2-18); tarrafa (2 m de altura com malha de 15 mm; Figura 11.2.2-19); redes de espera 10 m de comprimento com malha de 30 mm (Figura 11.2.2-20); peneira (70 x 50 cm de largura, malhas de 1 mm; Figura 11.2.2-21).

As coletas foram padronizadas em cada ponto amostrado, executadas em dois arrastos, dez peneiradas e seis tarrafadas, com o objetivo de quantificar e comparar as amostras e os pontos de amostragens. As redes de emalhar foram colocadas ao anoitecer e retiradas ao amanhecer, quando possível. Estes diferentes apetrechos foram utilizados em cada ponto de amostragem levando em consideração as características dos corpos d'água como, largura, profundidade, tipo de fundo (substrato) e formação de micro-habitats.

Os peixes coletados foram identificados em campo, quando possível, e devolvidos aos corpos d'água (geralmente exemplares grandes). Alguns indivíduos foram coletados e preparados como material testemunho, sob autorização de coleta (ABIO Nº 1488/2023). Estes indivíduos foram anestesiados com Eugenol (óleo de cravo) em solução alcoólica e depois fixados em formalina a 10% (LUCENA *et al.*, 2013), seguindo o disposto na Resolução CFB n^0 301 de 8 de dezembro de 2012. Alguns exemplares foram fotografados com o objetivo de se obter registros da coloração natural. Os indivíduos coletados foram tratados de acordo com as normas de curadoria científica, com fixação em formol durante um período mínimo de 8 dias, e transferência para uma solução alcoólica a 70 °GL, na triagem por lotes de espécimes e na etiquetagem individual de cada lote (MALABARBA & REIS, 1987).

Figura 11.2.2-18 - Uso do arrasto 10 m, açude Edson Queiroz, Santa Quitéria – CE

Fonte: Julia Falkenberg.

Figura 11.2.2-19 - Uso de Tarrafa, açude Quixaba, bacia do rio Acaraú, Santa Quitéria – CE

Fonte: Silvia Costa.

Figura 11.2.2-20 - Rede de Espera, Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE

Fonte: Silvia Costa.

Figura 11.2.2-21 - Uso da Puçá, afluente do Rio Groaíras, bacia do Rio Acaraú, Santa Quitéria - CE

Fonte: Telton Ramos.

Como informado no Plano de trabalho que subsidiou a ABIO no 1488/2023, a campanha da estação chuvosa a ADA e AID foram vistoriadas em busca de poças temporárias para amostragem dos peixes da família Rivulidae. Foram encontradas, ao longo da ADA e da AID, nove poças temporárias (ambientes que secam completamente no período de estiagem) (Figura 11.2.2-22 a Figura 11.2.2-30). Os peixes da família Rivulidae são conhecidos popularmente como “peixes das nuvens” ou “peixes anuais” porque colocam seus ovos no fundo de poças temporárias quando essas secam. Estes ovos são resistentes e ficam em estado de latência até as chuvas seguintes, quando as poças voltam a encher. Quando eclodem, estabelecem novamente as populações do grupo naquele ambiente. Portanto, o melhor período para amostragem desse grupo de peixes é no período chuvoso. Os rivulídeos são o grupo de peixes mais ameaçado de todo o Brasil.

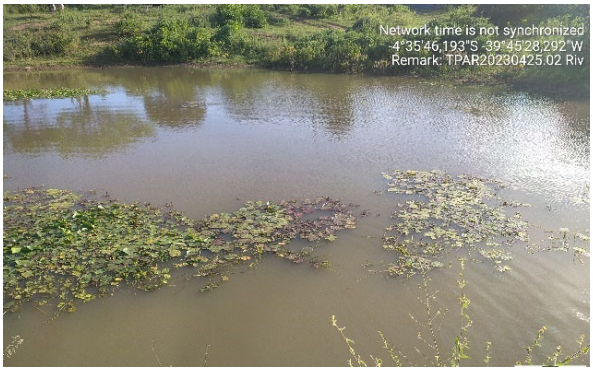


Figura 11.2.2-22 - Poça Temporária I, Santa Quitéria - CE

Fonte: Telton Ramos.

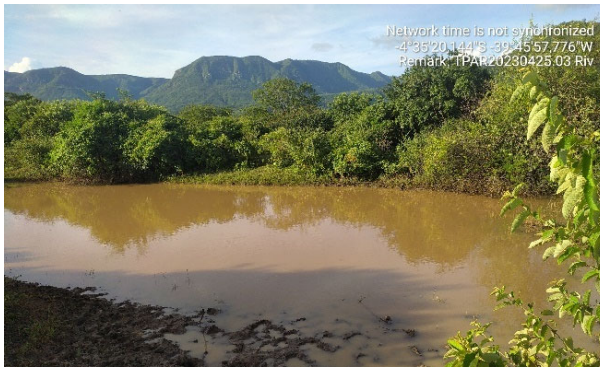


Figura 11.2.2-23 - Poça Temporária II, Santa Quitéria - CE

Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-24 - Poça Temporária III, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-25 - Poça Temporária IV, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-26 - Poça Temporária V, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-27 - Poça Temporária VI, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-28 - Poça Temporária VII, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-29 - Poça Temporária VIII, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

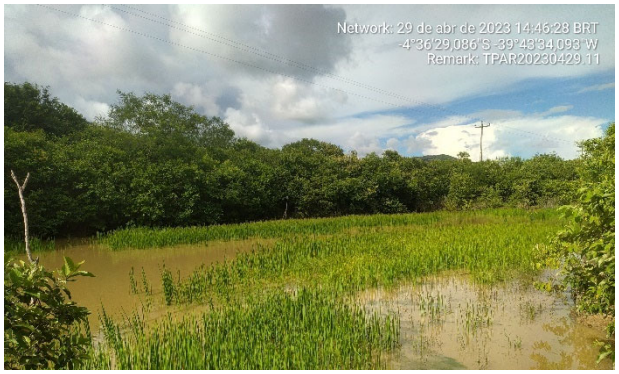


Figura 11.2.2-30 - Poça Temporária IX, Santa Quitéria - CE
Fonte: Telton Ramos.

No momento das coletas, registramos em fichas de campo informações sobre todos os pontos de amostragem para caracterização do ambiente: tipo de vegetação, quantidade, tamanho do corpo d'água, assim como informações dos ribeirinhos sobre a ictiofauna do ambiente.

C. Análise de Dados

Para indicação da qualidade ambiental dos corpos d'águas que drenam a área do Projeto Santa Quitéria foram utilizadas algumas características dos peixes amostrados, através de uma adaptação do Índice de Integridade Biótica (IBI) de KARR (1981). Para os corpos d'água amostrados foi realizada uma adaptação do IBI de Karr para as condições dos ambientes amostrados na região de Caatinga na área do projeto. O IBI de Karr utiliza parâmetros ecológicos e biológicos dos peixes desde indivíduos até populações, comunidades e ecossistemas. Esses aspectos estão distribuídos em três categorias: 1. Composição e riqueza de espécies; 2. Composição trófica e 3. Abundância e condições dos peixes. Para o Projeto Santa Quitéria foram utilizadas a abundância das espécies e seus respectivos hábitos alimentares como indicadores das condições ambientais dos corpos d'água amostrados. O número de espécies consideradas onívoras foi usado como indicador de perturbação, conforme IBI de Karr.

Os parâmetros de riqueza e abundância foram apresentados e descritos detalhadamente de forma hierárquica. Estes atributos foram utilizados para o cálculo da diversidade taxonômica e comparados de forma unificada entre os pontos de amostragem. Para avaliar a estrutura da comunidade de espécies observadas, foram contabilizadas a riqueza e abundância, bem como calculado os índices de diversidade de Shannon-Wiener (diversidade), Pielou (equitabilidade). Para avaliar a similaridade dos pontos com relação a composição de espécies foi utilizado o índice de Jaccard, e realizado um Dendrograma de

similaridade. As análises estatísticas foram realizadas no programa R 3.5.1 (R Core Team, 2018).

Para compreender a relação entre a riqueza de espécies e o esforço amostral empregado nos pontos de amostragem, foram construídas curvas de acumulação de espécies, baseada no número de espécies registradas, por ponto de amostragem. A estimativa da riqueza de espécies foi determinada utilizando-se uma matriz de presença, por meio do estimador não paramétrico Jackknife de primeira ordem. Os resultados foram obtidos utilizando 1.000 aleatorizações no programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013).

D. Resultados e Discussão

D.1. Dados secundários

Foram levantadas 84 espécies de peixes de água doce para as bacias hidrográficas do rio Jaguaribe e Acaraú, das quais 18 são introduzidas, que drenam a área do empreendimento, portanto indicadas como sendo aquelas de potencial ocorrência na área. No entanto, este número é para todas as bacias que drenam o Ceará, ou seja, algumas dessas espécies são endêmicas de outras bacias e dificilmente seriam encontradas na região do empreendimento, como é caso de *Aspidoras carvalhoi* Nijssen & Isbrücker 1976, endêmica do rio Pacoti, *Hypostomus nudiventris* (Fowler 1941) *e Pimelodella wolfi* endêmicas da bacia do rio Choró. Para subsidiar avaliações de impactos ambientais, o conceito de espécies de potencial ocorrência atua de forma conservadora, proporcionado uma listagem ampla, que considera ocorrência de espécies ameaçadas, endêmicas e de interesse conservacionista, mesmo sem a confirmação local de sua ocorrência. Assim, sempre resulta em uma listagem numericamente superior ao quantitativo de espécies que de fato ocorrem nas áreas de estudo.

Espera-se, portanto, apenas as espécies mais amplamente distribuídas na região podem ser encontradas nos corpos d'água sob influência do Projeto Santa Quitéria. Algumas dessas espécies são as piabas *Astyanax bimaculatus* e *Psalidodon fasciatus*, a traíra, *Hoplias malabaricus* e o cará, *Cichlasoma orientale* entre outras. Ressalta-se que *Parotocinclus spirilus*, espécie ameaçada de extinção, considerada endêmica do rio Jaguaribe, no estado do Ceará (RAMOS et al. 2016), não foi registrada na amostragem com dados primários.

No levantamento realizado com dados secundários da ictiofauna das bacias dos rios Acaraú e Jaguaribe, que drenam a área do projeto Santa Quitéria foram compiladas 59 espécies de peixes de água doce distribuídas em 16 famílias e cinco ordens (Quadro 11.2.2-2). Todas as espécies elencadas no levantamento secundário foram espécies nativas. Essas espécies têm registro nas bacias dos rios Acaraú e Jaguaribe, em outras porções dos

rios, na área específica de onde será desenvolvido o Projeto Santa Quitéria, não havia registro de espécie de peixes, ou seja, o primeiro estudo foi o EIA/RIMA do Projeto.

Quadro 11.2.2-2 - Ictiofauna de água doce a partir de dados secundários levantados na região de inserção do projeto Santa Quitéria, CE.

TÁXON	NOME POPULAR	FONTE	AMEAÇA	
			IUCN	MMA
ORDEM CHARACIFORMES				
Família Anostomidae				
Leporinus piau Fowler 1941	piau	CIUFPB	LC	LC
Família Characidae				
Astyanax bimaculatus (Linnaeus 1758)	piaba	CIUFPB	LC	LC
Psalidodon fasciatus (Cuvier 1819)	piaba	CIUFPB	LC	LC
Compsura heterura Eigenmann 1915	piaba	CIUFPB	LC	LC
Hemigrammus sp.	piaba	CIUFPB	NA	NA
Hyphessobrycon piabinhas Fowler 1941	piaba	CIUFPB	DD	DD
Serrapinnus heterodon (Eigenmann 1915)	piaba	CIUFPB	LC	LC
Serrapinnus piaba (Lütken 1875)	piaba	CIUFPB	LC	LC
Família Crenuchidae				
Characidium bimaculatum Fowler 1941	-	CIUFPB	LC	LC
Família Curimatidae				
Steindachnerina notonota (Miranda Ribeiro 1937)	branquinha	CIUFPB	LC	LC
Família Erythrinidae				
Hoplias malabaricus (Bloch 1794)	traíra	CIUFPB	LC	LC
Família Prochilodontidae				
Prochilodus brevis Steindachner 1875	curimatã	CIUFPB	LC	LC
Família Triportheidae				
Triportheus signatus (Garman 1890)	sardinha	CIUFPB	LC	LC
ORDEM CICHLIFORMES				
Família Cichlidae				
Cichla ocellaris Bloch & Schneider 1801*	tucunaré	CIUFPB	LC	LC
Cichlasoma orientale Kullander 1983	cará-preto	CIUFPB	LC	LC

TÁXON	NOME POPULAR	FONTE	AMEAÇA	
			IUCN	MMA
Crenicichla brasiliensis (Bloch 1792)	Jacundá	CIUFPB	LC	LC
Oreochromis niloticus (Linnaeus 1758)*	Tilápia	CIUFPB	-	-
ORDEM CYPRINODONTIFORMES				
Família Poeciliidae				
Poecilia vivipara Bloch & Schneider 1801	barrigudinho	CIUFPB	LC	LC
Família Rivulidae				
Anablepsoides cearensis (Costa & Vono, 2009)	-	CIUFPB	CR	CR
ORDEM SILURIFORMES				
Família Callichthyidae				
Aspidoras raimundi (Steindachner 1907)	-	CIUFPB	LC	LC
Família Heptapteridae				
Pimelodella sp.	bagre	CIUFPB	LC	LC
Família Loricariidae				
Hypostomus jaguribensis (Fowler, 1915)	bascudo	CIUFPB	LC	LC
Parotocinclus cf. *cearensis* Garavello 1977	cascudinho	CIUFPB	DD	DD

São citadas as categorias de ameaça segundo listas oficiais globais (IUCN, 2022) e nacional (MMA 2022). LC= Pouco preocupante, DD = Deficiência de Dados, EN = Em perigo, CR = Criticamente ameaçada).

A ordem mais representativa foi Characiformes, com 32 espécies, 55% da ictiofauna da área. Siluriformes com 18 espécies, representando 31% cada, foi a segunda ordem com maiores números de espécies.

Em nível de família, Characidae foi a mais representativa, com 16 espécies registradas no levantamento secundário, seguida pelas famílias Loricariidae, com 11 espécies. As outras famílias foram representadas por menos de sete espécies das quais sete foram representadas com apenas uma espécie, cada (Quadro 11.2.2-3). Characidae e Loricariidae também são os grupos que geralmente apresentam maiores riqueza, tanto nas bacias hidrográficas do Nordeste, como do resto do Brasil e região Neotropical (ROSA *et al.*, 2003; BUCKUP *et al.*, 2007; REIS *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017).

Das 59 espécies registradas no levantamento secundário três estão ameaçadas de extinção *Apareiodon davisi* Fowler 1941 e *Parotocinclus spilurus* (Fowler 1941) se encontram no status Em perigo e *Anablepsoides cearensis* (Costa & Vono, 2009) como Criticamente ameaçada.

D.2. Composição Faunística

Foram realizadas três campanhas para o levantamento da ictiofauna dos corpos d'água sob influência do Projeto Santa Quitéria, sendo uma no período seco e duas no período chuvoso. A primeira campanha foi a de seca realizada entre os dias 27 de outubro a 4 de novembro de 2020, a segunda representando o período chuvoso foi realizada entre os dias 14 e 19 de fevereiro 2021. Nesta campanha do período chuvoso, as chuvas da região não foram suficientes para encher os corpos d'água da região, sendo assim não foi possível uma amostragem representativa de um período chuvoso. Entre os dias 23 de abril a 2 de maio de 2023 foi realizada uma nova campanha representando o período chuvoso.

As amostragens foram realizadas em 17 corpos d'água sob influência do Projeto Santa Quitéria, nos municípios de Santa Quitéria e Itatira, Estado do Ceará, Brasil. Os horários das amostragens concentraram-se entre 07h e 18h para coletas ativas, e 18h e 05h para coletas passivas com rede de espera. Na primeira campanha, dos 17 pontos de amostragens pré-selecionados, apenas em quatro havia água superficial que possibilitasse a coleta de peixes, os outros estavam completamente secos. Nos quatro pontos de amostragens que continham água superficial, foram registrados um total de 407 espécimes de 13 espécies, nove famílias e quatro ordens de peixes de água doce. Na segunda campanha, representativa do período chuvoso, como na primeira amostragem foi possível amostragens apenas em quatro pontos amostrais, os outros estavam completamente secos. Nestes quatro pontos de amostragens foram registrados 702 espécimes de 14 espécies, oito famílias e quatro ordens. Na terceira amostragem, a segunda do período chuvoso, dos 17 pontos de amostragens pré-selecionados, mesmo tendo chovido bastante na região no período da amostragem, sete pontos continham água superficial, mas não foram registrados peixes, seis ainda estavam secos, e em quatro foram registrados 766 espécimes, de 19 espécies, 10 famílias e quatro ordens de peixes de água doce (Quadro 11.2.2-3). Juntando as três campanhas foram 1.875 espécimes distribuídas em 22 espécies, 22 gêneros, 12 famílias e cinco ordens.

Quadro 11.2.2-3 - Lista de espécies de peixes registradas nas três campanhas de amostragem da ictiofauna a partir de dados primários levantados do projeto de Santa Quitéria, CE.

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	CAMPANHA	ÁREAS DE REGISTRO	HÁBITOS ALIMENTARES	BIOLOGIA REPRODUTIVA	ORIGEM	IUCN 2022	MMA 2022
CHARACIFORMES								
Characidae								
Astyanax bimaculatus (Linnaeus 1758)	Piaba	I, II e III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Cheirodon jaguaribensis Fowler, 1941	Piaba	III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Moenkhausia cf. *sanctaefilomenae* (Steindachner, 1907)	Piaba	III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Phenacogaster calverti (Fowler, 1941)	Piaba	III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Psalidodon fasciatus (Cuvier 1819)	Piaba	I, II e III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Serrapinnus heterodon (Eigenmann 1915)	Piaba	II e III	AII	Onívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Curimatidae								

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	CAMPANHA	ÁREAS DE REGISTRO	HÁBITOS ALIMENTARES	BIOLOGIA REPRODUTIVA	ORIGEM	IUCN 2022	MMA 2022
Steindachnerina notonota (Miranda Ribeiro 1937)	Branquinha	I, II e III	AII	Detritívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Erythrinidae								
Hoplias malabaricus (Bloch 1794)	Traíra	I, II e III	AII	Carnívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Anostomidae								
Leporinus piau Fowler 1941	Curimatã	II	AII	Detritívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Prochilodontidae								
Prochilodus brevis Steindachner 1875	Curimatã	I e III	AII	Detritívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Triportheidae								
Triportheus signatus (Garman 1890)	Sardinhas	I e III	AII	Onívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
CICHLIFORMES								
Cichlidae								
Cichla ocellaris Bloch & Schneider 1801*	Tucunaré	I e III	AII	Carnívora	Ovípara	Exótica	LC	LC

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	CAMPANHA	ÁREAS DE REGISTRO	HÁBITOS ALIMENTARES	BIOLOGIA REPRODUTIVA	ORIGEM	IUCN 2022	MMA 2022
Crenicichla brasiliensis (Bloch 1792)	Jacundá	III	AII	Carnívora	Ovípara	Nativa	LC	LC
Cichlasoma orientale Kullander 1983	Cará-preto	I, II e III	AII	Onívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Oreochromis niloticus (Linnaeus 1758)*	Tilápia	I, II e III	AID/AII	Onívora	Ovípara	Exótica	LC	LC
SILURIFORMES								
Hypostomus pusarum (Starks, 1913)	Cascudo	I, II e III	AII	Detritívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Parotocinclus cearensis Garavello 1977	Cascudinho	I, II e III	AII	Detritívora	Ovípara	Endêmica	LC	LC
Heptapteridae								
Pimelodella cf. *dorseyi* Fowler 1941	Mandi	I, II e III	AII	Onívora	Ovípara	Endêmica	-	-
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus 1766)	Cangati	II	AII	Carnívora	Ovípara	Nativa	-	-
Callichthyidae								

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	CAMPANHA	ÁREAS DE REGISTRO	HÁBITOS ALIMENTARES	BIOLOGIA REPRODUTIVA	ORIGEM	IUCN 2022	MMA 2022
Megalechis thoracata (Valenciennes, 1840)	Tamboatá	III	AII	Onívora			-	-
CYPRINODONTIFORMES								
Poeciliidae								
Poecilia vivipara Bloch & Schneider 1801	Barrigudinho	II	AID/AII	Onívora	Ovovipara	Nativa	LC	LC
Synbranchus aff. *marmoratus* Bloch, 1785	Mussum	III	AII	Carnívora	Ovípara	Nativa	LC	LC

São citadas as categorias de ameaça segundo listas oficiais global (IUCN, 2022) e Nacional (MMA, 2022).

A ordem Characiformes foi a mais representativa, com 11 espécies, representando pouco mais da metade (51%) da diversidade registradas. Em segundo lugar foi Siluriformes com cinco espécies, representando 23% do total de espécies registradas e terceiro lugar foi a ordem e Cichliformes, com quatro espécies, representando 18% da amostragem. As ordens Cyprinodontiformes e Synbranchiformes, foram representadas com apenas uma espécie cada, representando cerca de 5% da amostragem cada (Figura 11.2.2-31).

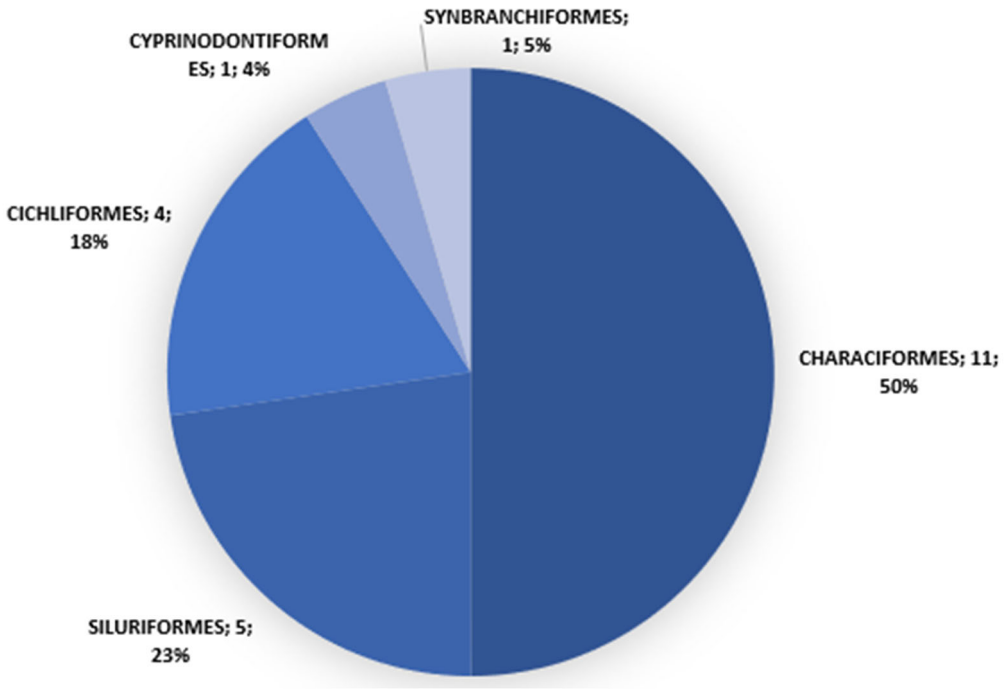


Figura 11.2.2-31 - Proporção de espécies, por ordem, registrada nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

As ordens Characiformes e Siluriformes são as mais representativas de peixes de água doce tanto no Nordeste brasileiro (RAMOS *et al.*, 2014, TEIXEIRA *et al.*, 2017, OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2018, RAMOS *et al.*, 2018, MEDEIROS *et al.*, 2019), quanto no Brasil e região Neotropical (REIS *et al.*, 2003; BUCKUP *et al.*, 2007). Em relação às famílias, Characidae foi a mais representativa com seis espécies (27%) do total registrado. Cichlidae foi segunda mais representativa, com quatro espécies registradas (18%). No entanto, das quatro espécies de Cichlidae registradas, duas são exóticas, a tilápia, *Oreochromis niloticus* e o tucunaré, *Cichla ocellaris*. Loricariidae e Heptapteridae, foram representadas por duas espécies cada (9% cada). As outras famílias foram representadas por uma espécie cada (Figura 11.2.2-32). Characidae e Loricariidae também são os grupos que geralmente apresentam maiores riqueza, tanto nas bacias hidrográficas da região Neotropical (ROSA *et al.*, 2003; BUCKUP *et al.*, 2007; REIS *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2017).

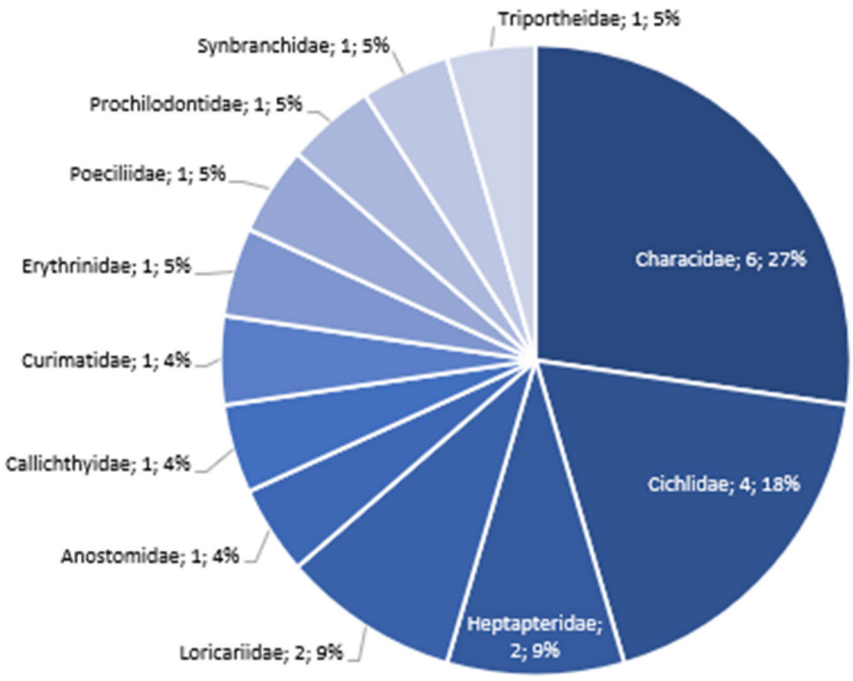


Figura 11.2.2-32 - Proporção de espécies, por família, registrada nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

Em termos de abundância, nas três campanhas, a Tilápia, *Oreochromis niloticus*, espécie introduzida sempre foi a mais abundante (Figura 11.2.2-33). Na primeira campanha, as três espécies mais abundantes nos corpos d'água da área de influência do projeto Santa Quitéria foram, a tilápia, *Oreochromis niloticus* (N=159; representando, 39% da amostra), seguida de *Astyanax bimaculatus* (N=68; 17%), e *Poecilia vivipara* (N=52; 13%). As outras espécies representaram menos de 10% do total. Juntas, as três espécies mais abundantes corresponderam a 69% dos indivíduos coletados na amostragem da estação seca.

Na segunda campanha, as mesmas três espécies foram as mais abundantes (*Oreochromis niloticus* [N=287; 42%], *Poecilia vivipara* [N=161; 24%], *Astyanax bimaculatus* [N=87; 13%]). As outras espécies representaram abaixo de 10%. Juntas, as três espécies mais abundantes corresponderam a 79% dos indivíduos coletados na amostragem da primeira estação chuvosa.

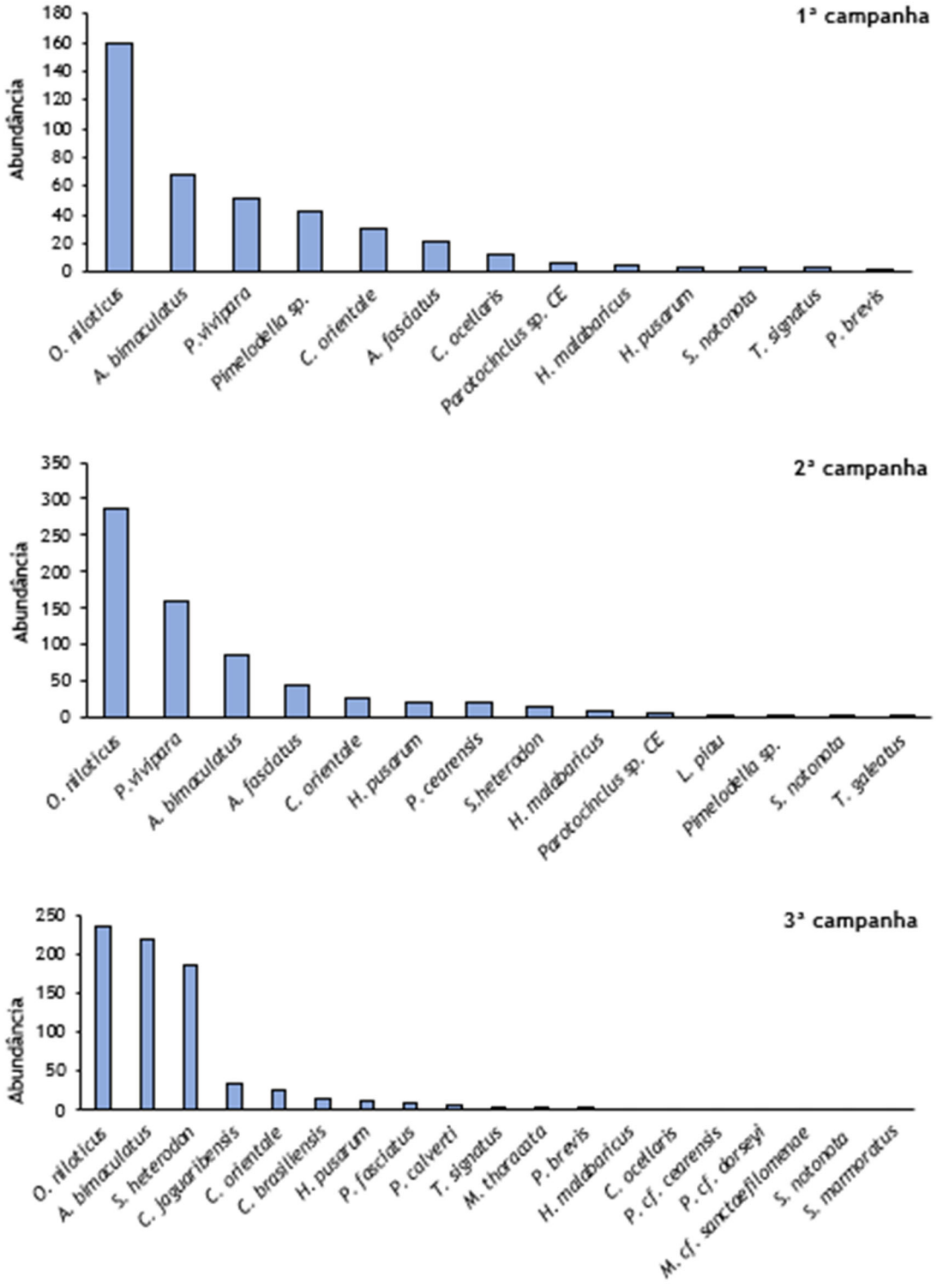


Figura 11.2.2-33 - Abundância das espécies registradas nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

Na segunda amostragem da estação chuvosa, terceira campanha, a espécie mais abundante foi novamente a tilápia, *Oreochromis niloticus*, N=234; representando cerca de 30%), seguida de *Astyanax bimaculatus* (N=219; 28%) e *Serrapinnus heterodon* (N=185; 24%).

As outras espécies representaram menos de 10% do total. Juntas, as três espécies mais abundantes corresponderam a 82% dos indivíduos coletados na amostragem da primeira estação chuvosa. A espécie menos abundante foi *Synbranchus marmoratus*, com apenas um espécime registrado, representando menos de 1% da amostragem.

Durante o período de amostragens da ictiofauna do projeto Santa Quitéria, dos 17 pontos pré-selecionados para coleta, nas duas primeiras expedições foram registrados peixes nos pontos SQ3, SQ15, SQ16 e SQ17, já na segunda amostragem não foram registrados peixes no SQ3, estava cheio de água, mas não foi registrada nenhuma espécie. Os pontos SQ15, SQ 16 e SQ17 resultaram em registros de ictiofauna nas três campanhas. No ponto SQ07, que estava seco nas outras amostragens, ocorreu um registro na terceira campanha. Em SQ03 ocorreram registros apenas na primeira e na segunda campanha.

Durante as amostragens da ictiofauna dos corpos d'água, o ponto com maior diversidade e riqueza foi o SQ17 (Figura 11.2.2-34), que é a Açude Edson Queiroz, no qual as coletas foram realizadas tanto no açude quanto na sua vazante. Neste ponto de amostragem foram registrados 14 das 22 espécies registradas no estudo. O segundo ponto com maior diversidade foi SQ15. Este é o rio Groaíras, no qual desagua toda hidrografia que drena a área do empreendimento. Neste ponto foram registradas 13 das 22 espécies de peixes presentes na área de estudo. Este ponto é um rio temporário, afluente do rio Acaraú, no qual havia bastante água no período da segunda amostragem de cheia, o que dificultou um pouco o uso dos petrechos de pesca. Já no ponto SQ16, açude da Laís, foram registradas três espécies (Quadro 11.2.2-4).

Quadro 11.2.2-4 - Número de espécimes e por unidade amostral, coletados durante as amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	SQ01	SQ02	SQ03	SQ04	SQ05	SQ06	SQ07	SQ08	SQ09	SQ10	SQ11	SQ12	SQ13	SQ14	SQ15	SQ16	SQ17	TOTAL
CHARACIFORMES																		
Characidae																		
Astyanax bimaculatus (Linnaeus 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	96	259	357
Cheirodon jaguaribensis Fowler, 1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	4	35
Moenkhausia cf. sanctaefilomenae (Steindachner, 1907)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Phenacogaster calverti (Fowler, 1941)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Psalidodon fasciatus (Cuvier 1819)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	0	16	90
Serrapinnus heterodon (Eigenmann 1915)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	201
Curimatidae																		
Steindachnerina notonota (Miranda Ribeiro 1937)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
Erythrinidae																		
Hoplias malabaricus (Bloch 1794)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	1	17

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	SQ01	SQ02	SQ03	SQ04	SQ05	SQ06	SQ07	SQ08	SQ09	SQ10	SQ11	SQ12	SQ13	SQ14	SQ15	SQ16	SQ17	TOTAL
Anostomidae																		
Leporinus piau Fowler 1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Prochilodontidae																		
Prochilodus brevis Steindachner 1875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
Triportheidae																		
Triportheus signatus (Garman 1890)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
CICHLIFORMES																		
Cichlidae																		
Cichla ocellaris Bloch & Schneider 1801*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14
Crenicichla brasiliensis (Bloch 1792)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
Cichlasoma orientale Kullander 1983	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	65	2	85
Oreochromis niloticus (Linnaeus 1758)*	0	0	338	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	288	3	680
SILURIFORMES																		
Loricariidae																		

ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIE	SQ01	SQ02	SQ03	SQ04	SQ05	SQ06	SQ07	SQ08	SQ09	SQ10	SQ11	SQ12	SQ13	SQ14	SQ15	SQ16	SQ17	TOTAL
Hypostomus pusarum (Starks, 1913)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	34	37
Parotocinclus cearensis Garavello 1977	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	35
Heptapteridae																		
Pimelodella cf. dorseyi Fowler 1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	46
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus 1766)																	1	1
Callichthyidae																		
Megalechis thoracata (Valenciennes, 1840)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
CYPRINODONTIFORMES																		
Poeciliidae																		
Poecilia vivipara Bloch & Schneider 1801	0	0	213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
SYNBRANCHIFORMES																		
Synbranchidae																		
Synbranchus aff. marmoratus Bloch, 1785	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	0	0	551	0	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	341	356	559	1858

Maria Claudia Paley Braga Filipe Martines Biazzi Cristina Poggiali Almeida Gabriel Costa Nacur Carla Conde Jackson Campo

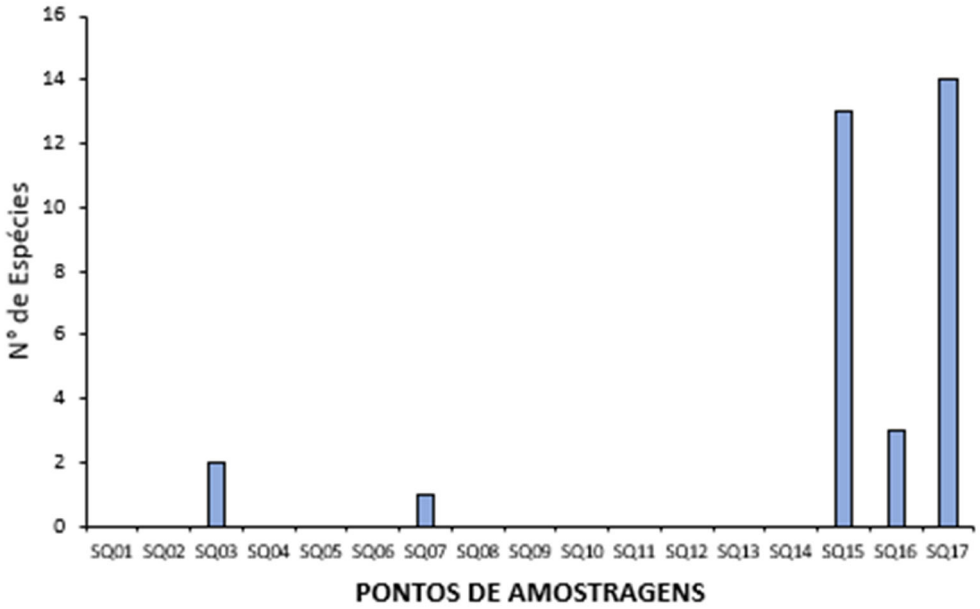


Figura 11.2.2-34 - Número de espécies da ictiofauna por ponto amostral, registrada nas três amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

Os outros pontos nos quais foram registrados peixes nesta amostragem são, SQ03, SQ07 e SQ16. O SQ07 é o Açude Morrinhos, no qual foi registrado apenas uma espécie. Este açude, segundo informações de moradores, estava completamente seco nas duas primeiras campanhas, e na terceira, encheu cerca de 15 dias antes da chegada da equipe para a segunda amostragem da chuva. Na segunda amostragem de chuva, no açude Morrinhos foi coletada uma única espécie de peixe, a Tilápia, *Oreochromis niloticus*, que segundo os moradores foi colocada pela própria população assim que o açude encheu, portanto, nenhuma espécie nativa foi registrada nesse corpo d'água. O mesmo aconteceu com o ponto, SQ03, açude Quixabá, estava completamente seco, encheu, cerca de duas semanas antes da chegada da equipe, os moradores colocaram Tilápias, no entanto, não foi registrada nenhuma espécie de peixe nesse açude na terceira campanha, mas nas duas amostragens anteriores foram registradas duas espécies. Nestes dois corpos d'água SQ03 e SQ07 assim como os pontos SQ01, SQ02, SQ08, SQ09, SQ11, SQ12 e SQ14 havia água, mas não havia espécies de peixes nativas. A área de influência do projeto Santa Quitéria, é uma região bastante seca, caracterizada pela hidrografia de rios intermitentes, ou seja, rios que no período de estiagem, secam completamente ou ficam apenas com poças nas regiões mais profundas do leito. São nessas poças e nos açudes, que a fauna de peixe se abriga durante a seca. No período chuvoso, é preciso que tenha chuva durante tempo suficiente para que a fauna de peixes nativa se estabeleça nos rios e nos açudes que secaram completamente. Durante a terceira amostragem desse estudo, realizada entre os dias 23 de abril e 2 de maio, já tinha chovido bastante e ainda estava chovendo no período da coleta, no entanto, é possível que a ausência de espécies nativas nos pontos de amostragens em que havia água

superficial, mas não foram coletados peixes, seja explicado pelo tempo de ocorrência das chuvas, ou seja, não houve tempo suficiente para que a fauna se estabelecesse.

Além dos pontos de amostragem pré-estabelecidos, conforme indicado no plano amostral que subsidiou a ABIO nº 1488/2023, foram realizadas prospecções em poças temporárias à procura de peixes da família Rivulidae, conforme consta no Termo de Referência (TR). Rivulidae é família de peixes de água doce que possui o maior número de espécies ameaçadas do Brasil. Dentro dessa família encontra-se os famosos "peixes das nuvens", que é grupo de peixes que possui um ciclo de vida exclusivo entre os vertebrados. Devido a esse ciclo de vida, a população costuma chamar esses peixes de "peixes das nuvens" ou "peixes das chuvas" por acharem que eles caem das nuvens durante as chuvas ou "peixes anuais" por aparecerem de ano em ano.

Foi investigada a presença de rivulídeos em nove poças temporárias, todas bem cheias. No entanto, pelas características das poças, como água muito barrenta, pouca ou ausência de vegetação aquática, grande quantidade de girinos, confirmada por informações de ribeirinhos, as poças tinham enchido há pouco tempo e não havia tempo suficiente para que as populações de peixes anuais se estabelecessem. Assim, não é possível afirmar se grupo de peixes realmente existe na área de empreendimento. A prospecção por rivulídeos, portanto, foi inconclusiva quanto a presença do grupo nas áreas de influência do Projeto Santa Quitéria.

D.3. Suficiência Amostral

Na amostragem da ictiofauna registrada do Projeto Santa Quitéria, CE, o número acumulado de espécies da ictiofauna em função dos pontos de amostragem, sendo analisado apenas os cinco pontos nos quais foram registrados peixes, teve uma forte tendencia a estabilização. Os estimadores de riqueza, Chao 1 e Jack 1 estimaram em 23 e 34 espécies, respectivamente, números estes superior ao registrado na amostragem. No entanto, o número observado na amostragem 22, foi bem 95.6% daquele do estimador Chao 1, 23 espécies (Figura 11.2.2-35).

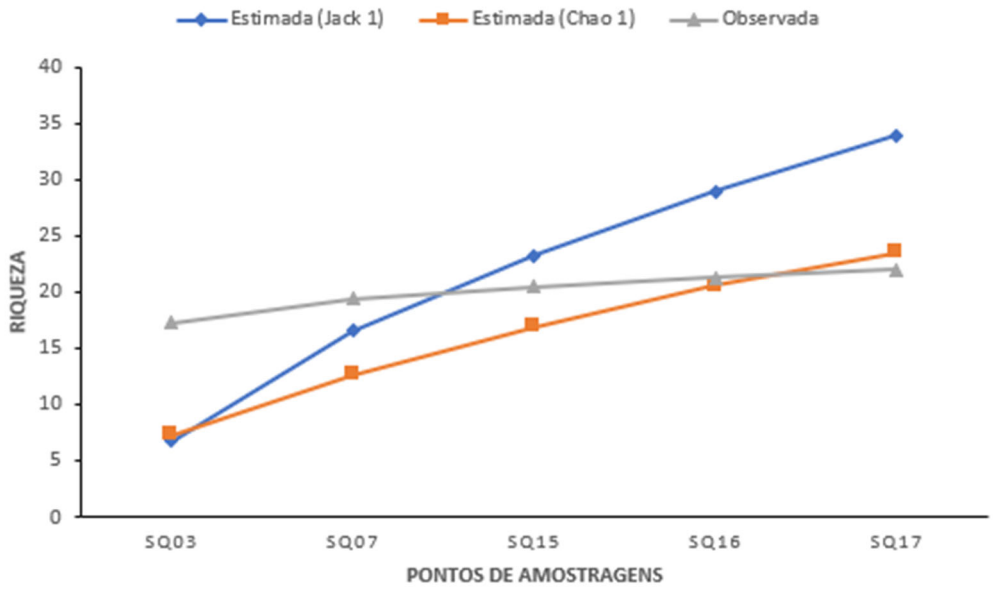


Figura 11.2.2-35 - Curva de acumulação das espécies de peixes registradas para o levantamento dos dados primários para o EIA do Projeto Santa Quitéria, CE.

D.4. Espécies ameaçadas e protegidas por legislação internacional e/ou Federal

Nas amostragens para o levantamento da ictiofauna realizada nos corpos d'água sobre influência do Projeto Santa Quitéria, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção conforme as listas nacionais e internacional de espécies da fauna ameaçada de extinção (MMA, 2022; IUCN, 2022). Destaca-se, porém, que na bacia que drena a área do Projeto Santa Quitéria, no baixo rio Acaraú, há registro de *Anablepsoides cearensis*, uma espécie de Rivulidae, não anual, considerada Criticamente Ameaçada de Extinção (CR; MMA, 2022, IUCN, 2022).

D.5. Espécies bioindicadoras, endêmicas, raras e não descritas

Nas amostragens para o levantamento da ictiofauna realizada nos corpos d'água sobre influência do Projeto Santa Quitéria não foram registradas espécies consideradas endêmicas das bacias que drenam a AID/ADA nem na AII. *Pimelodella dorseyi* é uma espécie considerada endêmica da bacia do rio Jaguaribe, cuja localidade tipo é rio Salgado, bacia do Jaguaribe, no município de Icó, Ceará. Na amostragem do ponto SQ15, foi registrado *Pimelodella cf. dorseyi*, possivelmente é a mesma espécie, cujo material está sendo analisado. No entanto, *Pimelodella dorseyi* é uma espécie relativamente comum na bacia do rio Jaguaribe, sendo avaliada como LC (menos preocupante; MMA, 2022; IUCN, 2022). Todas as outras espécies registradas na amostragem são encontradas em outras bacias do Nordeste brasileiro. Portanto, nessas amostragens não foram registradas espécies que tenham distribuição restrita à região do Projeto. *Cheirodon jaguaribensis* (AII), *Cichlasoma orientale* (AII),

Crenicichla brasiliensis (All), *Hypostomus pusarum* (All), *Leporinus piau* (All), *Parotocinclus cf. cearensis* (All), *Phenacogaster calverti* (All), *Pimelodella cf. dorseyi* (All), *Prochilodus brevis* (All), *Triportheus signatus* (All) e *Steindachnerina notonota* (All) são consideradas espécies endêmicas de bacias das ecorregiões hidrográficas do Nordeste.

Os peixes formam o grupo de animais que mais chama atenção nos ambientes aquáticos, principalmente por sua diversidade e pelo uso na alimentação humana, com isso desperta o interesse das comunidades ribeirinhas. Os peixes também apresentam sensibilidade a alterações nos ambientes aquáticos, algumas espécies são mais sensíveis, desaparecendo rapidamente logo após as primeiras alterações ambientais, já outras espécies são mais resistentes, e podem se tornar mais abundantes em ambientes impactados. Portanto, nos ambientes aquáticos os peixes são importantes bioindicadores da qualidade ambiental, principalmente devido à sua posição trófica e sensibilidade às mudanças no habitat (ARAÚJO, 1998; FLORES-LOPES & MALABARBA, 2007; GOUVEIA *et al.*, 2017). Nessa amostragem não foram registradas espécies de peixes que sejam consideradas isoladamente indicadoras da qualidade ambiental dos corpos d'água, ou seja, espécie que são sensíveis, que só sobrevivem em ambientes sem nenhum ou com poucos impactos. Mesmo assim, os parâmetros populacionais, biologia e saúde das espécies de peixes registradas podem ser usadas como bioindicadoras da qualidade dos corpos d'água amostrados. Por exemplo, a espécie mais abundante foi a tilápia (*Oreochromis niloticus*), uma espécie introduzida, bastante resistente, que prospera em ambientes degradados. Essa espécie pode ser usada como bioindicadora devido à sua capacidade de tolerar ambientes alterados. Espécies tolerantes podem ser usadas como bioindicadoras quando são encontradas em quantidade muito superior às outras espécies, como ocorreu neste estudo.

As espécies que foram registradas nas amostragens da ictiofauna nos corpos d'água sobre influência do Projeto Santa Quitéria são, no geral, espécies de peixes generalistas, ou seja, espécies que possuem hábitos alimentares e habitat diversificados, sendo assim espécies de ampla distribuição geográfica.

A adaptação do IBI de Karr para esta amostragem da ictiofauna indica que há redução na qualidade dos ambientes amostrados, devido à elevada proporção de indivíduos onívoros registrados. A maior proporção de onívoros nas amostras ocorre devido à redução da base alimentar, como redução na abundância de invertebrados, que são alimento de muitas espécies de peixes (ARAÚJO, 1998). No IBI de Karr amostras com menos de 20% de indivíduos onívoros são boas, enquanto aquelas com mais de 45% são evidência de ambientes severamente degradados. Outros indicadores utilizados no IBI de Karr são a proporção de

espécies carnívoras e insetívoras. Uma vez que são predadores de topo, a abundância relativa desse grupo de peixes em relação às onívoras indica uma comunidade saudável.

No presente estudo, a proporção de espécies onívoras foi bastante alta, média de aproximadamente 90% (Quadro 11.2.2-5). Grande parte disso se deve a espécie onívora introduzida, *Oreochromis niloticus*, que representou aproximadamente 30% da amostragem.

A proporção de espécies carnívoras como *Hoplias malabaricus* e *Synbranchus aff. marmoratus* foi intermediária, com cerca 3%, o que também leva a indicação de condições degradadas dos corpos d'água sobre influência do projeto Santa Quitéria. Assim, considera-se que os resultados indicam um quadro de elevada degradação ambiental, que pode resultar de causas antrópicas ou naturais, devido às condições proporcionadas pelo clima semiárido da Caatinga, que tem passado por severas secas nos últimos anos. Sob esta perspectiva, considera-se que as condições naturais do semiárido podem favorecer a proliferação de espécies mais generalistas e resistentes, como observado nos resultados obtidos pelo presente diagnóstico.

Quadro 11.2.2-5 - Hábito alimentar das espécies de peixes registradas nas amostragens da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, CE.

TAXON	HÁBITOS ALIMENTARES	PROPORÇÃO
CHARACIFORMES		
Characidae		
Astyanax bimaculatus	Onívora	28%
Psalidodon fasciatus	Onívora	1%
Cheirodon jaguaribensis	Onívora	4%
Moenkhausia cf. sanctaefilomenae	Onívora	0,2%
Phenacogaster calverti	Onívora	0,9%
Serrapinnus heterodon	Onívora	24%
Curimatidae		
Steindachnerina notonota	Detritívora	0,2%
Erythrinidae		
Hoplias malabaricus	Carnívora	0,2%
Prochilodontidae		
Prochilodus brevis	Detritívora	0,3%
Triportheidae		

TAXON	HÁBITOS ALIMENTARES	PROPORÇÃO
Triportheus signatus	Onívora	0,6%
CICHLIFORMES		
Cichlidae		
Cichla ocellaris	Carnívora	0,2%
Cichlasoma orientale	Onívora	3%
Crenicichla brasiliensis	Carnívora	2%
Oreochromis niloticus	Onívora	30%
SILURIFORMES		
Loricariidae		
Hypostomus pusarum	Detritívora	1%
Parotocinclus cf. *cearensis*	Detritívora	0,2%
Heptapteridae		
Pimelodella cf. *dorseyi*	Carnívora	0,2%
Callichthyidae		
Megalechis thoracata	Onívora	0,3%
SYNBRANCHIFORMES		
Synbranchidae		
Synbranchus aff. *marmoratus*	Carnívora	0,1%

D.6. Espécies cinegéticas, domésticas, invasoras e exóticas

Durante as amostragens para o levantamento da ictiofauna nos corpos d'água sob influência do Projeto Santa Quitéria duas espécies registradas são exóticas, ambas pertencentes a família Cichlidae. Estas espécies, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o tucunaré (*Cichla ocellaris*), foram introduzidas no Nordeste brasileiro na década de 1930, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Ainda hoje essas espécies são usadas, ilegalmente, para peixamentos, ou seja, repovoamento de açudes, geralmente realizados por moradores ribeirinhos como foi o caso dos açudes Quixabá e Morrinhos, amostrados nesse estudo. Ademais, esses peixamentos são realizados pela própria prefeitura, que realizam "peixamentos" com espécies que se desenvolvem mais rápido que as nativas. Esses "peixamentos" são corriqueiros, realizados nos açudes nordestinos para servir de fonte rápida de proteína para as populações (RAMOS *et al.*, 2005). No entanto, a

introdução de espécies exóticas é considerada crime ambiental, uma vez que estas podem competir e/ou predar espécies nativas, podendo levar a extinção das mesmas (RAMOS et al., 2019). As espécies exóticas são consideradas a segunda maior causa da redução da biodiversidade em todo mundo, portanto, essas espécies prejudicam a biodiversidade nativa dos ambientes aquáticos alterando o equilíbrio do ecossistema.

D.7. Comparação entre áreas, Riquezas, índices de diversidade e similaridade

Em apenas 4 dos 17 pontos de amostragem foram coletados peixes. No que diz respeito às análises de diversidade, os valores do índice de Shannon (H') mostraram que os pontos SQ15 (H'=2.016) e SQ17 (H'=1.369) foram os de maior diversidade (Quadro 11.2.2-6), enquanto no SQ07 só foi encontrada uma espécie (*Oreochromis niloticus*). A equitabilidade variou de J'= 0.52 (Ponto SQ17) a J'= 0.96 (SQ03). Este resultado pode ser interpretado pela falta de uniformidade entre os pontos e pela dominância de indivíduos de algumas espécies, no ponto SQ17 (*Astyanax bimaculatus* e *Serrapinnus heterodon*).

Quadro 11.2.2-6 - Índice de diversidade (Shannon H'), índice de equitabilidade (Pielou J').

PONTOS	DIVERSIDADE DE SHANNON	EQUITABILIDADE DE PIELOU
SQ1	0,00	0,00
SQ2	0,00	0,00
SQ3	0,67	0,96
SQ4	0,00	0,00
SQ5	0,00	0,00
SQ6	0,00	0,00
SQ7	0,00	0,00
SQ8	0,00	0,00
SQ9	0,00	0,00
SQ10	0,00	0,00
SQ11	0,00	0,00
SQ12	0,00	0,00
SQ13	0,00	0,00
SQ14	0,00	0,00
SQ15	2,02	0,79
SQ16	0,93	0,67
SQ17	1,36	0,52

Foi possível observar graficamente o agrupamento de dois pares de pontos no dendrograma de similaridade (Figura 11.2.2-36). As similaridades entre os pontos SQ15 e SQ17 foi devido a presença de cinco espécies nestes locais de amostragem (*Cheirodon jaguaribensis*, *Psalidodon fasciatus*, *Hypostomus pusarum* e *A. bimaculatus*), e o agrupamento dos pontos SQ03, SQ16 e SQ07 foi devido à presença em comum de *Oreochromis niloticus*.

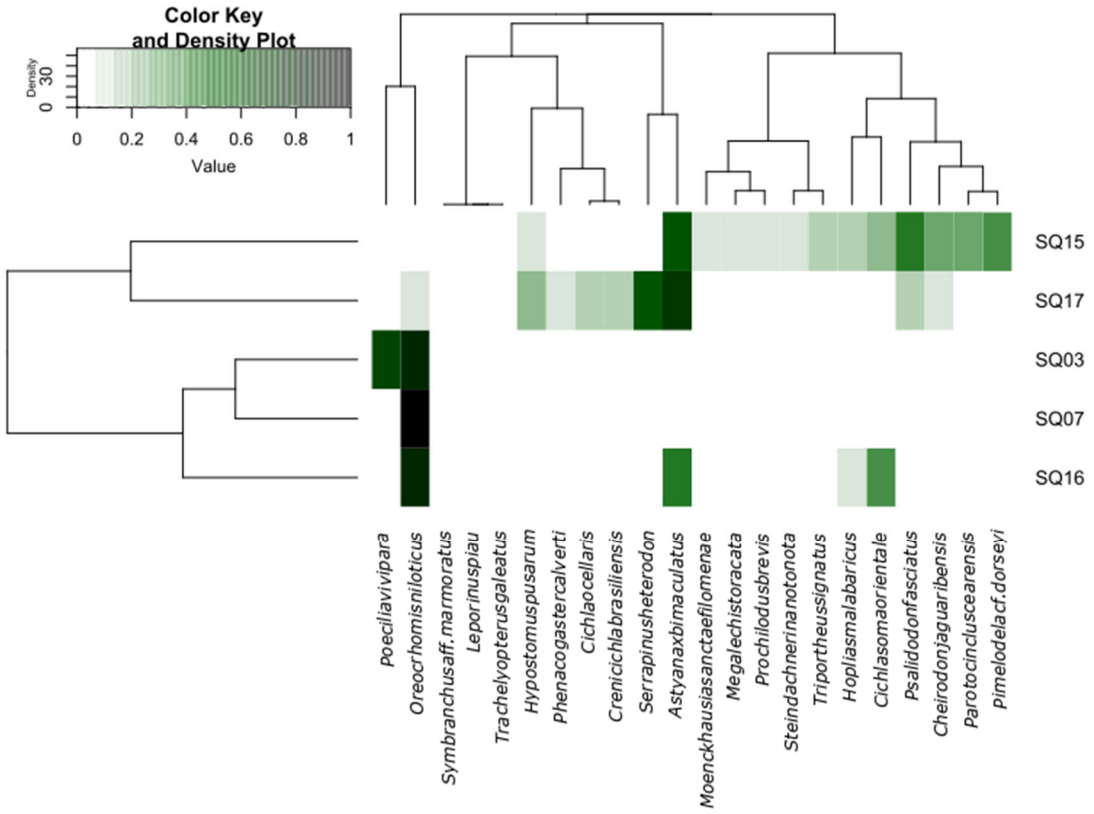


Figura 11.2.2-36 - Dendrograma de similaridade dos pontos de coleta (Coeficiente Cofenético: 0,909) obtida pelo coeficiente de similaridade de Bray-Curtis a partir dos dados obtidos durante o diagnóstico Santa Quitéria.

D.8. Relevância regional (Comparação entre dados primários e secundários)

Durante as três campanhas de levantamento da ictiofauna, foram registrados 1.185 espécimes distribuídos em 22 espécies, 21 gêneros, 12 família e cinco ordens. No levantamento realizado com uso de dados secundários foram registradas 59 espécies de peixes de água doce com potencial de ocorrência na região de influência do Projeto Santa Quitéria e 84 espécies para todas as bacias que drenam o Ceará. No inventário em campo as 22 espécies registradas, já estava entre as consideradas como de potencial ocorrência na região.

Dos 17 ecossistemas aquáticos selecionados para amostragem da ictiofauna do Projeto Santa Quitéria, 12 estão nos limites da ADA. Destes 12, apenas dois continham água superficial (Açude Quixaba e Açude Morrinhos) e apenas duas espécies de peixes foram coletadas nestes pontos. Segundo ribeirinhos da região, esses açudes passaram por vários anos secos e receberam água apenas nas chuvas do primeiro semestre de 2023. Logo após essas chuvas foram colocados, pelos próprios ribeirinhos, alevinos de "tilápia", identificada como sendo da espécie *Oreochromis niloticus*, uma espécie que já foi amplamente introduzida em muitas bacias no mundo todo. A outra espécie registrada é o "barrigudinho" ou "guaru", *Poecilia vivipara*, uma espécie nativa amplamente distribuída em várias bacias brasileiras.

Seis espécies de peixes registradas têm interesse por parte da população ribeirinha. Essas espécies são utilizadas como fonte de proteína na alimentação humana. Destas seis espécies, duas são exóticas e foram introduzidas: além da já citada "tilápia" (*Oreochromis niloticus*) tem-se ainda o "tucunaré" (*Cichla ocellaris*). Outras espécies utilizadas na alimentação são: a "curimatã", *Prochilodus brevis*, o "piau", *Leporinus piau*, "traíra", *Hoplias malabaricus* e a "sardinha", *Triportheus signatus*.

Não foram encontrados estudos de hábitos migratórios para as 22 espécies registradas durante o estudo. No entanto, há registro de migrações para os gêneros *Astyanax* e *Triportheus*, e *Prochilodus brevis* é considerada uma espécie reofílica, que precisa migrar para completar seu ciclo reprodutivo. Muitos exemplares de *Prochilodus brevis* foram observados subindo o rio Groaíras durante as chuvas da terceira campanha. Espécies de hábitos migratórios geralmente são aquelas que sobem para as porções mais altas dos rios para se reproduzirem ou se alimentarem. Essas migrações, as reprodutivas, ocorrem geralmente no período das chuvas, quando os rios estão mais barrentos e os peixes migram para se reproduzir nas áreas próximas às cabeceiras, à procura de locais propícios para desova e alimentação de suas crias.

Assim, mesmo a amostragem tendo sido realizada em apenas quatro dos 17 pontos pré-selecionados, a riqueza encontrada foi considerada significativa, totalizando 95% da ictiofauna levantada pelos dados secundários. No entanto, o período em que foram realizadas as três amostragens não permitiu a amostragem dos peixes da família Rivulidae, que vivem em poças temporárias, as quais nas duas primeiras campanhas se encontravam completamente secas e no período da última campanha as poças tinham enchido fazia pouco tempo, não tendo havido, portanto, tempo suficiente para o restabelecimento das populações, caso eles ocorram na área de influência do empreendimento. Desta forma, como destacado anteriormente, ainda não há como descartar ou confirmar a presença desses

organismos dentro das áreas de influência do projeto. Essa família reúne o grupo de peixes mais ameaçado de extinção do Brasil, com ciclo de vida bastante diferenciado dos outros grupos de peixes e por isso deve ser dada maior atenção ao grupo, sendo necessário um monitoramento mais prolongado, cerca de dois a quatro anos, para avaliar mais assertivamente sua ocorrência. Também é necessário que as amostragens sejam efetuadas de um a dois meses depois do início das chuvas.

Quatro espécies não constavam na lista de espécies com dados secundários, *Cheirodon jaguaribensis*, *Moenkhausia* cf. *sanctaefilomenae*, *Megalechis thoracata* e *Phenacogaster calverti* como também não tinham sido coletadas nas expedições anteriores do Projeto Santa Quitéria.

Os possíveis impactos que o Projeto Santa Quitéria pode trazer a ictiofauna da região estão ligados a perda de habitat caso algum corpo d'água seja aterrado, bem como a degradação de matas ciliares que servem de proteção para os ambientes aquáticos. Quanto aos corpos d'águas nos quais foram realizadas as amostragens da ictiofauna, a degradação observada nesses ambientes decorre da ação humana principalmente associada à retirada das matas ciliares, construções de barragens e introdução de espécies exóticas.

11.2.2.1.3 Considerações Finais

No levantamento da ictiofauna realizado nos corpos d'água sobre influência do Projeto Santa Quitéria, Ceará, foram registrados um total 22 espécies, 12 famílias e cinco ordens de peixes de água doce. Nesta amostragem, com dados primários, foram registradas 22 espécies de peixes, cerca 95% da ictiofauna levantada com dados secundários. Apesar do período de amostragem na ictiofauna não ter sido o período mais adequado para amostragem de peixes, porque ainda estava chovendo bastante, os peixes ainda estavam migrando, portanto, o levantamento pode não ter sido suficiente para mostrar um retrato fiel da ictiofauna de todos os pontos de amostragem sob influência do projeto. Com dados primários não foi registrada nenhuma espécie de peixe rara ou ameaçada de extinção no levantamento da ictiofauna dos corpos d'água sob influência do Projeto Santa Quitéria, Ceará. Por enquanto, em relação a família Rivulidae, o estudo foi inconclusivo quanto à sua presença.

A diversidade de peixes registrada na área corresponde àquela já conhecida de outras porções das bacias hidrográficas dos rios Acaraú e Jaguaribe, e de outras bacias do Nordeste brasileiro. As condições ambientais dos corpos aquáticos da área do Projeto Santa Quitéria são também similares àquela de outros pontos das mesmas drenagens.

O estado de degradação das matas ciliares de alguns corpos d'água avaliados é avançado, deixando as áreas marginais dos leitos de rios muito desprotegidas, suscetíveis à erosão que pode causar poluição e assoreamento desses corpos d'água. Entende-se, portanto, que a ictiofauna dos corpos d'água das áreas onde será construído o PSQ poderá sofrer impactos diretos ou indiretos, principalmente decorrentes da degradação ambiental dos corpos aquáticos relacionados à retirada da mata ciliar para construção das estruturas do projeto e acessos. Quaisquer interferências realizadas nestes ambientes necessitam de cuidados a fim de mitigar os possíveis impactos decorrentes destas alterações. Para que tais modificações sejam percebidas recomenda-se que sejam acompanhadas sazonalmente, por meio de um programa de monitoramento desta ictiofauna nas áreas de influência do empreendimento.

11.2.2.1.4 Relatório Fotográfico

Figura 11.2.2-37 - *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-38 - *Psalidodon fasciatus* (Cuvier, 1819).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-39 - *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann, 1915).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-40 - *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-41 - *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794).
Fonte: Telton Ramos.

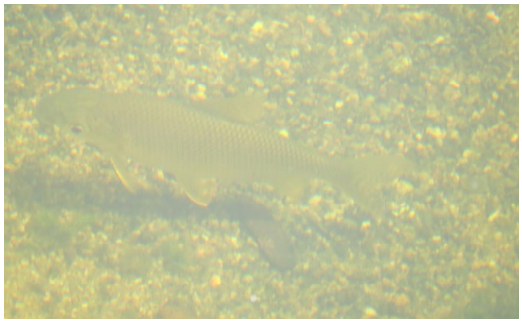


Figura 11.2.2-42 - *Prochilodus brevis* (Steindachner, 1875).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-43 - *Triportheus signatus* (Garman, 1890).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-44 - *Leporinus piau* (Fowler, 1941).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-45 - *Cichla ocellaris* (Bloch & Schneider, 1801).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-46 - *Cichlasoma orientale* (Kullander, 1983).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-47 - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-48 - *Hypostomus pusarum* (Starks, 1913).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-49 - *Parotocinclus cearensis* (Garavello, 1977).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-50 - *Parotocinclus sp.*
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-51 - *Pimelodella sp.*
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-52 - *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766).
Fonte: Telton Ramos.

Figura 11.2.2-53 - *Poecilia vivipara* (Bloch & Schneider 1801).
Fonte: Telton Ramos.

11.2.2.2 Biota Aquática

11.2.2.2.1 Considerações Metodológicas

A avaliação da biota aquática na AII do PSQ foi pautada em pesquisa a dados secundários, com foco em estudos acadêmicos e publicações disponibilizadas por órgãos ambientais e por instituições de pesquisa, tais como os trabalhos conduzidos por Chaves (2013) e Torquato (2019), dentre outros, além de resultados obtidos em quatro campanhas sazonais, realizadas nos meses de abril, junho, julho e agosto de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014).

Conforme detalhado no item 11.1.8 a AII do PSQ está inserida na sub-bacia do rio Groaíras, um dos principais afluentes da margem direita do rio Acaraú. Assim, a pesquisa de dados secundários realizada focou em levantamentos nos cursos d'água na AII, porém, dada a ausência de estudos circunscritos à essa área ampliou-se a pesquisa a outros cursos d'água privilegiando a bacia do rio Acaraú, quando possível, além de demais cursos d'água em um contexto regional.

A AID do PSQ engloba a sub-bacia do riacho do Mulungu, que recebe contribuição do riacho Cunha-Moti pela margem direita, segue seu fluxo na AID em direção ao oeste até desaguar no rio Groaíras, em sua margem direita. A ADA abrange contribuintes de pequeno porte do riacho Cunha-Moti, tais como o riacho sem denominação 2 (conhecido popularmente como riacho Lúcio), além do riacho das Guaribas, principal drenagem da ADA (vide item 11.1.8 - Hidrologia).

Os levantamentos primários da AID e ADA foram obtidos por meio de três campanhas realizadas, a primeira no período seco (09 e 12 de novembro de 2020 – 1ª Campanha [1ª C]), a segunda no período chuvoso (08 a 13 de fevereiro de 2021 – 2ª Campanha [2ª C]), sendo

realizada a terceira coleta no pico da estação chuvosa (25 a 27 de abril de 2023 – 3ª Campanha [3ª C]).

A estruturação do diagnóstico levou em consideração as exigências constantes no Termo de Referência, emitido pelo IBAMA, em 2020, que apontou a necessidade de levantamentos dos componentes das comunidades aquáticas planctônicas (fitoplâncton e zooplâncton), de invertebrados bentônicos e de macrófitas aquáticas, bem como do Plano de Trabalho aprovado por meio das Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ABIO nº 3/2020 e ABIO nº1488/2023).

A. Contexto Regional – Área de Influência Indireta (AII)

A.1. Comunidade Planctônica (Fitoplâncton e Zooplâncton)

A comunidade fitoplanctônica reúne organismos microscópicos que vivem principalmente nas camadas superficiais das águas, deslocando-se com a correnteza. Fazem parte dessa comunidade as algas e as cianobactérias, seres autotróficos primitivos, antes denominados como algas azuis. O fitoplâncton realiza fotossíntese e exerce no ambiente aquático papel similar ao das plantas no ambiente terrestre. As algas e cianobactérias assimilam nutrientes minerais disponíveis na água, em especial nitrogênio e fósforo, tendendo a apresentar maior desenvolvimento em ambientes lênticos, com alta luminosidade e enriquecidos com sais minerais.

A predominância de determinados grupos do fitoplâncton é resultado da dinâmica de interações entre as características fisiológicas dos organismos e dos fatores abióticos. Nas regiões tropicais, destacam-se a radiação subaquática e a disponibilidade de nutrientes minerais, principalmente fósforo e nitrogênio. Tais fatores exercem influência na produtividade dos organismos fitoplanctônicos, com reflexos na composição e na abundância dos demais elos da cadeia alimentar aquática, como o zooplâncton, os invertebrados bentônicos e a comunidade íctica.

Os organismos zooplanctônicos são seres microscópicos que vivem em diferentes profundidades da coluna d'água, deslocando-se com a correnteza. O zooplâncton representa a parcela heterotrófica do plâncton, sendo composto por centenas de espécies e dominado, em geral, por quatro grupos principais - protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes. Muitos desses seres, tais como alguns copépodes e cladóceros, passam seu ciclo de vida completo no plâncton (holoplâncton ou euplâncton), enquanto outros, como as larvas de insetos integrantes da comunidade bentônica, compõem temporariamente o plâncton na forma de ovos, larvas e adultos (meroplâncton ou hemiplâncton).

Não foram encontrados dados secundários de levantamentos das comunidades planctônicas nos limites da AII do PSQ, que engloba o rio Groaíras e os seus formadores, riachos do Mulungu e Cunha-Moti. Ampliando a pesquisa para a bacia do rio Acaraú nota-se ainda assim uma escassez de levantamentos regionais dessas comunidades, sendo os resultados disponíveis focados principalmente na contagem de células de cianobactérias em açudes.

Dados apresentados no relatório Anuário do Monitoramento Qualitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará (COGERH, 2018), relativos ao açude Edson Queiroz, situado a jusante da AII, demonstram elevada concentração de cianobactérias nas quatro campanhas trimestrais realizadas no ano de 2017, com variação entre 242.087 cél./mL e 408.848 cél./mL, valores que extrapolam o limite da Resolução CONAMA n.º 357/05 (50.000 cél./mL).

Ainda na bacia do Acaraú, fora dos limites da AII, Torquato (2019) fez um levantamento de dados secundários no açude Jaburu I, principal reservatório para o abastecimento de água na Serra da Ibiapaba, Ceará. Neste estudo, foram abordados os resultados concedidos pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), referentes às campanhas realizadas nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro, entre os anos de 2014 e 2017. No conjunto das amostragens foram registradas 41 espécies, de 10 classes, sendo Cyanophyceae responsável por aproximadamente 50% das espécies identificadas.

Os táxons mais frequentes foram as cianobactérias *Microcystis* sp. e *Cylindrospermopsis* sp. Foram registrados episódios de florações, com densidades acima de 200.000 cél/mL, superiores ao padrão da Resolução CONAMA n.º357/05. De acordo com o autor, a dominância das cianobactérias também foi identificada em comunidades fitoplanctônicas dos reservatórios do semiárido e, segundo Domis (2007), fatores climáticos atípicos e elevadas temperaturas favorecem esse grupo em detrimento dos demais, além do tempo de detenção hidráulica (CARDOSO, 2017).

Chaves (2013) caracterizou o fitoplâncton no reservatório de General Sampaio, que também se situa no semiárido do Ceará, na bacia do Curu, circunvizinha à bacia do Acaraú, por meio de amostragens bimestrais entre os anos de 2010 e 2011, em estações pré-estabelecidas pela COGERH. As análises foram realizadas na Universidade Federal do Ceará (UFC). No período das coletas, o fitoplâncton foi representado pelas classes Chlorophyceae, dominante no período chuvoso, e Cyanophyceae, na estação seca, sendo que as demais classes, como Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Zygnematophyceae, foram pouco abundantes ou raras. Dentre as espécies dominantes estiveram as cianobactérias *Planktothrix* sp. e *Cylindrospermopsis raciborskii*, sendo que esta última apontada como

uma das principais espécies responsáveis por florações em ecossistemas aquáticos do semiárido nordestino.

Freire (2007) apresentou uma ampla revisão bibliográfica de levantamentos limnológicos conduzidos no estado do Ceará e o autor menciona que as pesquisas desenvolvidas foram voltadas particularmente para a caracterização físico-química dos ambientes investigados, especialmente dos reservatórios, porém careceram de uma correlação com aspectos da ecologia.

O autor menciona os resultados da comunidade fitoplanctônica dos açudes Gavião e Pacoti, situados na bacia do Médio Jaguaribe, tendo como base uma coleta realizada em junho/2002. Os dados apontam a dominância de cianobactérias, especialmente de *Planktothrix agardhii* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, com 252.000 cél/mL e 9.100 cél./mL, respectivamente. Estas são espécies filamentosas consideradas potencialmente tóxicas e adaptadas às condições de mistura turbulenta. Outros grupos como as diatomáceas *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* e a clorofícea *Monoraphidium* cf. *contortum* também tiveram importância na densidade algal.

Em função da ausência de dados na AII foram consultadas adicionalmente as informações de trabalhos desenvolvidos na região do semiárido nordestino, com destaque para o Programa de Monitoramento de Qualidade da Água do Projeto de Integração do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, que abrange uma ampla malha amostral (44 reservatórios, sendo 17 açudes de maior porte e 27 reservatórios de menores dimensões). Os dados do último relatório anual disponibilizado contendo os resultados obtidos entre os anos de 2015 e 2016 (UFPE, 2017) apontam as clorofíceas e cianobactérias como os grupos que mais contribuíram para o aumento da riqueza. Foi verificada a dominância de cianobactérias, se destacando florações dos gêneros conhecidamente produtores de cianotoxinas, como *Cylindrospermopsis*, *Sphaerospermopsis* e *Microcystis*.

Na revisão bibliográfica de Freire (2007) consta apenas um estudo da comunidade zooplanctônica na bacia do rio Acaraú, realizado no açude Araras (FADURPE, 2005), que registrou uma comunidade de espécies cosmopolitas, com elevada riqueza e densidade, sobretudo de exemplares indicadores de eutrofização, tendo destaque o Cyclopoida *Thermocyclops decipiens*, os Cladocera *Ceriodaphnia cornuta* e *Diaphanosoma spinulosum* e os Rotifera *Keratella tropica* e *Brachionus calyciflorus*.

O estudo de Leitão *et al*. (2007) avaliou a estrutura da comunidade zooplanctônica dos açudes Pacajus e Gavião, na bacia do Médio Jaguaribe, em períodos hidrológicos distintos. Os autores observaram que a diversidade de espécies foi menor durante o período seco,

resultado associado ao maior grau de trofia apresentado por esses ambientes nessa época do ano. Foi observada também a dominância dos Copepoda Cyclopoida sobre os Copepoda Calanoida, especialmente devido às altas densidades de *Thermocyclops decipiens,* condição particularmente ressaltada no período de estiagem. *Diaphanosoma spinulosum* e *Ceriodaphnia cornuta* foram os mais abundantes dentre os cladóceros, enquanto *Keratella* e *Brachionus* foram dominantes no grupo de Rotifera. Espécies oportunistas tais como *T. decipiens, D. spinulosum, C. cornuta, B. calyciflorus e K. tropica* foram consideradas bioindicadoras das condições de hipereutrofia dos reservatórios.

Freire (2007) efetuou uma caracterização da comunidade zooplanctônica nos açudes Pacajus e Gavião (bacia do Médio Jaguaribe) em seis campanhas de amostragem, três no período seco: dezembro/1998, agosto/1999 e novembro/1999; e três no período chuvoso: fevereiro/1999, abril/1999 e junho/1999. O autor concluiu que a distribuição e a alternância de dominância das espécies do zooplâncton nestes açudes foram condicionadas principalmente pela variabilidade espaço-temporal dos gradientes tróficos.

A dominância de Rotifera no açude Pacajus foi um indicativo das condições hipereutróficas da maioria dos pontos amostrados. Espacialmente, os organismos desse grupo, representados principalmente por espécies dos gêneros *Brachionus e Keratella*, indicadores de ambientes enriquecidos, foram mais abundantes nos compartimentos com estado trófico superior. Comportamento similar foi observado para o Copepoda Cyclopoida *Thermocyclops decipiens,* espécie indicadora de condições eutróficas, a qual colonizou, preferencialmente, regiões com maior concentração de nutrientes.

Dados do Programa de Monitoramento de Qualidade da Água do Projeto de Integração do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, relativos aos anos de 2015 e 2016 (UFPE, 2017), evidenciam que a comunidade zooplanctônica foi dominada por Rotifera, seguido por Protozoa e Crustacea, com destaque de Cladocera. A acentuada densidade de espécies jovens de crustáceos planctônicos (náuplios de Crustacea), na maioria das bacias monitoradas, apontou uma alta taxa de predação sobre os organismos adultos das espécies envolvidas (Copepoda).

Cabe ponderar que os atributos dos eventos naturais de cheia e de seca (intensidade, duração e frequência) nos cursos d'água da AII exercem influência considerável nos padrões e modelos de sucessão ecológica. Durante a estiagem, cessa a dinâmica que rege o estabelecimento de organismos aquáticos nos rios intermitentes. A redução do escoamento superficial tende a romper a conectividade da rede hídrica regional, restringindo a presença de coleções de água aos rios perenes e aos açudes.

Com o advento das chuvas, as drenagens intermitentes tornam-se veículo direto de dejetos animais e demais compostos que permanecem concentrados no seu leito durante a estiagem. As precipitações que ocorrem sobre terrenos com elevada suscetibilidade à erosão propiciam também o aporte de sólidos e de nutrientes minerais e de insumos agrícolas eventualmente aplicados nas lavouras. A bacia do rio Acaraú recebe a contribuição de cargas e vem sendo contaminado por dejetos humanos e de animais, e por resíduos provenientes de diversas atividades (INESP, 2009), condição que tende a potencializar a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Dessa forma, os açudes tendem a se tornar os principais receptores dessa carga potencialmente poluidora. O fluxo de nutrientes minerais, especialmente de nitrogênio e de fósforo, aliado às altas temperaturas e forte insolação local propiciam o desenvolvimento de algas e de macrófitas aquáticas, com reflexos nos demais elos da biota aquática.

A.2. Invertebrados bentônicos

A fauna bentônica, isto é, que vive sob ou sobre o substrato, pode habitar a região litorânea e profunda dos corpos d'água, englobando principalmente espécies dos grupos Insecta (insetos), Annelida (anelídeos), Nematoda (vermes cilíndricos), Crustacea (crustáceos) e Mollusca (bivalves e gastrópodes). Essa comunidade compreende organismos de vários níveis tróficos, de consumidores primários a predadores de topo, que apresentam também uma ampla variedade de hábitos alimentares, incluindo membros coletores (filtradores e comedores de depósitos), raspadores, retalhadores, predadores e parasitas. Esses organismos representam importante elo na teia alimentar dos sistemas aquáticos, transferindo energia a partir de vários níveis tróficos e servindo de alimento a inúmeras espécies de peixes e aves. Sob o aspecto ecológico do meio aquático, a fauna bentônica também exerce papel preponderante na reciclagem de compostos orgânicos, participando da redistribuição do material de fundo e contribuindo para a decomposição de substâncias potencialmente poluentes.

Os organismos bentônicos são excelentes bioindicadores, pois possuem baixa mobilidade, são seletivos quanto ao habitat e, por isso, refletem através de sua presença e abundância eventuais desequilíbrios, seja pela introdução de compostos contaminantes e poluentes nos corpos d'água, seja pela alteração física do substrato ocasionada, por exemplo, pelo transporte de sólidos na área de drenagem. A utilização da comunidade bentônica permite também traçar uma avaliação temporal das alterações causadas por perturbações no meio aquático, pois, no decorrer de seu ciclo de vida, que é relativamente longo (semanas a anos), respondem continuamente às variações ambientais, exibindo ampla variedade de tolerância à poluição.

Para os invertebrados bentônicos também não foram encontrados estudos circunscritos à AII e ampliou-se a pesquisa para a bacia do rio Acaraú. Nesta bacia, Maia e Santos (2018) avaliaram os aspectos ecológicos e biogeográficos de moluscos límnicos, durante os meses de julho e agosto de 2016, em nove cursos d'água (açudes e lagoas), na cidade Acaraú.

Esse trabalho resultou na captura de 2.067 moluscos da classe Gastropoda, distribuídos em seis famílias, sete gêneros e nove espécies (*Melanoides tuberculatus, Biomphalaria straminea, Biomphalaria glabrata, Drepanotrema cimex, Streptartemon molaris, Pomacea lineata, Ferrisia* sp., *Gundlachia* sp. e *Omalonyx* sp.). Esse trabalho concluiu que a composição de espécies de moluscos nesta região é semelhante à encontrada em outros corpos de água doce lênticos no Brasil. Foi destacado o primeiro registro para o estado do Ceará de *B. glabrata* e *D. cimex*, ambos pertencentes à família Planorbidae. O tamanho dos corpos hídricos não exerceu influência significativa na comunidade de moluscos.

Dada a escassez de levantamentos na bacia do rio Acaraú foram consultadas informações de trabalhos desenvolvidos na região do semiárido nordestino, com destaque para o Programa de Monitoramento de Qualidade da Água do Projeto de Integração do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, relativo aos anos de 2009 e 2016 (UFPE, 2017), que mostrou que a comunidade bentônica nos açudes monitorados esteve representada por Platyhelminthes, Nematoda, Nemertinea, Annelida, Bivalvia, Gastropoda, Insecta – Diptera, Collembola, Coleoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Odonata, destacando-se em termos de riqueza as larvas de Diptera.

Os dados quantitativos mostraram ampla variação nas densidades nas estações, destacando-se o registro de acentuada densidade dos moluscos invasores *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda) e *Corbicula fluminea*, bem como de Annelida principalmente da subclasse Oligochaeta. Estes táxons são considerados resistentes às condições adversas, porém, grupos sensíveis como Plecoptera, Trichoptera e Ephemeroptera, quase não ocorreram ou estiveram ausentes nos ambientes estudados.

A.3. Macrófitas aquáticas

As macrófitas aquáticas representam uma importante comunidade nos ecossistemas aquáticos continentais, sendo responsáveis por significativa parcela da estocagem de matéria orgânica e de energia. Ocupam uma ampla gama de ambientes e constituem habitats para colonização de diversas comunidades de organismos, tais como perifíton e invertebrados bentônicos, o que propicia uma maior diversidade biológica no meio aquático (ESTEVES, 1998).

Dentre os principais fatores limitantes para o desenvolvimento de macrófitas, destacam-se a disponibilidade de nutrientes minerais, a velocidade de corrente, a competição intraespecífica por espaço e a ação de herbívoros. Para as plantas submersas, contribuem também a radiação subaquática e a disponibilidade de carbono (MADSEN & ADAMS, 1988). Devido ao seu ciclo de vida relativamente curto e à elevada produtividade, é comum que as macrófitas aquáticas ocupem grandes extensões, especialmente em ambientes lênticos, motivo pelo qual merecem atenção especial em reservatórios artificiais. Nesses locais, seu desenvolvimento depende de um conjunto de variáveis, como a diversidade de espécies em áreas próximas, taxas de invasão e dispersão de espécies exóticas (THOMAS & BINI, 1999). A partir dos sítios de reprodução, as macrófitas tendem a se deslocar com a correnteza e alcançar remansos, onde passam a constituir novos bancos de reprodução.

Densas populações de macrófitas, em geral, limitam a penetração de luz no ambiente subaquático. A intensa proliferação desses vegetais eleva a biomassa que, ao se decompor, acelera a liberação de fósforo e de nitrogênio, aumentando o consumo de oxigênio dissolvido, além de promover o aumento das taxas de sedimentação e colmatação dos lagos. Devido a tais características, ao crescerem excessivamente, as macrófitas podem infestar ocupando grande extensão do espelho d'água, com comprometimento da qualidade da água e de seus usos múltiplos, como abastecimento público, pesca e lazer, além de favorecer a proliferação de mosquitos transmissores de doenças e de danificar equipamentos em reservatórios de geração de energia elétrica.

Para as macrófitas aquáticas também não foram encontrados estudos circunscritos à AII e mesmo ampliando a pesquisa para a bacia do rio Acaraú não foram localizados dados disponíveis sobre essa comunidade. Em função disso foram consultadas informações de trabalhos desenvolvidos na região do semiárido nordestino, com destaque para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (ECOLOGY *et al.*, 2004).

De acordo com o EIA, tanto na bacia do São Francisco, como nas bacias receptoras, a diversidade de macrófitas aquáticas foi relativamente baixa. Foram identificados 13 táxons, distribuídos em 11 gêneros. Não foi relatada ocorrência de macrófitas aquáticas, no período de seca (novembro/1998), na barragem de Sobradinho e nos açudes Poço da Cruz, Boqueirão, Armando Ribeiro e Orós; e no período de chuva (junho/2004), na barragem de Itaparica, no açude Boqueirão, nos rios dos Porcos, Salgado, Apodi e Jaguaribe. A baixa diversidade de macrófitas aquáticas encontrada nesses ambientes pode estar relacionada ao período e local de coleta. A flora aquática mantém uma íntima relação com o ciclo sazonal das chuvas,

podendo aumentar rapidamente logo após o início do período chuvoso, devido ao aporte de nutrientes (ECOLOGY *et al.*, 2004).

De um modo geral, uma maior diversidade de espécies foi identificada na bacia do São Francisco, onde a presença antrópica é intensa. Os pontos mais representativos se situam na captação do eixo Norte nesse rio e no açude Posto da Cruz. As águas da bacia do São Francisco são possíveis veículos de dispersão de espécies de macrófitas aquáticas (ECOLOGY *et al.*, 2004). As espécies mais frequentes foram *Eichhornia crassipes, E. azurea e Egeria densa*. As macrófitas aquáticas identificadas que apresentam um maior potencial de infestação, podendo interferir na qualidade da água e seus múltiplos usos, foram: *Eichhornia crassipes, E. azurea, Pistia stratiotes* e *Salvinia auriculata* (ECOLOGY et al., 2004).

No relatório anual do Programa de Monitoramento de Qualidade da Água do Projeto de Integração do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, relativo aos anos de 2015 e 2016 (UFPE, 2017), essa comunidade esteve representada por um máximo de 21 espécies no conjunto das campanhas, constituindo uma baixa riqueza dada a extensão das coletas, o que foi atribuído à diminuição do nível das águas nos ambientes monitorados. Em vários pontos, foi observado o desenvolvimento de *Ceratophyllum demersum*, espécie submersa livre, concomitante ao decréscimo de *Eichhornia densa e Eichhornia crassipes*. Em função da redução no nível das águas, ponderou-se que os ambientes monitorados estão passando por um processo de sucessão de espécies, com flutuações nos padrões de riqueza e de biomassa ao longo das amostragens.

B. Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA)

B.1. Referencial metodológico

O diagnóstico da biota aquática, na AID e ADA do empreendimento, foi realizado a partir de levantamentos primários, incluindo as comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas, os invertebrados bentônicos e as macrófitas aquáticas. As campanhas de amostragem foram realizadas entre os dias 09 e 12 de novembro de 2020, no período seco, e entre 08 e 13 de fevereiro de 2021, no período chuvoso.

Como a segunda campanha foi realizada em um ano atípico em termos de pluviosidade (2021), quando choveu menos que o esperado para a região, foi realizada uma terceira campanha no pico da estação chuvosa, entre os dias 25 e 27 de abril de 2023.

As amostragens da biota aquática foram realizadas nos mesmos períodos das coletas para a avaliação da qualidade das águas e dos sedimentos, o que possibilitou a associação dos resultados. As coletas e as análises das comunidades citadas estiveram ao cargo empresa

Econsult Estudos Ambientais, laboratório acreditado segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, pela Coordenação Geral de Acreditação – CGCRE do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO.

As amostragens foram realizadas conforme o estabelecido nas Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico - ABIO nº 3/2020 (emitida em 26/10/2020 e válida até 26/10/2021) e nº 1.488/2023 (emitida em 29/03/2023 e válida até 29/03/2025).

Rede de amostragem

A malha amostral selecionada para a caracterização das comunidades aquáticas coincide com a rede de amostragem definida no diagnóstico da qualidade das águas superficiais, com exceção do ponto P11 (açude João Silva Guerra), exclusivo da avaliação da qualidade da água e dos sedimentos. Os locais de coleta foram previamente definidos em açudes e drenagens situadas no entorno das instalações do empreendimento, ou seja, abrangendo tanto ambientes classificados como lênticos quanto como lóticos, respectivamente.

Foram previstos dez pontos de coleta, denominados sequencialmente pelos números P01 a P10 (Quadro 11.2.2-7, Mapa 11.2-12), porém, a ausência de escoamento superficial nos riachos, representados pelos pontos P03, P04, P05, P06 e P07, impossibilitou a coleta de amostras nas três campanhas. Assim, em função da ausência de escoamento superficial, a tomada de amostras se restringiu aos açudes, totalizando quatro pontos de coleta (P01, P02, P09 e P10), nas duas primeiras campanhas, todos em ambientes lênticos. A ausência de escoamento superficial nos riachos no momento das coletas pode estar relacionada ao regime intermitente desses cursos d'água. A região semiárida nordestina é caracterizada pelas elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas, sendo que as médias de chuvas são baixas e com alta variabilidade no tempo e no espaço, ocorrendo elevadas taxas de evapotranspiração e déficit hídrico acentuado (ZANELLA, 2014).

O açude do riacho da Gangorra (P08) também estava seco nas duas primeiras campanhas, mas na terceira coleta (abril/2023) foi possível realizar a amostragem neste local. Os pontos amostrados coincidem com os avaliados nas quatro campanhas pretéritas realizadas no ano de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), conforme mostra o quadro a seguir.

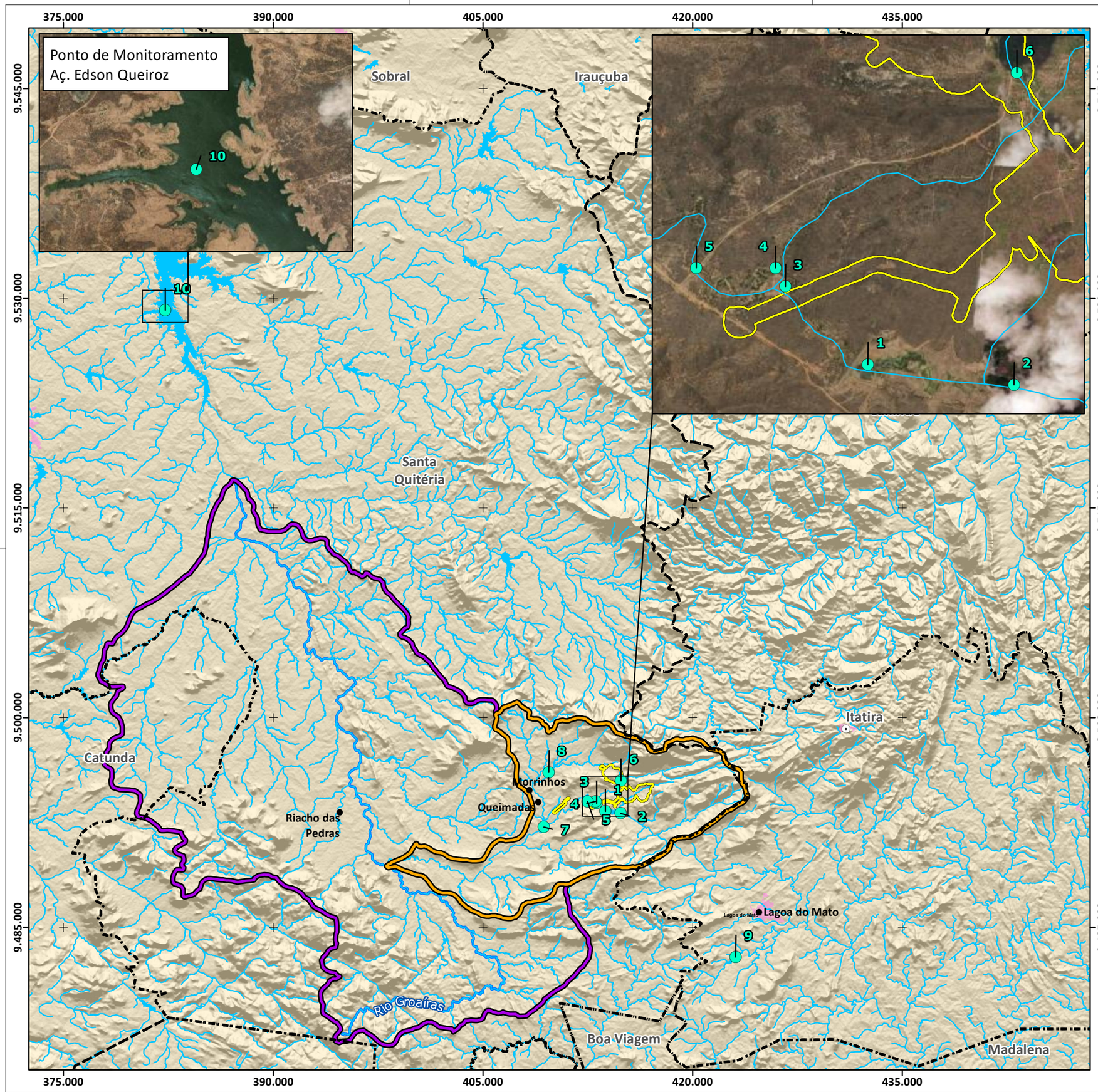
Quadro 11.2.2-7 - Rede de amostragem da biota aquática - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C)

PONTOS	CORPOS D'ÁGUA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M)						CAMPANHAS DE 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014)
			1ª C		2ª C		3ª C		
			NORTE	LESTE	NORTE	LESTE	NORTE	LESTE	
1	Açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba)	Barragem, na AID	9.493.297	413.664	9.493.278	413.649	9.493.185	413.649	x
2	Açude do riacho Camurutim	Remanso, na AID	9.493.246	414.142	9.493.246	414.142	9.493.116	414.248	x
3	Riacho Camurutim, (popularmente conhecido como riacho Curimatã)	A jusante do açude do riacho Camurutim, na AID	9.493.941	413.189	9.493.942	413.185	9.494.003	413.204	#
4	Riacho das Guaribas	A montante da foz do riacho Caramutim, na AID	9.494.072	413.101	9.494.054	413.091	9.494.113	413.135	#
5	Riacho Cunha - Moti	A jusante da confluência do riacho Guaribas, na AID	9.494.026	412.479	9.494.029	412.481	9.494.066	412.513	#
6	Riacho sem denominação 3 (conhecido popularmente como riacho Alcantil)	A montante do P04, próximo à área da mina, na AID	9.495.510	414.916	9.495.527	414.906	9.495.509	414.940	#
7	Riacho Cunha - Moti	Fazenda Tapera, na AID	9.492.212	409.366	9.492.216	409.364	9.492.253	409.395	#

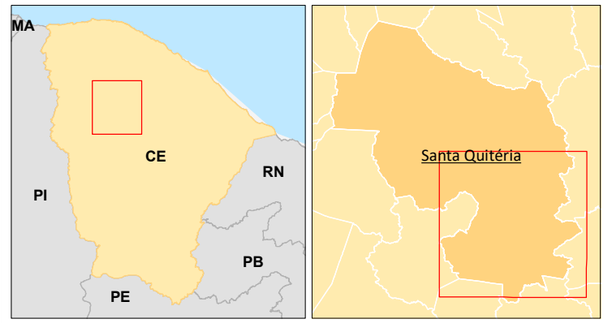
PONTOS	CORPOS D'ÁGUA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS UTM (FUSO 24M)						CAMPANHAS DE 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014)
			1ª C		2ª C		3ª C		
			NORTE	LESTE	NORTE	LESTE	NORTE	LESTE	
8	Açude do riacho da Gangorra (popularmente conhecido como açude Morrinhos)	Comunidade Morrinhos, na AID	9.496.134	409.691	9.496.138	409.689	9.496.144	409.766	x
9	Açude da Laís	Distrito de Lagoa do Mato, fora dos limites da AII	9.482.905	423.077	9.482.855	423.014	9.482.907	423.074	x
10	Açude Edson Queiroz	Próximo à comunidade rural, fora dos limites da AII	9.529.266	382.315	9.529.183	382.295	9.529.211	382.284	x

Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha # pontos secos. x pontos avaliados.

Mapa 11.2-12 - Rede de amostragem da biota aquática - PSQ - Nov/20 (1ª C) a Abr/2023 (3ª C).



Macrolocalização



Referência Locacional

- Sede Municipal
- Localidades
- Limite Municipal
- Áreas Urbanizadas/Edificadas

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)
- Área de Influência Indireta (AII)

Hidrografia

- Rio Groaíras
- Cursos d'água

Rede de Amostragem

- Pontos de Amostragem da Biota Aquática

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
IPECE, 2023. Drenagens superficiais do Estado do Ceará.

0 2 4 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

CONSÓRCIO Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Rede de Amostragem da Biota Aquática – Projeto Santa Quitéria - Novembro/20 (1ªC) a Abril/2023 (3ª C)

Formato	Escala	Folha
A3	1:275.000	Única

Data	Localização
20/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Clareana S M Soto	Cristina Poggiali Almeida

Figura 11.2.2-54 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-55 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-56 - Ponto P01 - Açude do riacho Camurutim (barragem), na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-57 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-58 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-59 - Ponto P02 - Açude do riacho Camurutim (remanso), na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-60 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-61 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-62 - Ponto P03 - Riacho Caramutim: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-63 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-64 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-65 - Ponto P04 - Riacho das Guaribas: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-66 - Ponto P05 - Riacho Cunha - Moti: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-67 - Ponto P05 - Riacho Cunha- Moti: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-68 - Ponto P05 - Riacho Cunha - Moti: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-69 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-70 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-71 - Ponto P06 - Riacho sem denominação 3: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-72 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-73 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-74 - Ponto P07 - Riacho Cunha – Moti: sem escoamento superficial, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-75 - Ponto P08 - Açude do riacho da Gangorra: sem escoamento superficial, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-76 - Ponto P08 - Açude do riacho da Gangorra: sem escoamento superficial, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-77 - P08 - Açude do riacho da Gangorra, na 3ªC (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-78 - Ponto P09 - Açude da Laís, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-79 - Ponto P09- Açude da Laís, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-80 - Ponto P09 - Açude da Laís, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Figura 11.2.2-81 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 1ª C (nov/20), período seco.

Figura 11.2.2-82 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 2ª C (fev/21), período chuvoso.

Figura 11.2.2-83 - Ponto P10: Açude Edson Queiroz, na 3ª C (abr/23), período chuvoso.

Dentre os locais amostrados apenas os açudes do riacho Camurutim (açude Quixaba) e açude do riacho da Gangorra (açude Morrinhos) se situam nos limites da AID. Os demais açudes se situam fora dos limites das áreas de influência, porém, foram inseridos na malha amostral em função de sua importância no contexto regional, conforme detalhado no Item 11.2.1.1.1. Neste diagnóstico, optou-se pela análise integrada de todos os dados primários obtidos no contexto do item da AID e ADA, tendo em vista obter um panorama integrado dos indicadores ecológicos da biota aquática das três campanhas.

Durante a primeira campanha (nov/20), o tempo se manteve predominantemente bom, sem a ocorrência de chuvas no período de 24 horas antecedentes, porém, na segunda (fev/21) e terceira campanhas (abr/23) houve registro de chuvas previamente às amostragens. A temperatura da água oscilou entre 24,9°C e 29,3°C (nov/20), entre 28,4°C e 31,8°C (fev/21) e entre 29,2°C e 31,4°C (abr/23) (Quadro 11.2.3-1).

O açude com menor profundidade foi o do riacho Camurutim (P02), com 0,4 m na campanha de fev/21, e o mais profundo foi o Edson Queiroz, sobretudo na campanha de abr/23, realizada no pico da estação chuvosa (14 m), na qual se observou um aumento na profundidade de todos os açudes, destacando-se o açude do riacho da Gangorra (P08), seco nas duas primeiras coletas, mas nesta última campanha atingiu profundidade de 1,5 m. A transparência mínima foi de 0,2 m no açude do riacho Camurutim (P02, em abr/23), com máximo de 1,7 m (açude Edson Queiroz). Conforme citado, foram realizadas vistorias nos pontos secos, sendo efetuado o registro fotográfico.

Quadro 11.2.2-8 - Registros de campo- PSQ – Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

REGISTROS DE CAMPO	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM (AÇUDE QUIXABA)						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA (AÇUDE MORRINHOS)	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
Data da Coleta	10/11/20	10/2/21	26/4/23	10/11/20	10/2/21	26/4/23	25/4/23	11/11/20	10/2/21	26/4/23	12/11/20	11/2/21	27/4/23
Hora da Coleta	10h20	09h28	09h22	12h05	10h41	11h30	11h20	8h45	13h40	16 h 10	9h30	11h10	12h00
Condição do Tempo Durante a Coleta	Bom	Nublado	Nublado	Bom	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Bom	Nublado	Bom	Bom	Chuvoso
Chuva nas Últimas 24h	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Mata Ciliar	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Temperatura da Água (ºC)	25,8	28,4	29,2	26,6	29,1	30,1	31	24,9	31,8	31,4	29,3	30,4	30,4
Profundidade (m)	1,3	0,5	3	1,1	0,4	3	1,5	1	0,6	3	4,9	12	14
Transparência (m)	0,45	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,5	0,7	0,7	1,7

*Legenda – 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha e 3C: terceira campanha. * Pontos 9 e 10, embora fora da AII foram incluídos devido a importância no contexto regional.*

C. Procedimentos de coleta e análise

A metodologia empregada para coleta, identificação e contagem da biota aquática foi norteada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2017). Foram seguidas ainda as recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB & ANA, 2011). A seguir consta o detalhamento dos procedimentos adotados em campo e em laboratório para cada uma das comunidades aquáticas avaliadas.

C.1. Fitoplâncton

Em cada ponto de coleta, foi tomada uma amostra quantitativa da comunidade fitoplanctônica na subsuperfície com uso de recipiente de metal, que foi transferida para um frasco de 250 mL. A seguir, a amostra qualitativa foi coletada na subsuperfície utilizando-se rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm, por meio de arrasto horizontal (Figura 11.2.2-84 a Figura 11.2.2-87). Adicionalmente, em função da maior profundidade do açude Edson Queiroz, na terceira campanha realizada no auge da estação chuvosa, procedeu-se a coleta de amostras na porção de fundo, com uso de garrafa de Van Dorn. Conforme citado foram seguidas as diretrizes do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB & ANA, 2011), sendo que a coleta na superfície foi realizada em até 30 centímetros da lâmina d'água, enquanto a do fundo cerca de 1 m acima do fundo de forma a não provocar a suspensão do sedimento. A profundidade total do local de amostragem foi verificada em campo, com auxílio de uma corda metrada.

Para preservação das amostras qualitativas, utilizou-se solução de formalina a 2% neutralizada com bicarbonato de sódio. Nas amostras quantitativas, adicionaram-se gotas de lugol. Os frascos de coleta foram homogeneizados, etiquetados e encaminhados ao laboratório para análise. A identificação taxonômica do fitoplâncton foi baseada em bibliografia específica para cada grupo de algas e de cianobactérias, como Bicudo & Menezes (2006), Sant'Anna et al. (2012), Round & Crawford (1990), entre outros. O processo de identificação ocorreu sempre que possível ao nível de espécie, a partir da análise populacional, utilizando microscópio invertido. Analisou-se, no mínimo, uma lâmina de cada amostra, até atingir 10 campos sem ocorrência de táxons adicionais.

A quantificação do fitoplâncton seguiu o método de sedimentação em câmaras, descrito por Utermöhl (1958). O tempo de sedimentação variou de acordo com a concentração de material na amostra e o volume analisado, adotando-se o procedimento de quantificação por campos aleatórios ou câmara inteira. O limite de contagem foi estabelecido pela enumeração de 100 indivíduos do táxon mais abundante (LUND et al. 1958). Cada célula, cenóbio, colônia ou filamento foi considerado como um indivíduo. Nas Figura 11.2.2-88 e Figura 11.2.2-89 são ilustrados alguns dos procedimentos em laboratório.

Os resultados de densidade do fitoplâncton foram expressos em organismos por mililitro (org./mL). Em atendimento a Resolução CONAMA n.º 357/05, realizou-se também a contagem de células de cianobactérias, com resultados indicados em células por mililitro (cél./mL). Os relatórios de ensaio do fitoplâncton constam no Anexo 11.2.4-1.

Figura 11.2.2-84 - Rede de 20 µm usada na amostragem qualitativa do fitoplâncton, em nov/20.

Figura 11.2.2-85 - Acondicionamento da amostra quantitativa do fitoplâncton, em nov/20.

Figura 11.2.2-86 - Rede de 20 µm usada na amostragem qualitativa do fitoplâncton, em abr/23.

Figura 11.2.2-87 - Preservação da amostra quantitativa do fitoplâncton, em abr/23.

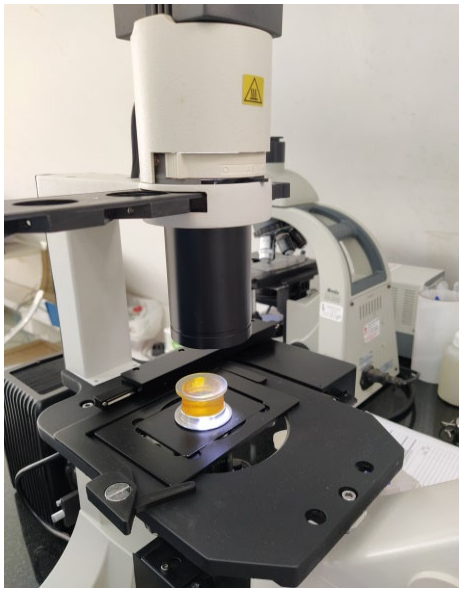


Figura 11.2.2-88 - Amostra na câmara de sedimentação de Utermöhl.

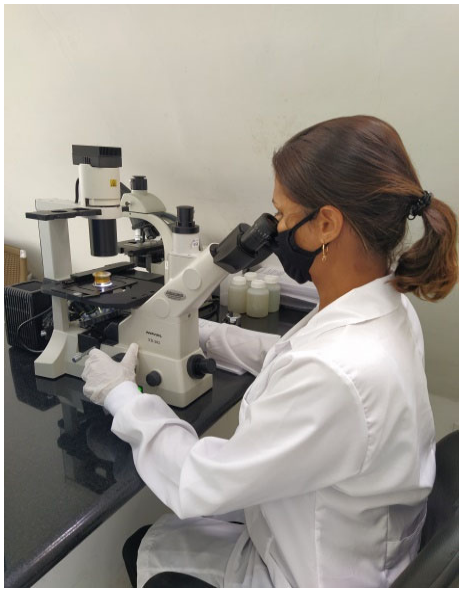


Figura 11.2.2-89 - Contagem do fitoplâncton em microscópio invertido.

Fonte: Econsult (2023).

C.2. Zooplâncton

Em cada ponto, foi realizada a coleta de amostra quantitativa de zooplâncton filtrando-se, na rede com malha de 68 µm, 200 L de água coletada na superfície do corpo hídrico (cerca 30 centímetros da lâmina d'água), com auxílio de recipiente de metal. A seguir, foram tomadas as amostras qualitativas por meio de arrasto horizontal da mesma rede (Figura 11.2.2-90 a Figura 11.2.2-93). Adicionalmente, em função da maior profundidade do açude Edson Queiroz, na terceira campanha no auge da estação chuvosa, foi efetuada a coleta de uma amostra na porção de fundo (cerca de 1 m acima do leito), com uso de bomba de sucção e rede de 68 µm. As amostras quantitativas e qualitativas foram acondicionadas em frascos plásticos de 250 mL, sendo preservadas com solução de formalina 4% neutralizada com bicarbonato de sódio. Os frascos de coleta foram etiquetados e encaminhados ao laboratório.

Em laboratório, foi realizada a preparação das amostras e os indivíduos foram identificados com auxílio de microscópio óptico, sempre que possível ao nível de espécie, utilizando-se chaves de identificação e descrições disponíveis em literatura especializada, como Matsumura-Tundisi & Silva (1999), Koste (1978), Lucinda (2003), entre outros (Figura 11.2.2-94 e Figura 11.2.2-95).

Para a contagem dos organismos zooplanctônicos, as amostras com pequeno número de organismos foram analisadas integralmente. Aquelas que continham um elevado número de indivíduos foram realizadas por meio de subamostragem, sendo homogeneizadas e avaliadas a partir de alíquotas de 1 mL em câmara de Sedgewick-Rafter. Para determinar a densidade numérica do zooplâncton, os dados de contagem referentes a cada táxon foram multiplicados pelo fator de subamostragem e divididos pelo volume filtrado. Os valores de densidade obtidos são expressos em organismos por metro cúbico (org./m3). Os relatórios de ensaio do zooplâncton constam no Anexo 11.2.4-2.

Figura 11.2.2-90 - Arrasto da rede de 68 µm usada na amostragem do zooplâncton, em nov/20.

Figura 11.2.2-91 - Amostragem quantitativa de zooplâncton, em nov/20.

Figura 11.2.2-92 - Arrasto da rede de 68 µm usada na amostragem do zooplâncton, em abr/23.

Figura 11.2.2-93 - Acondicionamento de amostras qualitativas de zooplâncton, em abr/23.

Figura 11.2.2-94 - Preparo da amostra de zooplâncton.

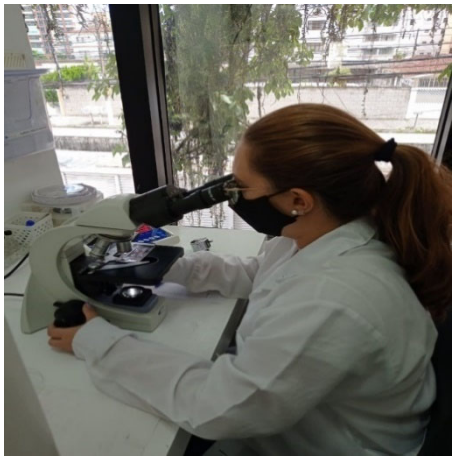


Figura 11.2.2-95 - Identificação do zooplâncton em microscópio óptico

Fonte: Econsult (2023).

C.3. Invertebrados bentônicos

Em cada ponto de coleta, as amostras da comunidade bentônica foram tomadas em triplicata, utilizando-se o pegador de fundo do tipo Petersen (0,058 m2). O sedimento coletado foi lavado em campo, utilizando-se peneira de malha de 250 µm (Figura 11.2.2-96 e Figura 11.2.2-98). O material retido na peneira foi acondicionado em sacos plásticos, preservado em álcool 70% e corado com rosa de bengala 0,1%. Adicionalmente, foi empregada a rede D para uma amostragem semiquantitativa dos exemplares associados às margens dos açudes (Figura 11.2.2-97 e Figura 11.2.2-99).

Em laboratório, as amostras de sedimentos foram novamente lavadas com uso de peneiras de malha de 250 µm. Em seguida, procedeu-se a triagem e a identificação dos organismos em placas de Petri, com auxílio de estereomicroscópio (Figura 11.2.2-100, Figura 11.2.2-101). A identificação taxonômica ocorreu ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de bibliografia especializada (BRINKHURST & MARCHESE 1991, SIMONE 2006, TRIVINHO-STRIXINO, 2011).

A densidade em cada ponto das amostras obtidas com amostrador Petersen foi calculada pela média da densidade das três réplicas, com resultados indicados em organismos por metro quadrado (org./m2). Para as amostras com rede D é apresentada a quantidade absoluta dos exemplares coletados (número de indivíduos). Os relatórios de ensaio dos invertebrados bentônicos constam no Anexo 11.2.4-3.

Figura 11.2.2-96 - Lavagem dos sedimentos com rede de 250 µm, em fev/21.

Figura 11.2.2-97 - Amostragem com rede D, em nov/20.

Figura 11.2.2-98 - Lavagem dos sedimentos com rede de 250 µm, em abr/23.

Figura 11.2.2-99 - Amostragem com rede D, em abr/23.

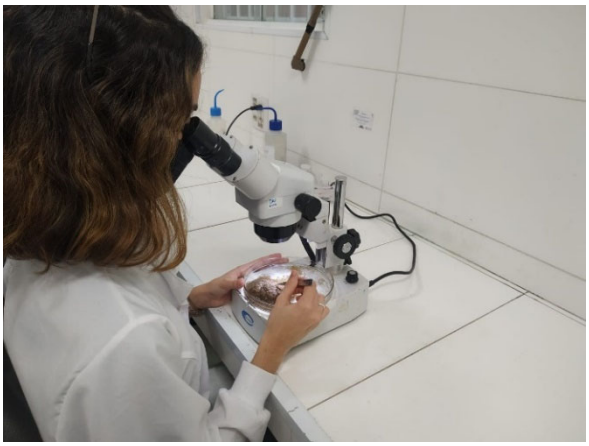


Figura 11.2.2-100 - Triagem dos organismos bentônicos em laboratório.

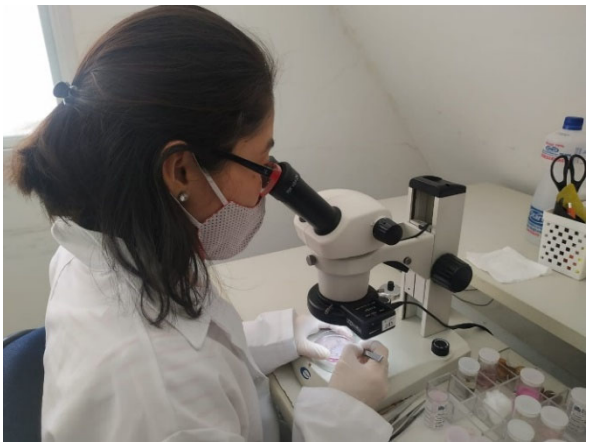


Figura 11.2.2-101 - Identificação dos organismos bentônicos.

Fonte: Econsult (2021).

C.4. Macrófitas aquáticas

O conceito utilizado para macrófitas aquáticas foi o de Irgang & Gastal Jr. (1996), que definem essa comunidade como vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas se encontram total ou parcialmente submersas, ou flutuando sobre a lâmina d'água. Dada sua heterogeneidade taxonômica, usualmente esses vegetais são classificados de acordo com sua forma biológica e a disposição de suas estruturas no ambiente aquático, sendo adotada neste trabalho a proposta de Irgang *et al.* (1984), conforme Figura 11.2.2-102 descrita a seguir:

- Submersas fixas: enraizadas no fundo, com caule e folhas submersos; somente as flores permanecem fora d'água;
- Submersas livres: não enraizadas no fundo, totalmente submersas; somente as flores permanecem fora d'água;
- Flutuantes fixas: enraizadas no fundo, com caule e/ou ramos e/ou folhas e/ou flores flutuantes;
- Flutuantes livres: não enraizadas no fundo, com caule e/ou ramos e/ou folhas e/ou flores flutuantes, podendo ser levadas pela correnteza, pelo vento ou até por animais;
- Emergentes ou Emersas: enraizadas no fundo, parcialmente submersas e parcialmente emersas;
- Anfíbias ou semiaquáticas: capazes de viver tanto em área alagada como fora da água nos períodos de estiagem, época em que geralmente modificam sua morfologia, adaptando-se à fase terrestre;
- Epífitas: são vegetais que se instalam sobre outras plantas aquáticas.

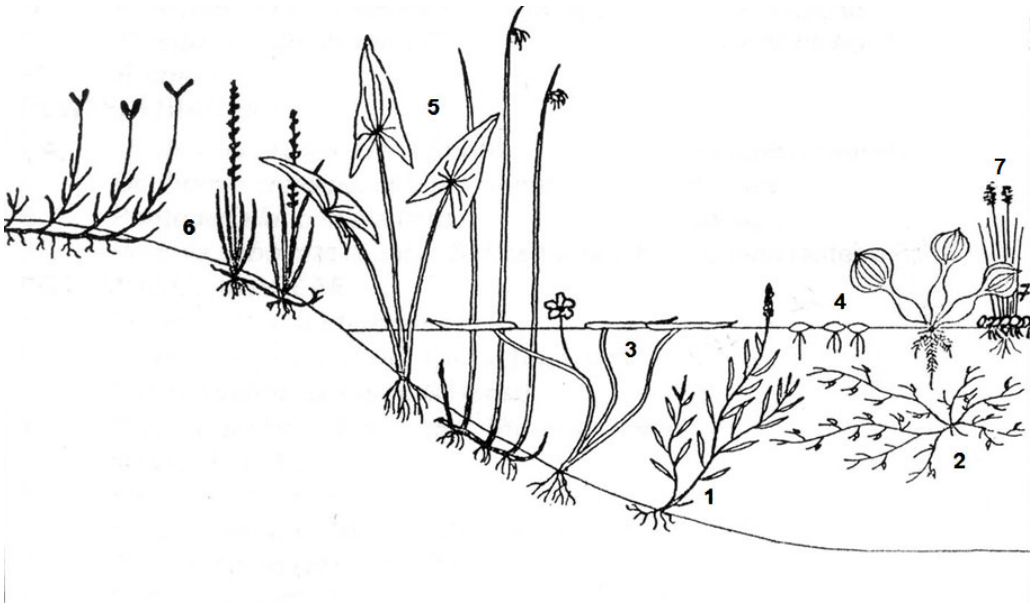


Figura 11.2.2-102 - Formas Biológicas de Macrófitas Aquáticas.

Fonte: IRGANG et al. (1984).

A amostragem na área de influência do PSQ compreendeu todos os táxons encontrados nos pontos inspecionados, tanto dentro da água, quanto nas margens, até uma distância de 2 m da lâmina d'água tendo em vista a coleta de vegetais anfíbios. Para identificação das espécies, foram anotados os dados dos espécimes presentes em cada banco de macrófitas registrado (Figura 11.2.2-103 e Figura 11.2.2-104).

Figura 11.2.2-103 - Coleta de macrófitas anfíbias na margem do açude do riacho Camurutim.

Figura 11.2.2-104 - Coleta de macrófitas anfíbias na margem do açude do riacho Camurutim.

Fonte: Econsult (2021).

Nos açudes amostrados, os táxons presentes tiveram sua respectiva densidade estimada através do índice de cobertura estabelecido por Braun-Blanquet et al. (1932), conforme apresentado no Quadro 11.2.2-9.

Quadro 11.2.2-9: Índice de cobertura de macrófitas aquáticas

CARACTERÍSTICA DA COBERTURA	COBERTURA (%)	ÍNDICE
Contínua ou quase contínua	≥ 75	5
Descontínua e em grande número	≥50 e < 75	4
Dispersa, com numerosos indivíduos	≥25 e < 50	3
Rala, com poucos indivíduos	> 5 e < 25	2
Esporádica, com indivíduos de pequeno porte	< 5	1
Pequena e rara	< 1	R ou +

Fonte: Braun-Blanquet et al. (1932).

A análise de biomassa estava prevista nos pontos que apresentassem bancos de macrófitas expressivos e homogêneos presentes na lâmina d'água, com área de cobertura igual ou maior a 50% (índice 4 ou 5), porém, nas três campanhas este procedimento não foi realizado, em função da ausência de bancos com estas características.

As plantas coletadas foram armazenadas em sacos plásticos individuais, sendo dispostas entre folhas de jornal e papelão para prensagem entre ripas de madeira. As prensas foram levadas à estufa para secagem e posterior montagem das exsicatas. Realizou-se a conservação de plantas com estruturas frágeis em formol 10%, visando posterior análise taxonômica.

Procedeu-se a identificação do material botânico por meio da análise das estruturas dos vegetais a olho nu e sob microscópio estereoscópico, com auxílio de bibliografia especializada, destacando-se: chaves de identificação de famílias (SOUZA & LORENZI, 2008), de gêneros (BARROSO, 1991; COOK, 1996; LONGHI-WAGNER *et al.*, 2001; WANDERLEY *et al.*, 2002; WANDERLEY *et al.*, 2003; WANDERLEY *et al.*, 2005; WANDERLEY *et al.*, 2007; BARROSO, 2008; WANDERLEY *et al.*, 2009), de espécies (bibliografia específica para cada táxon), entre outros livros (AMARAL *et al.*, 2008).

Adotou-se para angiospermas o sistema de classificação indicado pelo APG III - *Angiosperm Phylogeny Group* III (BREMER *et al.*, 2009), e para samambaias o de Smith et al. (2006). Cabe ressaltar que segundo a classificação de Smith et al. (2006) o termo Pteridophyta tende a não ser utilizado, pois estudos baseados em filogenia molecular demonstraram que esses vegetais constituem duas linhagens evolutivas monofiléticas (PRYER *et al.*, 2001 *apud* FORZZA *et al.*, 2014) denominadas de Samambaias e Licófitas.

Todo material coletado foi devidamente etiquetado com dados de família, gênero, espécie, coletor, ponto e data da coleta e será destinado ao herbário para tombamento em coleção científica. Os relatórios de ensaio das macrófitas aquáticas constam no Anexo 11.2.4-4.

D. Análise de dados

Na avaliação dos resultados das comunidades planctônicas, bentônicas e de macrófitas aquáticas, adotaram-se os seguintes índices descritores:

D.1. Análise qualitativa

+ **Composição taxonômica, riqueza de táxons e riqueza relativa**

A composição taxonômica compreende a caracterização dos táxons presentes nas amostras/pontos de coleta. A riqueza de táxons é obtida pela contagem do número de táxons registrados em cada ponto. A riqueza relativa, expressa em porcentagem, apresenta a proporção do número de táxons de cada grupo inventariado. Na análise da riqueza, considerou-se cada espécie, morfoespécie e organismo que não puderam ser identificados a nível específico como um táxon.

+ **Distribuição espacial e frequência de ocorrência**

A leitura da distribuição espacial dos organismos na rede de amostragem foi realizada com base na presença ou na ausência de determinado táxon nos pontos de coleta. A frequência de ocorrência foi calculada dividindo-se o número de registros de cada táxon pelo número total de amostras analisadas. O resultado é expresso em percentagem e classificado, segundo Souza *et al*. (2009), nas categorias: muito frequente (frequência ≥ 80%), frequente (50% e <80%), pouco frequente (17% e <50%) e esporádico (< 17%).

+ **Espécies exóticas e ameaçadas**

Avaliou-se a presença de espécies exóticas nas comunidades aquáticas das áreas amostradas, tendo como principal referência o Informe sobre Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil (MMA, 2016). Adicionalmente, verificou-se ocorrência de táxons da fauna ameaçados, tendo como base as diretrizes da Portaria MMA nº 354, de janeiro/2023, que repristinou algumas portarias que elencam as espécies da flora e da fauna brasileira ameaçadas de extinção, a exemplo da nº 148/2022.

Para macrófitas aquáticas, foram consultadas adicionalmente as listas da Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens (CITES).

D.2. Análise quantitativa

+ **Densidade e abundância relativa das comunidades planctônicas e bentônicas**

A densidade representa a quantidade de organismos presente nas amostras por volume amostrado. A abundância relativa indica a proporção numérica de cada grupo ou táxon presente na amostra considerada, sendo calculada pela seguinte equação:

$$AR = \frac{n \,.\, 100}{N}$$

Sendo:

AR = abundância relativa.

n = número total de organismos do grupo ou táxon.

N = número total de organismos na amostra.

+ **Zona Eufótica (Z_{eu})**

A densidade do fitoplâncton foi relacionada aos dados da zona eufótica (Z_{eu}), que corresponde à profundidade onde a intensidade da luz equivale a 1% da luz incidente na superfície da água, calculada conforme fórmula de Cole (1994):

$$Z_{eu} = 2{,}7 \,.\, D$$

Onde:

Z_{eu}= profundidade da zona eufótica;

D = profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, em metros.

O coeficiente de extinção da luz na coluna d'água (K) também foi calculado com base nos dados de transparência, de acordo com a equação de Poole & Atkins (1929):

$$K = 1{,}7/D$$

Onde:

K= coeficiente de extinção da luz;

D = profundidade de desaparecimento do disco de Secchi, em metros.

+ **Índice de cobertura de macrófitas aquáticas**

As espécies de macrófitas presentes em cada ponto de coleta tiveram sua respectiva cobertura estimada em campo através do índice de cobertura de Braun-Blanquet *et al.* (1932), conforme anteriormente apresentado na Quadro 11.2.2-9.

+ Índices de diversidade e equitabilidade das comunidades planctônicas e bentônicas

O índice de diversidade de Shannon-Wiener relaciona o número de táxons e a distribuição da abundância entre os diferentes táxons de determinada amostra, sendo calculado pela seguinte equação:

$$H' = -\sum pi . \log_2 pi$$

E

$$pi = \frac{n}{N}$$

Sendo:

H'= índice de diversidade de Shannon-Wiener, em bit.ind.$^{-1}$.

pi= abundância relativa.

n = número de indivíduos coletados de cada táxon.

N = total de indivíduos coletados na amostra.

O índice de equitabilidade se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional à dominância. A medida de equitabilidade compara a diversidade de Shannon-Wiener com a distribuição das espécies observadas. Este índice é obtido através da equação:

$$J = \frac{H'}{H' \, máximo}$$

Sendo:

J= equitabilidade.

H' = índice de Shannon-Wiener.

H' máximo = diversidade máxima.

+ **Índice de similaridade**

Para as comunidades planctônicas e bentônicas, o grau de semelhança entre os pontos de coleta foi avaliado com base no índice de Bray-Curtis. A matriz de similaridade foi comparada com uma matriz cofenética, visando aumentar a confiabilidade das conclusões extraídas representação do dendrograma (KOPP *et al.*, 2007). Como critério de fidelidade, foram adotados valores iguais ou superiores a 0,70 (ROHLF, 1970).

Para comparar a composição espacial e temporal das comunidades de macrófitas, calculou-se a similaridade a partir de matrizes de presença/ausência entre os espécimes de macrófitas e os períodos de coleta. Para tanto, utilizou-se a análise de agrupamento do tipo cluster, com a medida de similaridade de Jaccard para dados qualitativos como coeficiente de associação , e método de ligação do tipo UPGMA (média de grupo), o qual atribui o ponto de amostragem ao grupo com o qual este tem a maior similaridade média.

11.2.2.2.2 Resultados obtidos

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas três campanhas realizadas nos meses de nov/20 (período seco), fev/21 e abr/23 (período chuvoso). Nesta avaliação foram abordados de forma comparativa os levantamentos realizados no ano de 2011, por meio de quatro campanhas (ARCADIS LOGOS, 2014), com foco nos principais indicadores ecológicos.

A. Fitoplâncton

A.1. Análise qualitativa

Composição taxonômica, riqueza de táxons e riqueza relativa

Na avaliação qualitativa do fitoplâncton na rede amostral do PSQ, considerando todos os pontos de amostragem, nas três campanhas realizadas em nov/20 (período seco), fev/21 e abr/23 (período chuvoso), foram identificados 98 táxons, pertencentes às seguintes classes: Cyanophyceae (20), Euglenophyceae (20), Chlorophyceae (17), Bacillariophyceae (15), Zygnematophyceae (9), Trebouxiophyceae (8), Cryptophyceae (2), Dinophyceae (2), Mediophyceae (2), Xantophyceae (2) e Coscinodiscophyceae (1).

Desse conjunto, 59 táxons foram amostrados na primeira campanha (nov/20), 52 táxons na segunda coleta (fev/21) e 60 táxons na terceira coleta (abr/23), sendo observadas semelhanças tanto em quantidade de táxons como na composição taxonômica entre as campanhas. Cyanophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae foram as classes com maior riqueza de espécies considerando as três campanhas, compondo 20,4% e 17,3% da matriz fitoplanctônica dos açudes analisados (Figura 11.2.2-105).

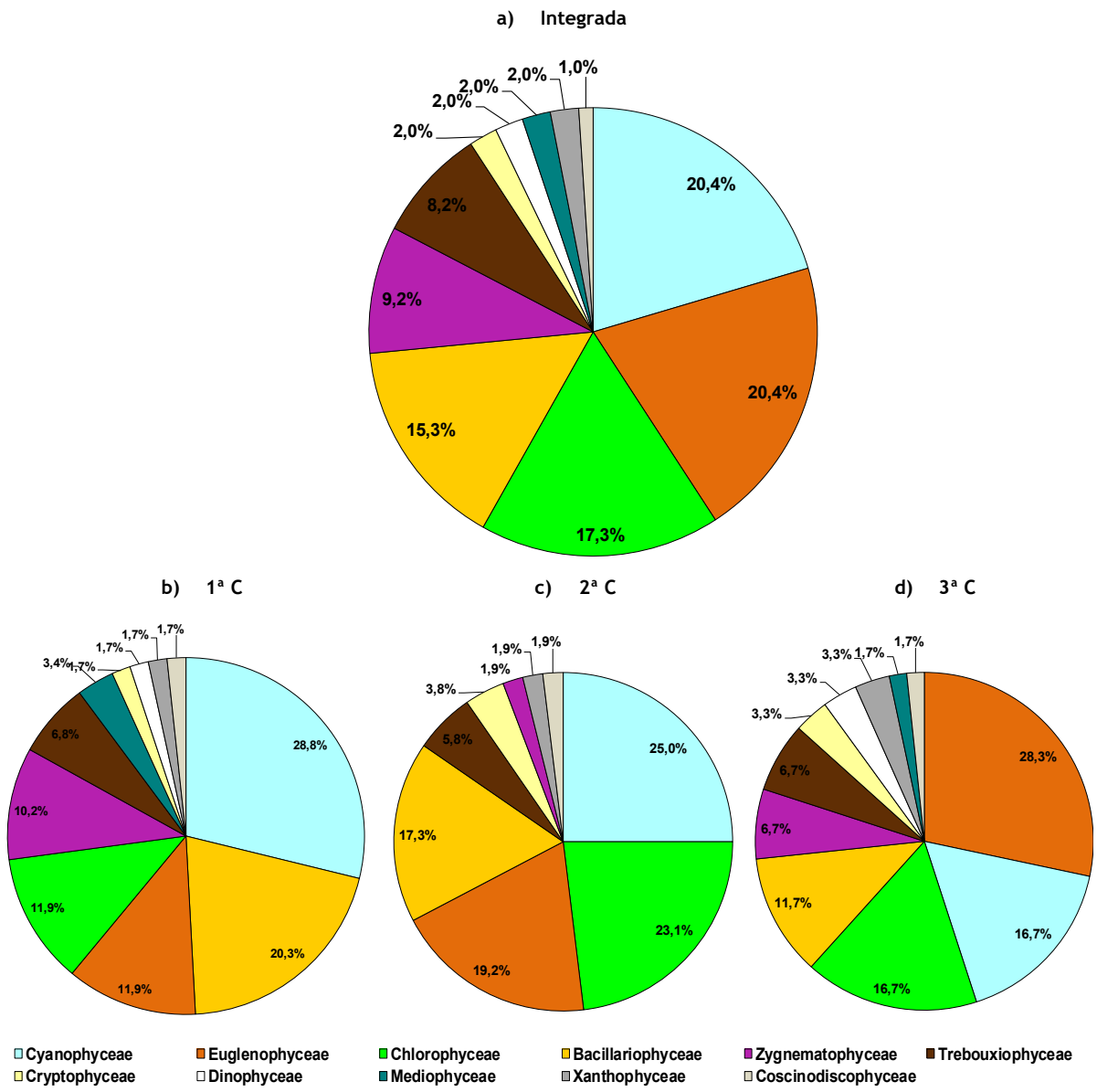


Figura 11.2.2-105 - Riqueza relativa total do fitoplâncton, considerando a integração das três campanhas (a) e as campanhas individuais em nov/20 (b), fev/21 (c) e em abr/23 (d) - PSQ.

Elaboração: Econsult, 2023.

As cianobactérias (Cyanophyceae) possuem eficientes estratégias de sobrevivência, propiciadas por suas características ecológicas e fisiológicas. Dentre os fatores-chave para seu sucesso reprodutivo e desenvolvimento, destaca-se a estabilidade da coluna da água pela presença de mucilagem ou vacúolos gasosos (aerótopos) em várias espécies, permitindo que as células regulem sua flutuação em resposta à disponibilidade de luz e nutrientes. Algumas espécies desse grupo podem armazenar fósforo no interior de suas células e possuem a capacidade de assimilar o gás nitrogênio diretamente da atmosfera, o que representa uma vantagem em ambientes com menor disponibilidade desses nutrientes.

Frequentemente formam esporos de resistência e sofrem relativamente menor pressão de herbivoria pelo zooplâncton e por outros organismos aquáticos. Essas características atribuem uma vantagem competitiva sobre os demais seres fitoplanctônicos e favorecem seu rápido crescimento, sobretudo em ambientes lênticos e com temperaturas superiores a 25ºC. Nessas condições, podem chegar a formar florações e liberar compostos tóxicos no meio aquático.

Dentre os açudes analisados, o grupo obteve maior representatividade taxonômica no açude Edson Queiroz nas duas primeiras campanhas, atingindo riqueza máxima de 17 táxons (28,8%), no período seco. No conjunto das amostragens, os gêneros de cianobactérias que comportaram maior riqueza foram *Pseudanabaena*, com três táxons, e *Microcystis*, com dois táxons. Tais gêneros são conhecidos pelo seu potencial de produção de toxinas quando presentes em grande quantidade, promovendo também alterações nas características estéticas da água associadas à cor, sabor e odor.

As euglenofíceas (Euglenophyceae), representaram também 20,4% da riqueza relativa no conjunto das amostragens, notando-se que, dentre as coletas, detectou-se uma maior riqueza deste grupo na estação chuvosa (abr/23), com 17 táxons (28,3%). As algas dessa classe reúnem seres unicelulares e filamentosos, predominantemente habitantes de sistemas aquáticos continentais, sendo comumente encontradas em sistemas aquáticos poluídos, enriquecidos por materiais orgânicos, onde podem se desenvolver massivamente, resultando em florações. A possibilidade de se movimentarem através dos flagelos constitui uma adaptação deste grupo em ambientes com elevada turbidez, permitindo que utilizem nutrientes acumulados em camadas mais profundas e retornem a seguir para a região eufótica (BRANCO, 1986).

As clorofíceas (Chlorophyceae), conhecidas como algas verdes, reuniram 17,3% das espécies detectadas nas três campanhas, sendo a maior parte destas verificadas na segunda amostragem (fevereiro/2021), com 23,1% da riqueza. Essas algas são geralmente cosmopolitas, apresentam imensa variedade morfológica e podem ter hábitos planctônicos e bentônicos. A maioria delas é típica de água doce, mas ocorrem em ambientes de amplo espectro de salinidade e de eutrofização. Os fatores ambientais limitantes para o desenvolvimento das clorofíceas, sobretudo as não móveis, são intensidade de luz subaquática, estabilidade da coluna d'água, perdas por sedimentação e o autosombreamento das algas. Dentre as clorofíceas registradas na área de estudo se destacou o gênero *Monoraphidium*, com quatro espécies, que segundo Palmer (1969), Sladecek (1973) e Patrick & Palavage (1994) engloba organismos resistentes à poluição orgânica e química.

As bacilariofíceas (Bacillariophyceae) ocuparam a terceira posição na riqueza relativa de espécies na área de estudo do PSQ, contribuindo com 15,3% do total de táxons nas três campanhas. Essa classe, que compõe o grupo das diatomáceas juntamente com Coscinodiscophyceae e Mediophyceae, obteve maior representatividade no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (primeira campanha).

As diatomáceas, em conjunto, incorporaram 18,4% dos táxons, sendo representadas principalmente por Bacillariophyceae e em menor número por Mediophyceae (2%) e Coscinodiscophyceae (1%). As algas desse grupo apresentam parede celular constituída por sílica, o que lhes confere uma elevada taxa de sedimentação no meio aquático e favorece seu acúmulo sobre os sedimentos ou sobre a vegetação marginal. Esses organismos são geralmente encontrados nas camadas superficiais da água de ambientes rasos ou turbulentos. As diatomáceas reuniram uma maior riqueza no período seco (nov/20), com 25,4% do total de táxons, considerando as três classes citadas.

As zignematofíceas (Zygnematophyceae) estiveram representadas por 9,2% da riqueza relativa do sistema aquático em estudo no total das campanhas, atingindo maior riqueza (6 táxons) no período seco (nov/20). As algas dessa classe incluem seres reconhecidos por conter ornamentações, como a ordem Desmidiales, que são detectadas em grande variedade nos ambientes aquáticos de águas límpidas. Nos açudes amostrados, as zignematofíceas foram dos gêneros *Closterium*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Pleurotaenium*, *Spirogyra*, *Staurastrum*, *Staurodesmus* e *Tetraplektron*.

As algas da classe Trebouxiophyceae compuseram 8,2% da riqueza relativa taxonômica da comunidade fitoplanctônica dos açudes amostrados no conjunto das coletas. Essa classe reúne algas unicelulares, coloniais, filamentosas ou com lâminas multicelulares, que vivem em ambientes terrestres e aquáticos de água doce, salobra ou marinha, onde geralmente habitam a comunidade fitoplanctônica (LELIAERT *et al.*, 2012; BOCK *et al.* 2011). As demais classes presentes nos açudes avaliados (Cryptophyceae, Dinophyceae e Xantophyceae) ocorreram com menor riqueza específica (≤2%), no conjunto das coletas.

A análise espaço-temporal apontou uma maior riqueza no açude da Laís (P09), com 32 táxons e 34 táxons, na segunda e terceira campanha (período chuvoso), seguido do açude do riacho Camurutim (P02), com 30 táxons na primeira campanha (estação seca). O menor valor de riqueza (23 táxons), foi verificado no açude Edson Queiroz (P10), nas duas primeiras campanhas e no açude do riacho da Gangorra (P08), durante a terceira campanha. Também houve menor riqueza de fitoplâncton na amostra de fundo coletada durante a terceira campanha no P10 (7 táxons), um resultado esperado, dado que estes organismos dependem

de maior luminosidade e se desenvolvem melhor na superfície da coluna d'água (Figura 11.2.2-106).

Em síntese, os dados de riqueza apontam que os açudes amostrados são colonizados principalmente por táxons das classes Cyanophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae, o que pode ser considerado um resultado comum para a região do semiárido nordestino, levando em conta os levamentos abordados na AII. Ainda de acordo com o amplo levantamento bibliográfico conduzido por Fernandes (2022) a flora ficológica cearense é constituída principalmente por Bacillariophyceae, Cyanophyceae e Chlorophyceae. Comparando a riqueza do mesmo ponto ao longo das campanhas notam-se semelhanças entre as estações seca e chuvosa, ocorrendo pequenas variações em termos de composição e número de táxons entre as campanhas. Não há um padrão consistente de aumento ou de redução da riqueza em função da sazonalidade que englobe todos os pontos.

Na avaliação do fitoplâncton realizada no ano de 2011 foram registrados 102 táxons, no conjunto das quatro campanhas efetuadas. O fitoplâncton foi majoritariamente constituído pelas clorofíceas, cianobactérias e diatomáceas. Espacialmente se obteve maior riqueza de espécies no açude da Laís (P09), com 33 táxons registrados na terceira campanha, enquanto o menor foi observado no açude Edson Queiroz (P10), com seis táxons, na segunda campanha. Assim, de modo geral, os valores de riqueza nas últimas campanhas (nov/20 a abr/23) se situam no mesmo patamar das anteriores e se manteve o padrão de maior riqueza no açude da Laís e menor riqueza no açude Edson Queiroz.

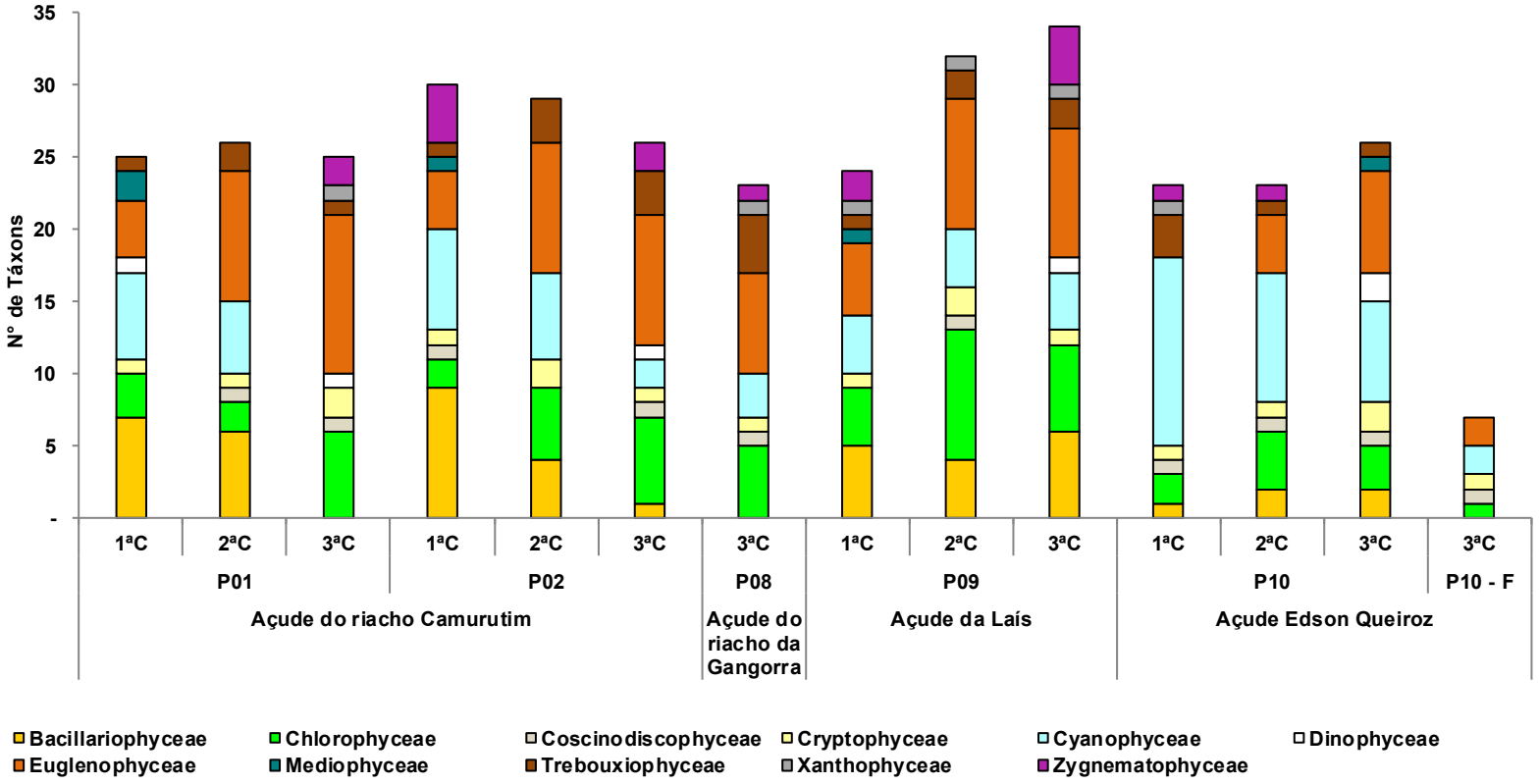


Figura 11.2.2-106 - Riqueza taxonômica do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. Elaboração: Econsult, 2023.

Distribuição espacial e frequência relativa

Conforme apresentado a seguir no entre os 98 táxons detectados nas três campanhas, apenas a euglenofícea *Trachelomonas volvocina* e um táxon não identificado ao nível de gênero da classe Cryptophyceae foram considerados muito frequentes (≥80%) segundo a classificação de Souza *et al.* (2009), o que indica alta adaptabilidade desses exemplares às condições ambientais locais.

Segundo a classificação de Souza *et al.* (2009), 14 táxons foram frequentes (entre 50% e 80%), destacando-se principalmente as diatomáceas *Nitzschia* sp. e *Aulacoseira granulata*, as clorofíceas *Desmodesmus* sp. e *Monoraphidium arcuatum*, as cianobactérias *Aphanocapsa* sp. e *Merismopedia* sp, as euglenofíceas *Lepocinclis* sp. e *Phacus* sp., com frequência de até 79%.

Dentre esses os gêneros *Aphanocapsa* e *Merismopedia* são potencialmente produtores de cianotoxinas, assim como outros táxons menos frequentes, a exemplo de *Planktothrix e Raphidiopsis* que ocorreram principalmente no açude Edson Queiroz (25%) (SILVA, 2009, CETESB, 2013).

A maioria dos exemplares registrados foi classificado como pouco frequente (entre 17 e <50%), totalizando 38 táxons, ou na categoria esporádico (<17%), com 44 táxons.

Na amostragem realizada na estação seca (nov/20) houve registro de 17 táxons exclusivos dessa campanha, incluindo algas zygnematofíceas *Cosmarium* sp., *Mougeotia* sp., *Staurastrum* sp. e *Staurodesmus* sp. Na segunda campanha (fev/21) foram registrados 10 táxons exclusivos, sendo a maioria clorofíceas, tais como *Monoraphidium contortum*, *Tetrastrum heteracanthum*, *Stauridium tetras* e *Eutetramorus* sp.

Na coleta de abr/23, conduzida no pico da estação chuvosa, há um amento no número de táxons exclusivos dessa amostragem (22), destacando-se principalmente as euglenofíceas, a exemplo de *Cryptoglena* sp., *Phacus longicauda*, *Phacus suecicus*, *Phacus tortus*, *Trachelomonas hirta*, *Trachelomonas volvocinopsis*, dentre outros. Considerando que as euglenofíceas ocorrem principalmente em ambientes ricos em matéria orgânica (OLIVEIRA, 2011), a sua maior ocorrência pode ser um indicativo de aumento desse constituinte nesta amostragem. Contudo, cabe ponderar que os resultados da qualidade da água não evidenciaram aumento na concentração de DBO nesta coleta, estando todos os resultados abaixo do limite de quantificação do método analítico. Abaixo exemplificam-se alguns dos exemplares da comunidade fitoplanctônica amostrados nos açudes avaliados (Figura 11.2.2-107 a Figura 11.2.2-110).

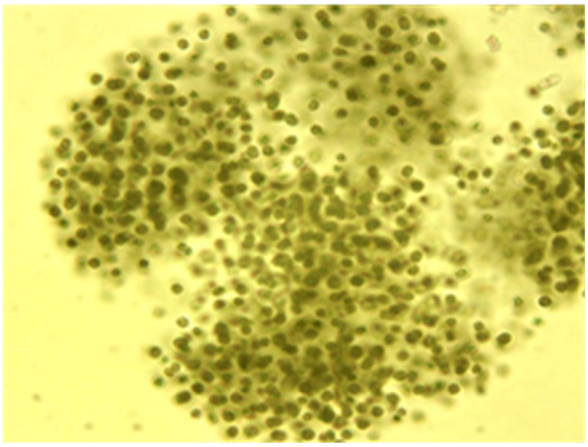


Figura 11.2.2-107 - Cianobactéria - Microcystis sp.

Figura 11.2.2-108 - Cianobactéria - Pseudanabaena sp.

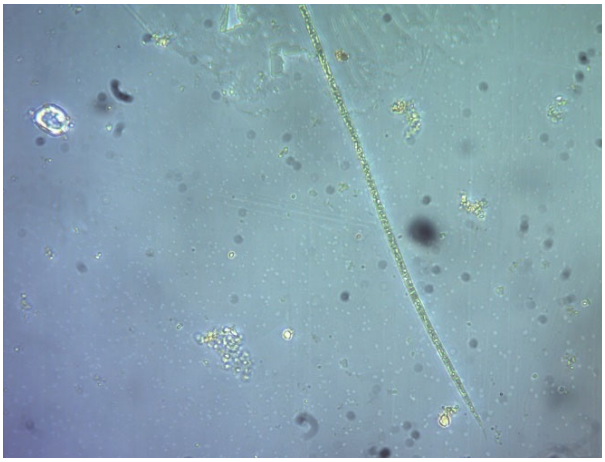


Figura 11.2.2-109 - Cianobactéria Raphidiopsis sp.

Figura 11.2.2-110 - Bacilariofícea Cymbella sp.

Fonte: Econsult, 2023.

Quadro 11.2.2-10 - Distribuição espacial e frequência do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Bacillariophyceae																
Achnanthes sp.				■											1	7
Amphipleura sp.	■														1	7
Amphora sp.		■			■			■							3	21
Cymbella sp.	■			■	■			■							4	29
Diadesmis sp.	■			■									■		3	21
Eunotia sp.										■					1	7
Gomphonema sp.		■		■						■					3	21
Gyrosigma sp.				■											1	7
Naviculales	■			■				■	■			■			5	36
Navicula sp.	■	■		■	■					■					5	36
Nitzschia sp.	■	■			■	■		■	■	■	■		■		9	64
Pinnularia sp.										■					1	7
Stauroneis sp.	■	■		■											3	21

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Surirella sp.		■							■						2	14
Ulnaria ulna				■				■	■	■		■			5	36
Subtotal	7	6	-	9	4	1	-	5	4	6	1	2	2	-		
Chlorophyceae																
Ankistrodesmus sp.										■					1	7
Chlamydomonas sp.	■	■			■		■								4	29
Coelastrum microporum			■			■	■		■						4	29
Desmodesmus sp.	■	■	■	■	■	■		■	■	■					9	64
Eudorina elegans			■			■						■			3	21
Eutetramorus sp.												■			1	7
Hariotina reticulata								■							1	7
Kirchneriella sp.											■				1	7
Monactinus simplex								■	■			■			3	21
Monoraphidium arcuatum	■			■			■	■	■	■		■	■	■	9	64
Monoraphidium contortum					■				■						2	14

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Monoraphidium irregulare															1	7
Monoraphidium griffithii															8	57
Pandorina morum															4	29
Scenedesmus sp.															5	36
Stauridium tetras															1	7
Tetrastrum heteracanthum															1	7
Subtotal	3	2	6	2	5	6	5	4	9	6	2	4	3	1		
Coscinodiscophyceae																
Aulacoseira granulata															10	71
Subtotal	-	1	1	1	-	1	1	-	1	-	1	1	1	1		
Cryptophyceae																
Cryptophyceae															14	100
Cryptomonas sp.															4	29
Subtotal	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1		
Cyanophyceae																

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Anabaenopsis sp.	■			■											2	14
Aphanocapsa sp.	■	■		■	■			■	■	■	■	■	■	■	11	79
Coelomoron sp.				■							■	■			3	21
Cyanogranis sp.	■	■		■	■			■			■	■			7	50
Dolichospermum sp.							■				■				2	14
Geitlerinema sp.					■						■	■			3	21
Komvophoron sp.		■													1	7
Merismopedia sp.	■	■		■	■	■		■	■		■		■		9	64
Microcystis aeruginosa											■				1	7
Microcystis sp.											■	■	■		3	21
Nostocaceae N.I.							■						■		2	14
Oscillatoria sp.							■								1	7
Phormidium sp.	■			■	■					■		■			5	36
Planktolyngbya contorta								■	■						2	14
Planktothrix sp.										■	■	■	■	■	5	36

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Pseudanabaena galeata															2	14
Pseudanabaena mucicola															1	7
Pseudanabaena sp.															8	57
Raphidiopsis sp.															3	21
Synechocystis sp.															1	7
Subtotal	6	5	-	7	6	2	3	4	4	4	13	9	7	2		
Dinophyceae																
Lophodinium sp.															2	14
Peridinium sp.															4	29
Subtotal	1	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	-		
Euglenophyceae																
Cryptoglena sp.															2	14
Euglena sp.															7	50
Lepocinclis acus															7	50
Lepocinclis ovum															6	43

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Lepocinclis sp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		11	79
Monomorphina pyrum		■			■	■			■						4	29
Phacus curvicauda							■		■						2	14
Phacus longicauda			■			■	■								3	21
Phacus longicauda var. tortus		■			■				■			■			4	29
Phacus tortus			■												1	7
Phacus suecicus										■					1	7
Phacus sp.		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■		10	71
Phacus sp. 2			■			■				■					3	21
Phacus sp. 3			■												1	7
Strombomonas sp.	■	■	■		■								■		5	36
Trachelomonas hirta										■					1	7
Trachelomonas similis								■							1	7
Trachelomonas volvocina	■	■	■		■	■	■	■	■	■		■	■	■	12	86
Trachelomonas volvocinopsis			■			■	■			■			■		5	36

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Trachelomonas sp.															3	21
Subtotal	4	9	11	4	9	9	7	5	9	9	-	4	7	2		
Mediophyceae																
Cyclotella sp.															2	14
Thalassiosira sp.															3	21
Subtotal	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-		
Trebouxiophyceae																
Actinastrum aciculare															3	21
Chlorella sp.															2	14
Crucigenia sp.															3	21
Crucigeniella crucifera															2	14
Dictyosphaerium sp.															8	57
Micractinium sp.															1	7
Oocystis sp.															3	21
Willea crucífera															3	21

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Subtotal	1	2	1	1	3	3	4	1	2	2	3	1	1	-		
Xanthophyceae																
Centritractus sp.															1	7
Isthmochloron sp.															5	36
Subtotal	-	-	1	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-		
Zygnematophyceae																
Closterium sp.															6	43
Cosmarium sp.															1	7
Mougeotia sp.															1	7
Pleurotaenium sp.															1	7
Spirogyra sp.															1	7
Staurastrum leptocladum															1	7
Staurastrum sp.															1	7
Staurodesmus sp.															1	7
Tetraplektron sp.															4	29

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS*			AÇUDE EDSON QUEIROZ*				FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09			P10			P10 - F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Subtotal	-	-	2	4	-	2	1	2	-	4	1	1	-	-		
Total por ponto	25	26	25	30	29	26	23	24	32	34	23	23	26	7		
Total Consolidado	98															

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha e 3ª C: terceira campanha. F = Fundo – FR- Frequência. FO = Frequência de Ocorrência. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID.*

Espécies exóticas e ameaçadas

Considerando como referência o Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil (MMA, 2016), no conjunto de todos os táxons fitoplanctônicos inventariados, foi registrada apenas a ocorrência da espécie *Microcystis aeruginosa*, que é considerada criptogênica (com origem biogeográfica desconhecida ou incerta). Essa espécie foi registrada no açude Edson Queiroz (P10), em novembro/2020, e adicionalmente houve registro de *Microcystis* sp. neste açude nas três campanhas. A ampla revisão da literatura conduzida por Fernandes (2022) apontou essa espécie como uma das mais comumente registradas no Ceará. Segundo MMA (2016), a origem de *Microcystis aeruginosa* é desconhecida, mas possivelmente seja uma espécie nativa que está apresentando explosões populacionais em função dos elevados níveis de eutrofização dos corpos d'água. Os registros apontaram a ocorrência desta espécie em diversos continentes e em reservatórios das regiões sul, sudeste e nordeste do Brasil. No Nordeste, a espécie foi encontrada no reservatório de Tapacura, no Ceará, no estuário de Manguaba, em Alagoas, e no reservatório de Marechal Dutra, no Rio Grande do Norte.

O rompimento das células de *M. aeruginosa* altera o gosto e o odor da água e, se presente em grandes densidades, em sistemas eutrofizados, pode causar toxicidade. Suas hepatotoxinas podem também ser prejudiciais à saúde humana, sobretudo, se as florações ocorrerem em represas para abastecimento e consumo de água humano (MMA, 2016).

Nas coletas efetuadas no ano de 2011, exemplares de *Microcystis* sp. foram registradas também nos açudes do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba), da Laís e Edson Queiroz (ARCADIS LOGOS, 2014).

Os grupos fitoplanctônicos registrados nos açudes amostrados ao longo das três campanhas não enquadrados em categorias de ameaça, tendo como base as diretrizes da Portaria do Ministério do Meio Ambiente - MMA nº 354/2023, que apresenta as diretrizes para a categorização das espécies da flora e da fauna brasileira ameaçadas de extinção.

A.2. Análise quantitativa

Densidade numérica e abundância relativa

Nos ecossistemas aquáticos, a densidade numérica e a abundância relativa dos grupos fitoplanctônicos são determinadas especialmente pela dinâmica de interações entre as características fisiológicas das algas e dos fatores abióticos, que influenciam a produtividade primária do fitoplâncton, além da composição e abundância de seres zooplanctônicos e bentônicos.

Nos açudes amostrados, a densidade mínima do fitoplâncton (457 org./mL) foi detectada no açude da Laís (P09, em abr/23), enquanto a máxima de 9.104 org./mL foi no açude Edson Queiroz (P10), em fev/21 (Figura 11.2.2-111). Considerando apenas os resultados da estação seca (nov/20), nota-se que houve uma variação acentuada na densidade neste período, entre 1.530 org./mL (açude do riacho Camurutim - P01) e 6.669 org./mL (açude da Laís, P09). No pico da estação chuvosa (abr/23) há uma tendência de redução na densidade, em comparação ao período seco, com variação entre 457 org./mL (P09) e 3.458 org./mL (açude do riacho da Gangorra - P08). A ocorrência de chuvas previamente à essa coleta tende a promover o aumento na turbidez e a maior instabilidade no sistema aquático, o que pode interferir no fitoplâncton. Em contraste, na estação seca a maior estabilidade dos ambientes tende a resultar em melhor desenvolvimento de vários grupos de algas em detrimento das exclusivamente oportunistas.

As análises da qualidade da água das três campanhas realizadas nos açudes (item 11.1.9) mostraram níveis de turbidez em conformidade com o padrão legal, mesmo no período chuvoso, o que pode ser indicativo do processo de decantação de sólidos favorecido em ambientes lênticos. Os níveis de cor verdadeira nas águas também atenderam ao padrão legal (Resolução CONAMA n.º 357/05), nas duas primeiras coletas, porém, em abril/2023 houve não conformidade em três dos cinco ambientes amostrados (remanso e barragem do açude do riacho Camurutim - P01 e P02 e açude da Laís – P09), provavelmente pela ocorrência de chuvas.

As concentrações de clorofila-*a*, indicadora do estado fisiológico do fitoplâncton, apresentaram variação entre as campanhas, com mínimo de 3,17 µg/L (P01- açude do riacho Camurutim – nov/2020) e máximo 17,2 µg/L (P02- açude do riacho Camurutim – fevereiro/2021), atendendo ao limite da legislação em todos os açudes nas três campanhas. Contudo, os resultados das análises de fósforo apontam para o processo de eutrofização nos açudes, com extrapolação do padrão estabelecido pela legislação, na maioria dos pontos amostrados em pelo menos uma das campanhas. Conforme detalhado no item 11.1.9, esse resultado provavelmente se relaciona à decomposição de material orgânico acumulado no corpo hídrico, além da possível associação com a matriz geológica regional, rica em fosfato.

O diagnóstico de geologia (item 11.1.7) cita que, de acordo com Veríssimo e colaboradores (2016), as mineralizações de interesse na região ocorrem em três minerais de fosfato. Acredita-se que o fósforo é de origem sedimentar, associada a depósitos de fosforito no mesmo ambiente de deposição do Grupo Itataia, mas que foi remobilizado e reconcentrado em eventos posteriores. Cabe indicar ainda que o açude Edson Queiroz é receptor de efluentes das comunidades urbanas e rurais situadas no entorno o que

potencializa o incremento deste nutriente. Além disso, segundo Santos *et al.* (2014), os açudes rasos, como a maioria dos amostrados nas três campanhas, são particularmente suscetíveis à mistura turbulenta induzida pela ação do vento, de forma que os processos convectivos podem ser responsáveis por uma carga interna de nutrientes e de material particulado a partir da ressuspensão do sedimento de fundo.

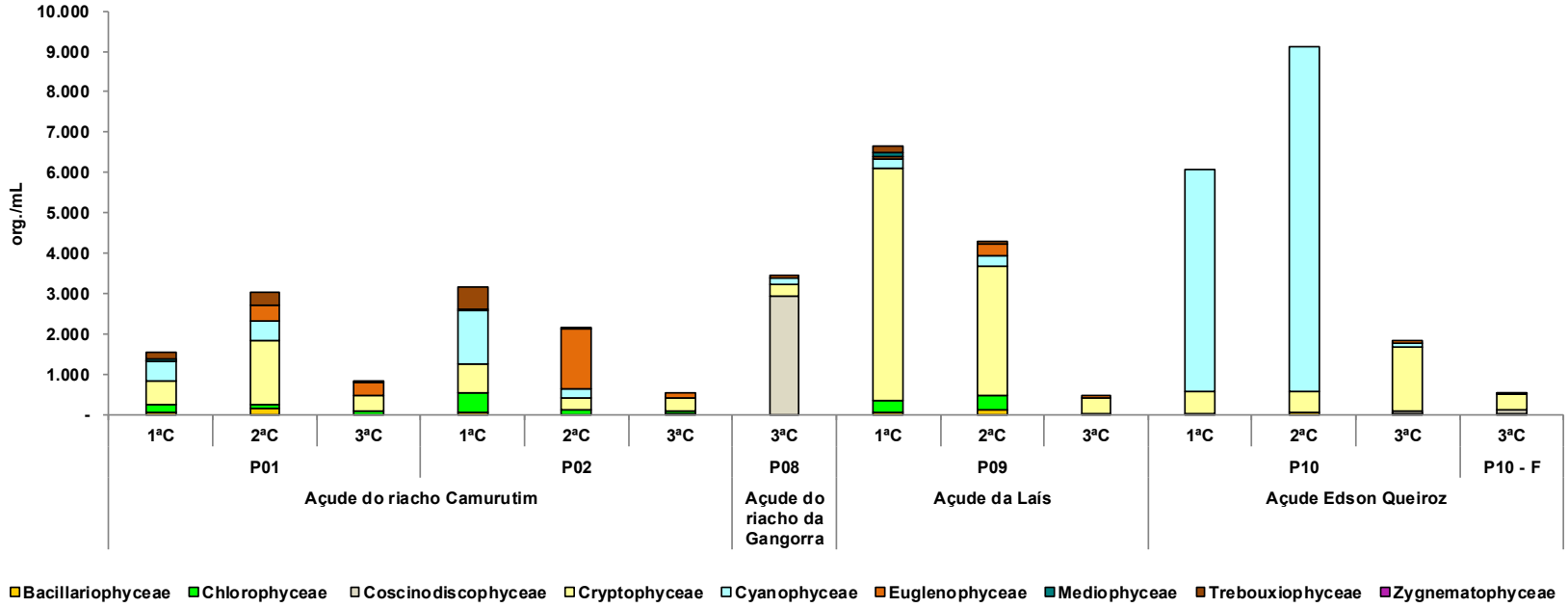


Figura 11.2.2-111 - Densidade numérica do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. Elaboração: Econsult, 2023.

De modo geral, há uma alternância no padrão de dominância entre os açudes amostrados ao longo das campanhas. No açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba), a densidade máxima foi de 3.150 org./mL (P02, nov/20), devido principalmente às contribuições da cianobactéria *Cyanogranis* sp., com 42% de abundância. Nesse açude, além das cianobactérias, destacaram-se ainda em termos de densidade e de abundância as Cryptophyceae, que atingiram máximo de 1.569 org./mL (52% de abundância, em P01, em fev/21), atingindo 60% de abundância em P02 (abr/23). As algas Euglenophyceae também se sobressaíram neste açude, principalmente em P02 (fev/21, com 1.481 org.mL e 69% de abundância).

No açude do riacho da Gangorra (P08) houve ampla dominância da diatomácea Coscinodiscophyceae, com 2.918 org./mL (84%), devido à espécie *Aulacoseira granulata*. Essa espécie está associada às alterações físicas do sistema, como turbulência e diminuição da disponibilidade de luz, condição que tende a ocorrer na estação chuvosa (SALMASO & PADISÁK, 2007COSTA-BÖDDEKER *et al.*, 2012). As espécies do gênero *Aulacoseira* apresentam estratégias adaptativas como morfologia cêntrica e filamentosa, maior possibilidade de flutuação, alta razão superfície/volume e maior área para captar a energia solar (SIVER & KLING, 1997). Também estão comumente associados a ambientes mesotróficos a eutróficos, apresentando densidade reduzida em corpos oligotróficos de água (NEGRO *et al.*, 2000; TAYLOR *et al.*, 2007).

No açude da Laís (P09), as maiores densidades estiveram relacionadas as duas primeiras coletas, com máximo de 6.669 org./mL (nov/20), ocorrendo predomínio de Cryptophyceae, que foi responsável por 87 e 75% da abundância nestas duas amostragens. Embora na terceira campanha tenha ocorrido uma redução na densidade (457 org./mL) ainda assim as criptofíceas se mantiveram como grupo dominante (90%).

No açude Edson Queiroz (P10) houve supremacia de Cyanophyceae, nas duas primeiras coletas, com as densidades de 5.500 org./mL, na primeira campanha, e 8.550 org./mL, na segunda, com 91 e 94% de abundância, respectivamente. Contudo, em abr/23 (período chuvoso), nota-se que, além da diminuição na densidade total do fitoplâncton houve alteração no padrão de dominância, sendo as Cryptophyceae as mais abundantes, tanto na camada superficial (86%) como na porção de fundo (74%).

As criptofíceas são consideradas oportunistas, aumentando sua densidade quando a das demais algas decrescem. Oliveira & Calheiros (2000) associaram a dominância de Cryptophyceae às condições adversas para o desenvolvimento de algas de outros grupos, como baixa disponibilidade de nutrientes. Segundo Klaveness (1988), elas ocorrem em diversos sistemas aquáticos, com picos de desenvolvimento depois de perturbações e

misturas ocasionadas por vento ou precipitação. Isaksson (1998) relatou sua capacidade de absorver compostos dissolvidos no meio, podendo crescer em baixas luminosidades. Dias (2007) ao avaliar a composição e abundância do fitoplâncton em um ambiente de rio e lagunar detectou que a composição florística foi marcada por espécies C-estrategistas, representadas principalmente por criptofíceas e crisofíceas, características de ambientes rasos, turbulentos e com elevada turbidez. Assim, as características oportunistas das criptofíceas parecem ter favorecido seu predomínio na maioria dos pontos e campanhas, sobretudo no período chuvoso.

O desenvolvimento das cianobactérias no ambiente aquático é influenciado por várias condições, mas, dentre os fatores-chave para o sucesso reprodutivo desses organismos, destaca-se sua estabilidade da coluna da água, que em várias espécies ocorre devido à presença de vacúolos gasosos (aerótopos), permitindo que as células regulem sua flutuação em resposta à disponibilidade de luz e de nutrientes (KLEMER & KONOPKA, 1989). Além de tolerarem elevadas temperaturas e maior incidência de radiação ultravioleta, as cianobactérias podem utilizar várias formas de nitrogênio disponíveis no sistema aquático, como nitrato e amônia, ou gás nitrogênio presente na atmosfera, característica exclusiva desse grupo do fitoplâncton, conforme citado anteriormente, conferindo vantagem para seu desenvolvimento (WHITTON, 1992).

No geral, as euglenofíceas ocorrem em águas ricas em substâncias orgânicas, provenientes do desenvolvimento excessivo de macrófitas aquáticas ou do lançamento de efluentes sem tratamento, principalmente em ambientes de menor correnteza e com disponibilidade de compostos nitrogenados. Conforme citado, essas algas se sobressaíram no açude Camurutim (P02, fev/21), cabendo indicar que esse açude, nesta campanha, apresentou a maior concentração de matéria orgânica, expressa em termos de DBO, dentre os pontos, superando o padrão da Resolução CONAMA n.° 357/05, com 7,6 mg/L (Item Referencial metodológico).

Os levantamentos efetuados no ano de 2011 (ARCADIS, 2014) evidenciaram ampla variação na densidade, com mínimos de 332 org./mL, no açude do riacho da Gangorra – primeira campanha (o qual estava seco nas amostragens mais recentes), e 486 org./mL (açude da Laís – quarta campanha), atingindo picos de até 29.598 org./mL no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P02- primeira campanha). Na maioria das campanhas e pontos, houve dominância de cianobactérias. Assim, os dados apontam que nas três últimas amostragens (nov/20, fev/21 e abr/23) houve diminuição na densidade, inclusive de cianobactérias, em relação ao padrão obtido em 2011, o que representa um aspecto positivo e pode ser indicativo de redução no grau de trofia em

comparação ao período anterior. Essa diminuição ficou ainda mais evidente em abr/23, possivelmente pelo efeito diluidor das chuvas que antecederam essa coleta.

Na Figura 11.2.2-112 consta a profundidade da zona eufótica em cada açude amostrado e a respectiva densidade da comunidade fitoplanctônica nas distintas campanhas. Os pontos localizados nos açudes do riacho Camurutim (P01 e P02) e da Lais (P09) apresentaram baixa profundidade com zonas eufóticas praticamente coincidentes, nas duas primeiras campanhas, sendo que a penetração da luz na coluna d'água atingiu a porção mais profunda desses corpos d'água, porém, na terceira campanha a zona eufótica esteve restrita às camadas mais superficiais. O açude Edson Queiroz, que apresenta maior profundidade, a zona eufótica se manteve até 2 m, nas duas primeiras campanhas, e até 4,6 m, na última campanha, o que aponta que a penetração da luz neste corpo hídrico se mantém nas camadas mais superficiais da coluna d'água.

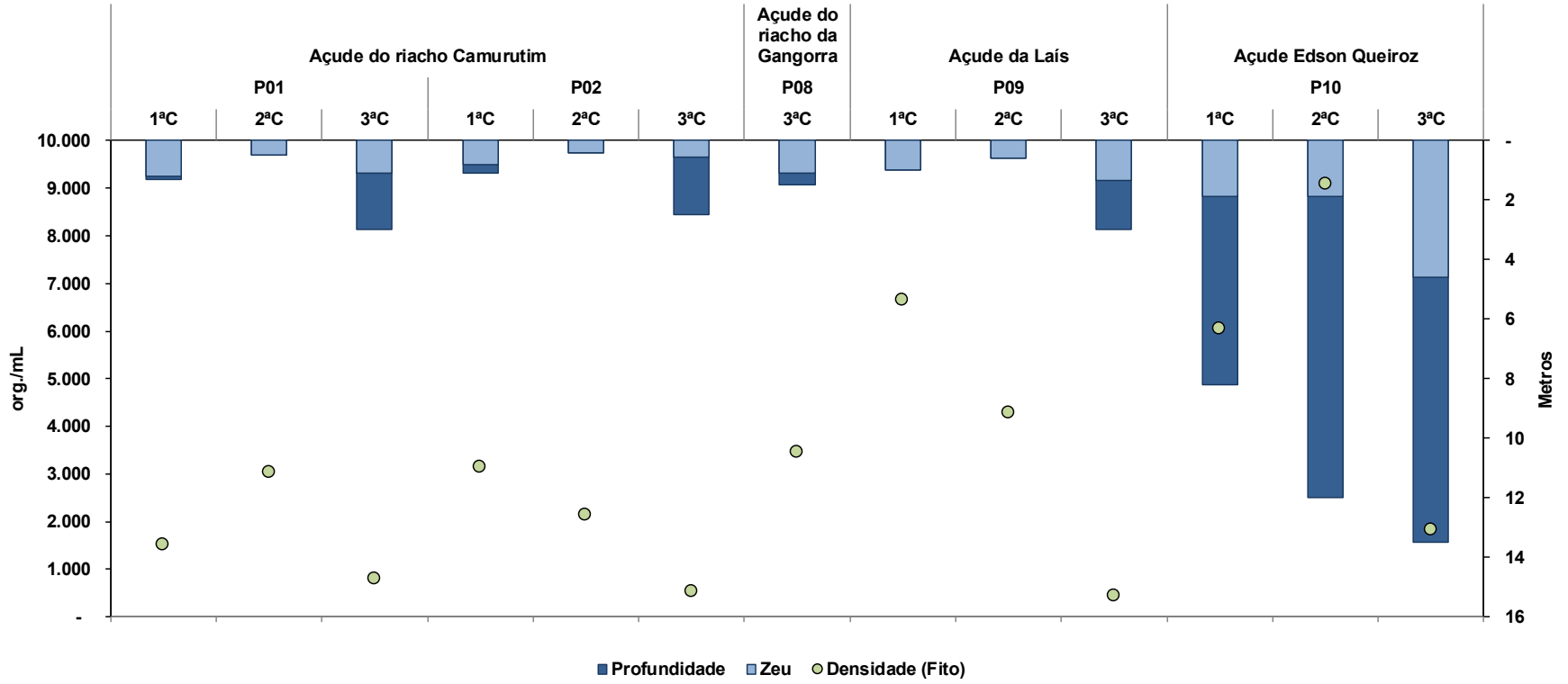


Figura 11.2.2-112: Profundidade da zona eufótica (Zeu) e densidade do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

Em síntese, considerando as informações abordadas anteriormente e sintetizadas na Figura 11.2.2-130, as criptofíceas apresentaram as maiores abundâncias relativas, sobretudo nos açudes da Laís (três campanhas) e Edson Queiroz (abr/23). As cianobactérias foram dominantes no açude Edson Queiroz (P10), nas duas primeiras coletas. As euglenofíceas se destacaram em termos de abundância relativa no ponto P02, em fev/21, e as coscinodiscofíceas no açude do riacho da Gangorra (P08, em abr/23), enquanto os demais grupos tiveram reduzida participação em termos de abundância.

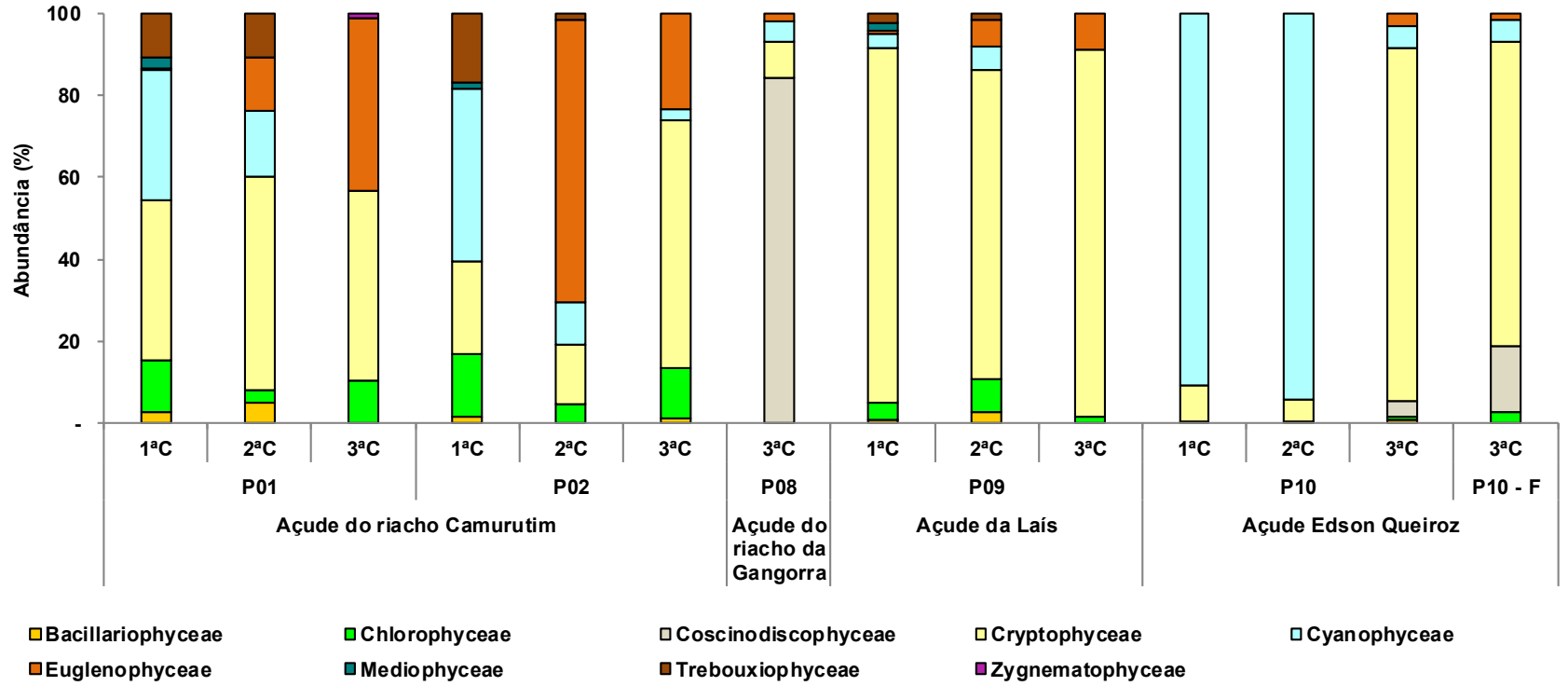


Figura 11.2.2-113: Abundância relativa do fitoplâncton - PSQ - nov/20 (1ª C), fev/21 (2ª C) e abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. Elaboração: Econsult, 2023.

Quadro 11.2.2-11 - Densidade do fitoplâncton - PSQ - nov/20 (1ª C), fev/21 (2ª C) e abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10 - F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./ML													
Bacillariophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amphora sp.	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphonema sp.	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naviculales	12	-	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-
Navicula sp.	-	42	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sp.	18	14	-	-	-	7	-	-	126	-	-	-	14	-
Stauroneis sp.	12	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulnaria ulna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-	-
Subtotal	42	155	-	49	-	7	-	56	126	-	-	46	14	-
Chlorophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlamydomonas sp.	-	71	-	-	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coelastrum microporum	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desmodesmus sp.	6	28	54	-	33	67	-	56	63	-	-	-	-	-
Monoraphidium arcuatum	188	-	-	490	-	-	-	222	-	-	-	-	-	14

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10 - F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./ML													
Monoraphidium contortum	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-
Monoraphidium griffithii	-	-	14	-	-	-	-	-	-	7	30	-	14	-
Scenedesmus sp.	-	-	7	-	-	-	-	-	221	-	-	-	-	-
Stauridium tetras	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-
Subtotal	194	99	86	490	100	67	-	278	348	7	30	-	14	14
Coscinodiscophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aulacoseira granulata	-	-	-	-	-	-	2.918	-	-	-	-	-	71	86
Subtotal	-	-	-	-	-	-	2.918	-	-	-	-	-	71	86
Cryptophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cryptophyceae	594	1.569	368	711	316	327	294	5.779	3.217	410	532	508	1.526	391
Cryptomonas sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	-
Subtotal	594	1.569	372	711	316	327	294	5.779	3.217	410	532	508	1.583	391
Cyanophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aphanocapsa sp.	-	57	-	-	17	-	-	-	126	-	384	231	42	18
Coelomoron sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	185	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10 - F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./ML													
Cyanogranis sp.	488	438	-	1.324	208	-	-	222	-	-	384	508	-	-
Dolichospermum sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	237	-	-	-
Geitlerinema sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	-	-
Merismopedia sp.	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	30	-	-	-
Microcystis sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	185	28	-
Nostocaceae	-	-	-	-	-	-	172	-	-	-	-	-	14	-
Planktothrix sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.898	1.571	14	11
Pseudanabaena sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	126	-	1.449	-	-	-
Raphidiopsis sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.824	-	-
Subtotal	488	495	-	1.324	225	15	172	222	252	-	5.500	8.550	98	29
Euglenophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euglena sp.	-	14	-	-	33	-	-	-	32	-	-	-	-	-
Lepocinclis acus	-	14	-	-	42	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepocinclis ovum	-	14	-	-	848	-	-	-	63	-	-	-	-	-
Lepocinclis sp.	-	-	22	-	8	45	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10 - F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./ML													
Monomorphina pyrum	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phacus sp.	-	28	25	-	433	-	-	-	189	-	-	-	-	-
Phacus sp. 3	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strombomonas sp.	-	325	-	-	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas volvocina	6	-	285	-	17	78	25	56	-	40	-	-	42	4
Trachelomonas volvocinopsis	-	-	-	-	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-
Trachelomonas sp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	4
Subtotal	6	395	340	-	1.481	127	74	56	284	40	-	-	56	8
Mediophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thalassiosira sp.	41	-	-	49	-	-	-	111	-	-	-	-	-	-
Subtotal	41	-	-	49	-	-	-	111	-	-	-	-	-	-
Trebouxiophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorella sp.	-	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crucigenia sp.	165	-	-	527	-	-	-	167	-	-	-	-	-	-
Dictyosphaerium sp.	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10 - F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./ML													
Willea crucifera	-	155	-	-	25	-	-	-	63	-	-	-	-	-
Subtotal	165	325	-	527	33	-	-	167	63	-	-	-	-	-
Zygnematophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetraplektron sp.	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.530	3.038	809	3.150	2.155	543	3.458	6.669	4.290	457	6.062	9.104	1.836	528

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. F= Fundo. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

A densidade de células de cianobactérias variou entre 1.581 cél./mL, no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P02), e 193.432 cél./mL, no açude Edson Queiroz (P10), ambos na segunda campanha (Figura 11.2.2-114). Apenas no açude Edson Queiroz (P10) houve extrapolação do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n.° 357/05 para águas doces classe 2 (50.000 cél./mL), em nov/20 e fev/21. Essa circunstância representa maior risco de liberação no ambiente de substâncias potencialmente tóxicas, processo que pode ser desencadeado quando a concentração total de uma única espécie é igual ou superior a 20.000 cél./mL, indicando ocorrência de florações (SANT'ANNA, 2006). Ainda, detectou-se floração de *Raphidiopsis* sp. e *Planktothrix* sp., atingindo 104.827 e 70.717 cél./mL, respectivamente, ambas na segunda campanha. Conforme citado anteriormente, esses gêneros, em eventos de florações, apresentam potencial de produzir cianotoxinas (SILVA, 2009; CETESB, 2013).

Assim, durante as três campanhas houve atendimento ao padrão da legislação (Resolução CONAMA n.° 357/05), na maioria dos açudes e das campanhas. Na última coleta, houve redução na densidade de cianobactérias, possivelmente em função das chuvas que podem ter tido um efeito diluidor.

Cabe apontar que nas amostragens efetuadas no ano de 2011 também houve registro de florações e ultrapassagem dos limites da legislação, em todos ao açudes, em pelo menos uma das campanhas realizadas. No açude Edson Queiroz (P10) detectou-se o máximo de 272.331 cél./mL (quarta campanha). As cianobactérias dos gêneros *Cylindrospermopsis* e *Planktothrix* foram as mais abundantes. Conforme citado, Chaves (2013) também reportou essas duas espécies como dominantes em um açude na bacia do Curu e apontou que *Cylindrospermopsis raciborskii* é uma das principais espécies responsáveis por florações em ecossistemas aquáticos do semiárido nordestino.

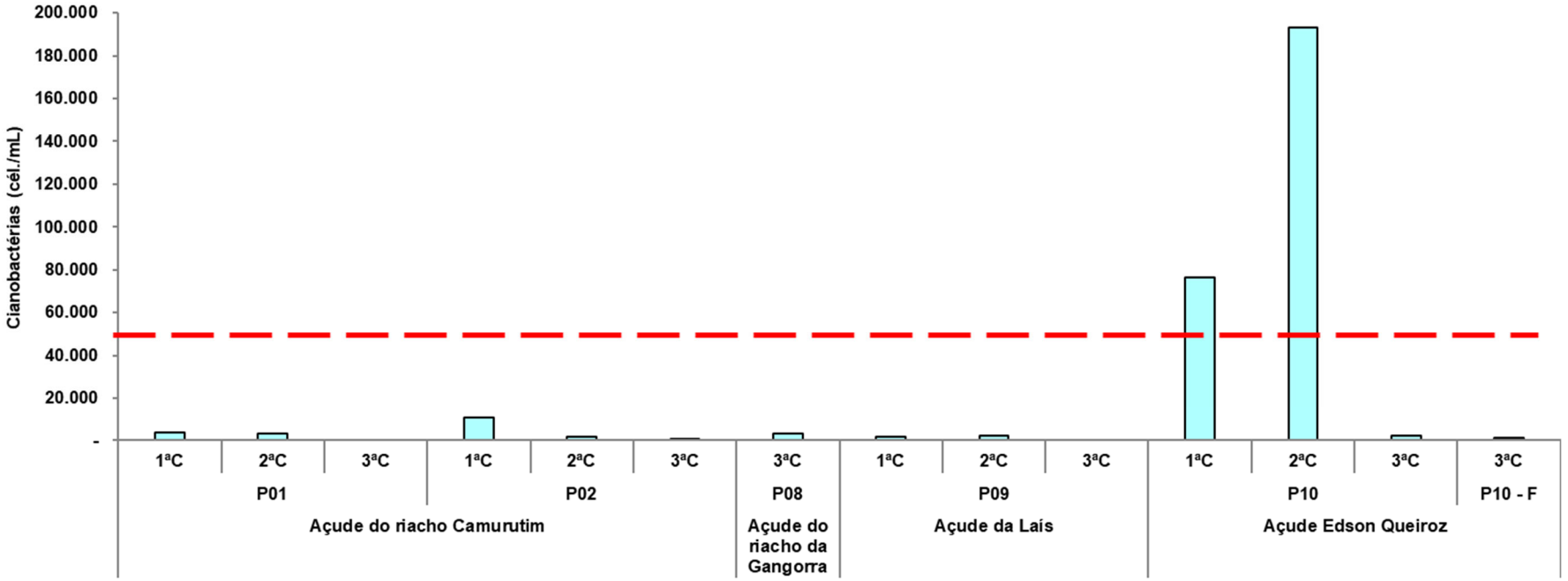


Figura 11.2.2-114 - Densidade de células de cianobactérias – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. A linha vermelha representa o Valor Máximo Permitido pelo Resolução CONAMA 357/05. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. Elaboração: Econsult, 2023.

Em síntese, os dados quantitativos mostram uma ampla flutuação na densidade, prevalecendo a dominância de algas oportunistas, como criptofíceas e cianobactérias. A ampla dominância cianobactérias no semiárido nordestino foi reportada também em alguns dos levantamentos detalhados na AII, a exemplo de UFPE (2017). Segundo Lima (2016), em geral, os açudes da região semiárida são influenciados por fatores climáticos e por condições hidrológicas que tornam esses ecossistemas vulneráveis ao processo de eutrofização e à dominância e persistência de cianobactérias. Em período de seca prolongada, com forte déficit hídrico, a redução da qualidade da água, avaliada pelas condições tróficas e por atributos biológicos das assembleias de fitoplâncton, é mais intensa.

Índices de diversidade e equitabilidade

No período seco (nov/20), foi verificada diversidade acima de 2 bits.ind^{-1}, na maioria dos pontos da rede de amostragem, sendo exceção o açude da Laís (P09), com 0,91 bits.ind^{-1}. Na amostragem seguinte (fev/21), no período chuvoso, a diversidade decaiu para valores entre 1,61 bits.ind^{-1} (P09) e 2,67 bits.ind^{-1} (P02) e no pico do período chuvoso (abr/23) a diversidade diminuiu ainda mais para valores entre 0,54 bits.ind^{-1} (P09) e 2,05 bits.ind^{-1} (P01), resultado influenciado principalmente pela alta dominância de criptofíceas, em abr/23. Dentre os açudes amostrados o riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) tendeu a reunir a maior diversidade ao longo das três campanhas (Figura 11.2.2-115).

Um padrão similar foi observado para equitabilidade, com valores acima de 0,6 na maioria das campanhas no açude do riacho Camurutim. Nos demais açudes, a equitabilidade se manteve baixa, em torno de 0,4, estando os menores valores relacionados ao açude da Laís (P09), o que reflete a elevada dominância das Cryptophyceae. Esse grupo contribuiu ainda para a baixa equitabilidade no açude Edson Queiroz, na última campanha (Figura 11.2.2-115).

Nas amostragens realizadas no ano de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), a diversidade de espécies se manteve na maioria dos pontos <2 bits.ind^{-1}, o que sugere que nas campanhas mais recentes houve melhoria neste indicador. Os resultados de equitabilidade permaneceram acima de 0,5, na maior parte dos açudes analisados.

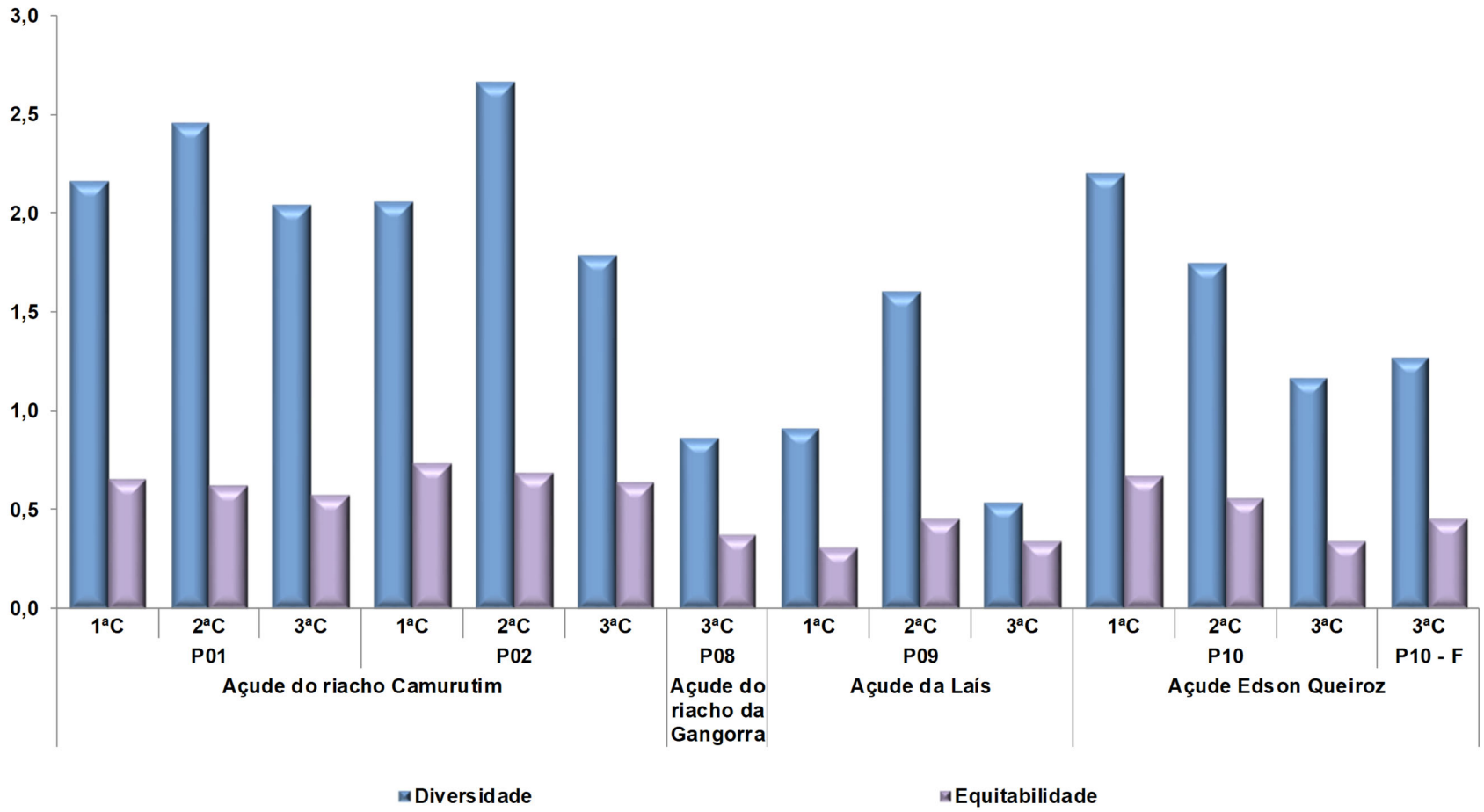


Figura 11.2.2-115 - Índice de diversidade e equitabilidade do fitoplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. Elaboração: Econsult, 2023.

Índice de similaridade

A avaliação dos padrões de semelhança da comunidade fitoplanctônica amostrada foi embasada no índice de similaridade de Bray-Curtis (Figura 11.2.2-116). Os resultados mostram a formação de dois clusters principais, o primeiro agrupando as amostras obtidas no açude Edson Queiroz, nas duas primeiras campanhas, porém, com baixo nível de similaridade (<0,4), o que é esperado uma vez que se trata de um açude de maior dimensão e com maior ocupação antrópica no entorno, dentre outros fatores.

O segundo cluster reuniu a maioria dos pontos, nas três campanhas, sendo notado um alto nível de similaridade entre as amostras da terceira campanha, realizada no período chuvoso, dos açudes da Laís (P09), Edson Queiroz (P10) e do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01 e P02). Estes locais tiveram em comum o predomínio de Cryptophyceae, algas tidas como oportunistas.

Dentre os ambientes amostrados, o açude do riacho da Gangorra (P08) se destacou como o ambiente mais distinto, não sendo reunido a nenhum cluster, em abr/23. Neste açude, houve predomínio da diatomácea *Aulacoseira granulata*. Em síntese, a análise de similaridade tendeu a reunir as amostras de uma mesma campanha, o que sugere influência da sazonalidade na estruturação da comunidade fitoplanctônica.

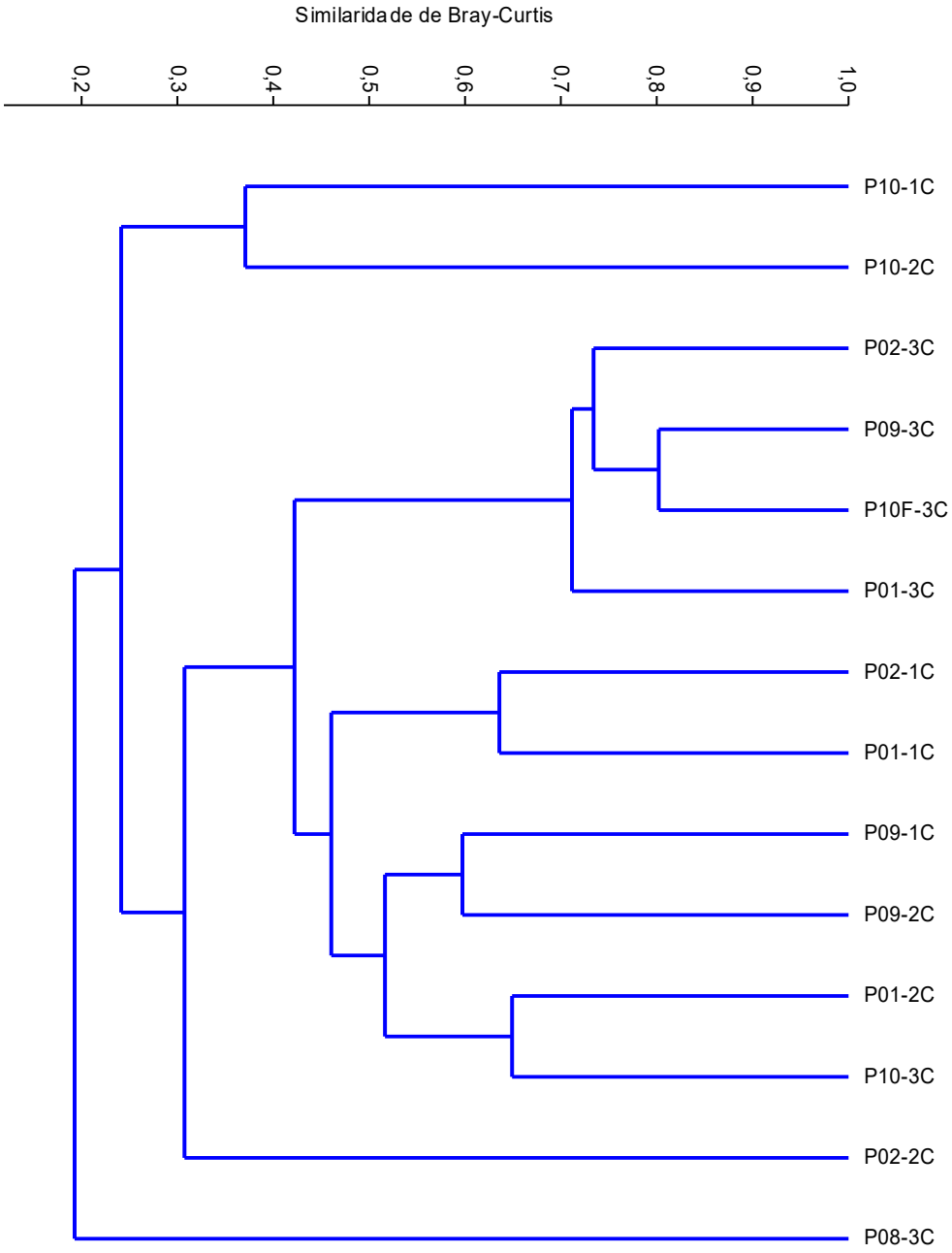


Figura 11.2.2-116 - Similaridade do fitoplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético = 0,8711

Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. Elaboração: Econsult, 2023.

B. Zooplâncton

B.1. Análise qualitativa

Composição taxonômica, riqueza de táxons e riqueza relativa

A comunidade zooplanctônica na área de influência do Projeto de Santa Quitéria, nas campanhas representativas dos períodos seco (nov/20) e chuvoso (fev/21 e abr/23), esteve representada por 61 táxons, pertencentes aos seguintes grupos taxonômicos: filo Rotifera (35); filo Arthropoda - subfilo Crustacea – classe Branchiopoda – subordem Cladocera (10), classe Maxillopoda - subclasse Copepoda - ordem Calanoida (4), ordem Cyclopoida (4), ordem Harpacticoida (2), classe Ostracoda (1), filo Protozoa - subfilo Sarcodina – classe Lobosa - ordem Arcellinida (4), e filo Ciliophora - classe Ciliatea – ordem Peritrichida – subordem Sessilina (1).

Na primeira campanha, realizada durante o período seco, observou-se um total de 31 táxons, com aumento no período chuvoso para 43 táxons (fev/21) e 48 táxons (abr/23). No conjunto das campanhas, essa comunidade foi predominantemente composta por táxons de Rotifera, com 57,4% do total. Em seguida, destaca-se a participação dos microcrustáceos (34%), incluindo os cladóceros (Cladocera) com 16,4% junto aos copépodos calanóides (Calanoida) e ciclopóides (Cyclopoida) com 6,6% cada, os copépodos harpacticóides (Harpacticoida) com 3,3% e os ostrácodos (Ostracoda) com 1,6%, além dos Protozoa, com 6,6% e dos Ciliophora, com 1,6% (Figura 11.2.2-117).

Várias pesquisas desenvolvidas na América do Sul apontam os rotíferos (filo Rotifera) como o grupo de maior riqueza específica do zooplâncton (ROBERTSON & HARDY, 1984; VÁSQUEZ & REY, 1989; PAGGI & JOSÉ DE PAGGI, 1990; LANSAC-TÔHA *et al.*, 1997). Esses seres possuem hábito filtrador, alimentando-se de bactérias, de pequenas algas e de matéria orgânica particulada. Eles possuem um ciclo de vida curto e uma consequente taxa de renovação populacional elevada, o que representa uma vantagem competitiva frente a condições de instabilidade do meio aquático, pois a comunidade se adapta mais rapidamente às mudanças no regime hídrico e às alterações na qualidade da água. A riqueza relativa dos rotíferos foi mais elevada no período chuvoso (abr/23), com 62,5%, em comparação ao período seco (nov/20), com 48,4%.

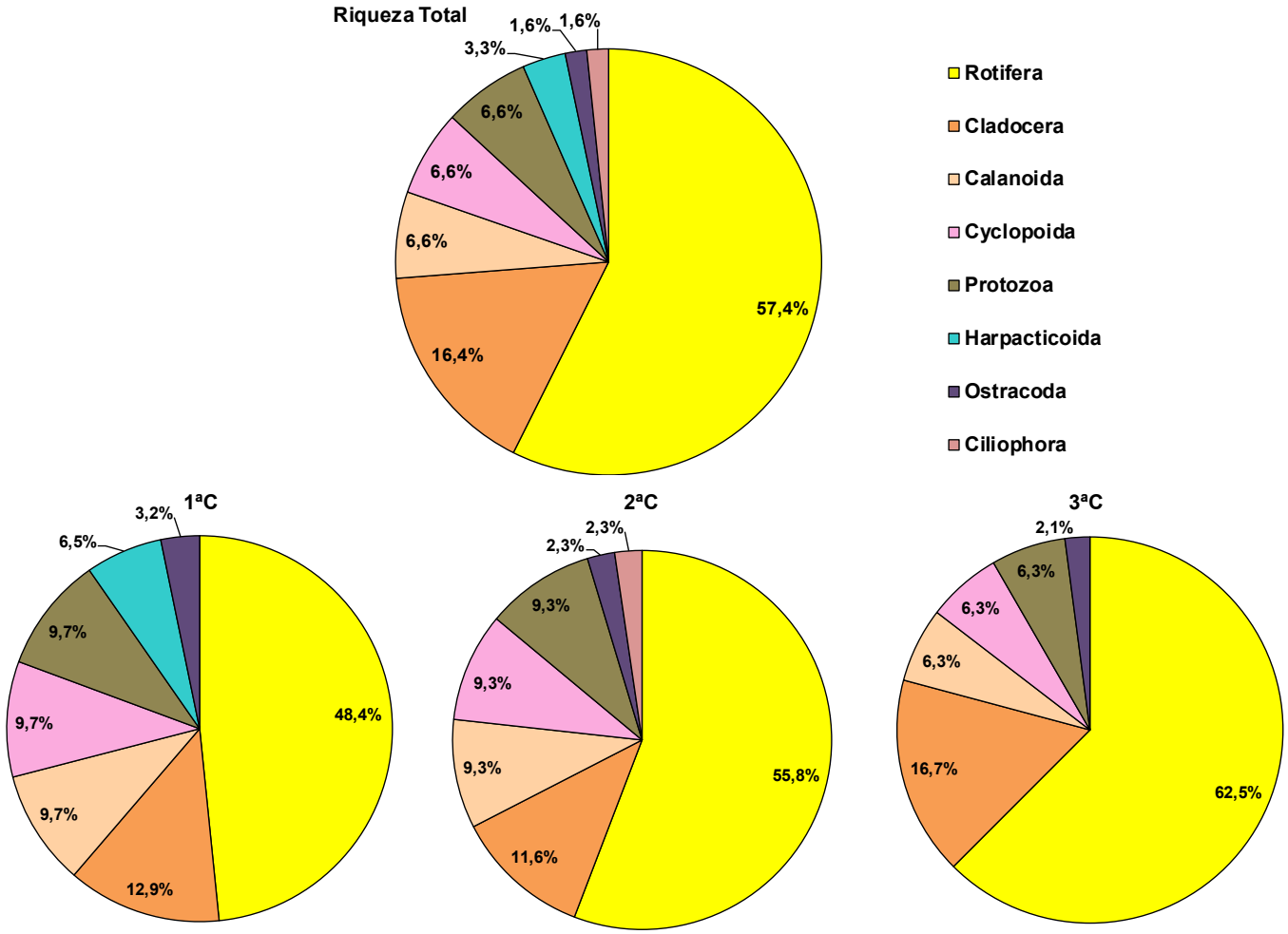


Figura 11.2.2-117 - Riqueza relativa do zooplâncton - PSQ, considerando os dados consolidados e das campanhas individuais - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

Do total de todos táxons de rotíferos amostrados (35 táxons), a maioria (32 táxons) é componente da subclasse Monogononta. Essa subclasse envolve cerca de 90% das espécies de rotíferos conhecidas, compreendendo exemplares de hábitos livre-natantes ou sésseis. Dentre os Monogononta, a família Brachionidae foi a mais especiosa, contribuindo com 13 espécies integrantes de quatro gêneros (*Brachionus, Keratella, Plationus* e *Platyias*).

Essa família é caracterizada pelo hábito planctônico e considerada uma das mais importantes do zooplâncton de águas continentais (ALMEIDA *et al.*, 2006). Os exemplares dos gêneros citados acima constituem uma associação zooplanctônica tipicamente tropical, composta por organismos oportunistas, comumente encontrados em águas enriquecidas por nutrientes (LOUREIRO *et al.*, 2011).

Os microcrustáceos cladóceros (subordem Cladocera), segundo grupo com maior participação na riqueza específica do total de táxons identificados do zooplâncton na rede de amostragem (16,4%). Esses microcrustáceos tiveram maior riqueza relativa (16,7%), no período chuvoso (abr/23). Em geral, reúnem seres de formas e tamanhos muito variados (0,2 a 3,0 mm), cuja filtração de partículas é sua forma principal de alimentação, e apenas algumas espécies são consideradas predadoras.

Segundo Pennak (1978), os cladóceros tendem a ocorrer em sistemas aquáticos oligotróficos, onde o fitoplâncton é composto por partículas de menor tamanho, adequadas para filtração, e em ambientes nos quais praticamente não há variações bruscas de oxigênio, que são mais bem toleradas por copépodes e rotíferos. Contudo, alguns exemplares de cladóceros apresentam tolerância em ambientes eutrofizados, como algumas espécies do gênero *Bosmina*.

Na rede de amostragem do PSQ, os cladóceros englobaram espécies e morfoespécies das famílias Bosminidae (*Bosmina* sp.), Chydoridae, Daphniidae (gêneros *Ceriodaphnia* e *Daphnia*), Macrothricidae (*Macrothrix* sp.), Moinidae (*Moina* sp.) e Sididae (*Diaphanosoma* sp. e *D. spinulosum*). Dentre estes, Walseng *et al.* (2001) cita o gênero *Diaphanosoma* como um cladócero tropical com pequena tolerância à eutrofizacão, sendo a espécie *D. spinulosum* reconhecida como uma boa indicadora da condição trófica. Esta espécie esteve presente tanto no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) quanto no Edson Queiroz, nas duas primeiras campanhas. *Ceriodaphnia silvestrii* é utilizada em ensaios ecotoxicológicos, sendo muito comum em sistemas lênticos e considerada sensível às alterações no meio aquático (INAFUKO, 2011). Essa espécie teve ocorrência no açude Edson Queiroz (P10) em todas as campanhas, além de ter sido observado no açude do riacho da Gangorra (3ª C).

Os copépodes compreenderam as ordens Calanoida (6,6%), Cyclopoida (6,6%) e Harpacticoida (3,3%), perfazendo, em conjunto, 16,4% do total de táxons amostrados. Algumas espécies da ordem Cyclopoida suportam déficits de oxigênio e maior grau de trofia, motivos pelos quais, em geral, são preponderantes sobre os calanóides em corpos hídricos eutrofizados (TUNDISI *et al.*, 1988). Quando adultos, os ciclopóides geralmente são predadores, de hábitos raptoriais, capturando presas como microcrustáceos, larvas de dípteros, nematódeos e oligoquetos. Na rede amostral do PSQ, foram encontrados ciclopóides adultos da família Cyclopidae (*Thermocyclops* sp.) e de um táxon não identificado, além das formas juvenis de náuplios e copepoditos.

Os calanóides (ordem Calanoida) também estiveram representados por organismos juvenis (náuplios e copepoditos) e por calanóides adultos da família Diaptomidae (*Notodiaptomus* sp.) e um táxon não identificado desse grupo. Essa ordem possui hábito filtrador e contribui com maior biomassa no meio aquático, servindo de alimento para níveis superiores da cadeia trófica, como alevinos e peixes planctófagos. Os integrantes da ordem Harpacticoida, representada por organismos juvenis (náuplios e copepoditos), estiveram presentes na primeira campanha, realizada em período seco, e ausentes durante as campanhas subsequentes, realizadas em período chuvoso.

Nas três campanhas foi registrada também a presença de um táxon da classe Ostracoda (ostrácodes), microcustáceo tipicamente bentônico com ocorrência esporádica no plâncton. Os protozoários (filo Protozoa) ocorreram em reduzida proporção na riqueza taxonômica, com 6,6% dos táxons identificados. Segundo Finlay & Esteban (1998), os protozoários de vida livre são caracterizados pela fagotrofia, embora alguns possam se nutrir por algum tipo de habilidade fotossintética. Em geral, ambientes enriquecidos com matéria orgânica tendem a favorecer o desenvolvimento de bactérias das quais os protozoários se alimentam.

Os protozoários registrados nos açudes avaliados são integrantes da ordem Arcellinida (*Arcella* spp., *Centropyxis* cf. *aculeata*, *Centropyxis* spp. e *Difflugia* spp.), que compreende amebas que possuem o citoplasma fechado em uma teca e são associadas preferencialmente à vegetação litorânea e ao sedimento, podendo ocorrer também no plâncton (TORRES, 1998; SCHIWIND *et al.*, 2013). Em geral, *Difflugia* e *Centropyxis* estão entre os protozoários de maior ocorrência nos ambientes aquáticos continentais (LANSAC-TÔHA *et al.*, 2000), indicando como um padrão comum o resultado obtido.

Em menor proporção (1,6%) foram registrados os cilióforos (filo Ciliophora), protozoários que possuem muitos cílios ou estruturas ciliares compostas como organelas locomotoras ou capturadoras de alimento, a maioria é de vida livre e se distribuem

largamente na água doce, marinha e em filmes de água do solo. Na área amostrada foi registrado o táxon da família Vorticellidae (*Vorticella* sp.), na segunda campanha (fev/21).

A análise espacial do zooplâncton indica variação nos valores de riqueza entre 10 táxons no açude do riacho da Gangorra (P08) e o máximo de 35 táxons no açude da Laís (P09), ambos na terceira campanha (abr/23; Figura 11.2.2-118). Esses resultados são superiores aos detectados nas amostragens efetuadas no ano de 2011, quando o valor máximo de riqueza foi obtido no açude Edson Queiroz (P10; 17 táxons), enquanto o mínimo foi registrado no açude da Laís (P09; 5 táxons). No conjunto das quatro coletas foram inventariados 37 táxons, a maioria do grupo dos rotíferos, 65% da riqueza total (ARCADIS LOGOS, 2014).

Em síntese, os dados obtidos nos açudes evidenciam uma maior importância de rotíferos, o que está de acordo com os resultados observados em outros levantamentos da região semiárida detalhados na AII, a exemplo do reportado pela UFPE (2017) que amostrou vários açudes da região semiárida. Nesta região, as acentuadas variações nos recursos hídricos, os baixos índices pluviométricos, bem como a elevada taxa de evaporação exercem importante papel na organização e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos, em que as espécies presentes desenvolvem estratégias de sobrevivência, que acarretam competições intra e interespecíficas, assim como alterações na estrutura das comunidades e na disponibilidade de recursos naturais (ANDREOLI & CARNEIRO, 2005). Assim, as características dos rotíferos, tais como ciclo de vida curto e elevada taxa de renovação populacional, possivelmente favoreceram para a maior riqueza nos açudes.

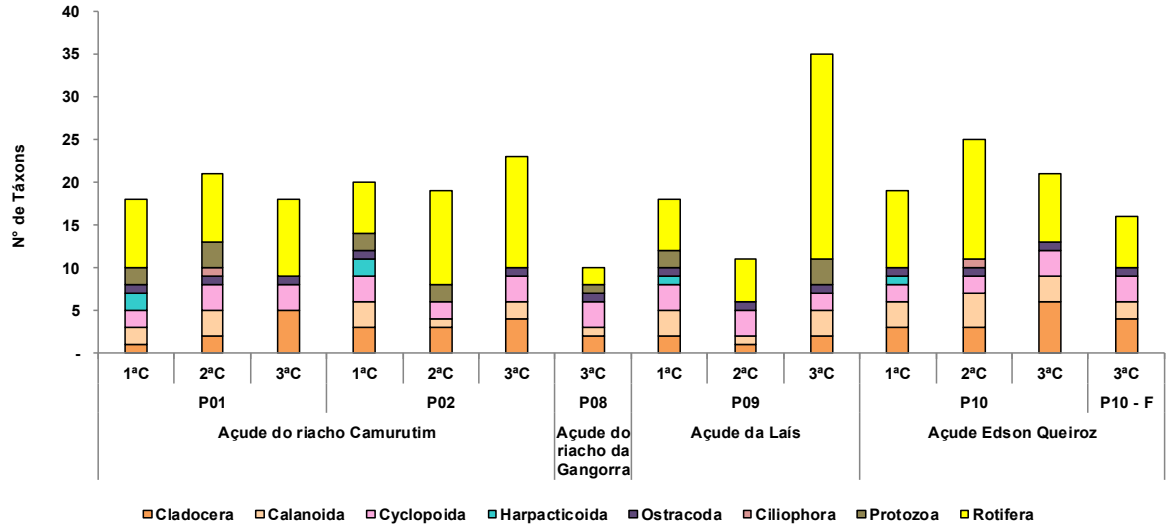


Figura 11.2.2-118 - Riqueza taxonômica do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha.

Elaboração: Econsult, 2023.

Distribuição espacial e frequência de ocorrência

Do total de 61 táxons inventariados, tiveram destaque em termos de frequência os náuplios e os copepoditos dos ciclopóides, com registro em todos os pontos e campanhas (100%), além do cladócero *Moina* sp., dos náuplios de calanóides e da classe Ostracoda, que ocorreram em 93% das amostras com presença em todos os açudes (Quadro 11.2.2-12), sendo considerados muito frequentes de acordo com a classificação de Souza *et al*. (2009), o que sugere elevada adaptabilidade às condições da região semiárida.

Se sobressaíram ainda em termos de frequência na área amostrada um total de 12 táxons, sendo oito desses rotíferos (*Brachionus angularis, B. calyciflorus, B. falcatus, Keratella tropica, Polyarthra* sp., *Testudinella patina, Hexarthra* sp. e *Conochilus* sp.), o cladócero *Diaphanosoma* sp., os copepoditos da ordem Calanoida e dois táxon não identificado em nível específico integrantes da ordem Calanoida e da ordem Cyclopoida, com ocorrência entre 50% e 80% das amostras, sendo considerados frequentes de acordo com Souza *et al*. (2009).

Dentre os táxons citados, os rotíferos *Brachionus falcatus, Brachionus calyciflorus e Keratella tropica* e tiveram ampla ocorrência na malha amostral em 2011. Esses táxons são destaque em outros estudos em território cearense (FREIRE, 2007), pois são oportunistas e podem se adaptar às diferentes condições ambientais. Exemplares de *Brachionus* e *Keratella* têm sido frequentemente associados a ambientes enriquecidos com nutrientes (DE CARLI *et al.*, 2018).

A maioria dos táxons (22) registrados ao longo das três campanhas realizadas entre 2020 e 2023 apresentou frequência de ocorrência entre 17 e 50% (pouco frequentes), demonstrando que não há diferenciação pronunciada em termos de composição taxonômica entre os açudes amostrados. Os demais táxons (22) se enquadraram na categoria esporádico (<17%), estando a sua presença restrita a uma única amostra, por exemplo o cladócero *Bosmina* sp., o calanóide *Notodiaptomus* sp., o ciclopóide *Thermocyclops* sp., além de rotíferos, a maioria dos quais também foi reportada nas coletas do ano de 2011.

Em seguida, fotos de alguns táxons registrados nas campanhas de amostragem do PSQ (Figura 11.2.2-119 e Figura 11.2.2-124).

Quadro 11.2.2-12: Distribuição espacial e frequência do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Filo ARTHROPODA																
Subfilo CRUSTACEA																
Classe Branchiopoda																
Subclasse Phyllopoda																
Ordem Diplostraca																
Subordem Cladocera																
Infraordem Anomopoda																
Família Bosminidae																
Bosmina sp.															1	7
Família Chydoridae																
Chydoridae N.I.															4	29
Família Daphniidae																
Ceriodaphnia cornuta cornuta															3	21
Ceriodaphnia cornuta rigaudi															3	21

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Ceriodaphnia silvestrii															5	36
Daphnia gessneri															1	7
Família Macrothricidae																
Macrothrix sp.															1	7
Família Moinidae																
Moina sp.															13	93
Infraordem Ctenopoda																
Família Sididae																
Diaphanosoma spinulosum															3	21
Diaphanosoma sp.															7	50
Subtotal	1	2	5	3	3	4	2	2	1	2	3	3	6	4		
Classe Maxillopoda																
Subclasse Copepoda																
Ordem Calanoida																
Calanoida N.I.															9	64

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Náuplios															13	93
Copepodito															8	57
Família Diaptomidae																
Notodiaptomus sp.															1	7
Subtotal	2	3	-	3	1	2	1	3	1	3	3	4	3	2		
Ordem Cyclopoida																
Cyclopoida N.I.															8	57
Náuplios															14	100
Copepodito															14	100
Família Cyclopidae																
Thermocyclops sp.															1	7
Subtotal	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3		
Ordem Harpacticoida																
Náuplios															3	21
Copepodito															3	21

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Subtotal	2	-	-	2	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-		
Classe Ostracoda															13	93
Subtotal	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Filo CILIOPHORA																
Classe Ciliatea																
Ordem Peritrichida																
Subordem Sessilina																
Família Vorticellidae																
Vorticella sp.															2	14
Subtotal	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-		
Filo PROTOZOA																
Subfilo SARCODINA																
Superclasse Rhizopoda																
Classe Lobosa																
Ordem Arcellinida																

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Família Arcellidae																
Arcella spp.															3	21
Família Centropyxidae																
Centropyxis cf. *aculeata*															5	36
Centropyxis spp.															2	14
Família Difflugiidae																
Difflugia spp.															5	36
Subtotal	2	3	-	2	2	-	1	2	-	3	-	-	-	-		
Filo ROTIFERA																
Rotifera N.I.															4	29
Classe Bdelloidea															4	29
Ordem Philodinida																
Família Philodinidae																
Rotaria sp.															2	14
Classe Monogonta																

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Subclasse Monogononta																
Ordem Floscullariaceae																
Família Conochilidae																
Conochilus coenobasis												■			1	7
Conochilus unicornis											■	■			2	14
Conochilus sp.			■			■	■	■		■	■	■	■		8	57
Família Filiniidae																
Filinia longiseta			■												1	7
Filinia opoliensis										■		■			2	14
Filinia terminalis			■			■				■	■	■	■		6	43
Família Hexarthridae																
Hexarthra intermedia										■				■	2	14
Hexarthra sp.	■		■			■				■		■	■	■	7	50
Família Testudinellidae																
Testudinella patina	■	■		■	■	■			■	■					7	50

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Ordem Ploima																
Família Asplanchnidae																
Asplanchna sp.										■	■	■			3	21
Família Brachionidae																
Brachionus angularis		■	■		■	■			■	■		■			7	50
Brachionus calyciflorus	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■			10	71
Brachionus dolabratus										■	■	■	■	■	5	36
Brachionus falcatus	■		■	■		■		■		■	■	■	■	■	10	71
Brachionus havanaensis											■	■	■	■	4	29
Brachiounus leydigii		■			■	■			■						4	29
Brachionus quadridentatus						■		■		■					3	21
Keratella americana					■							■		■	3	21
Keratella lenzi		■													1	7
Keratella tropica	■			■	■			■		■	■	■			7	50
Plationus patulus										■					1	7

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Platyias quadricornis			■			■				■					3	21
Família Dicranophoridae																
Dicranophorus sp.					■										1	7
Família Euchlanidae																
Dipleuchlanis sp.										■					1	7
Família Lecanidae																
Lecane bulla										■					1	7
Lecane cornuta													■		1	7
Lecane curvicornis						■				■					2	14
Lecane leontina										■					1	7
Lecane papuana	■			■						■					3	21
Lecane sp.					■	■				■					3	21
Família Synchaetidae																
Polyarthra sp.		■	■		■	■	■		■	■			■		8	57
Família Trichocercidae																

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				FR	FO. (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10-F		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C		
Trichocerca capucina															1	7
Subtotal	8	8	9	6	11	13	2	6	5	24	9	14	8	6		
Total por ponto	18	21	18	20	19	23	10	18	11	35	19	25	21	16		
Total Consolidado	61															

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha e 3ª C: terceira campanha. F = Fundo – FR- Frequência. FO = Frequência de Ocorrência. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

Figura 11.2.2-119 - Larva náuplio de Cyclopoida.

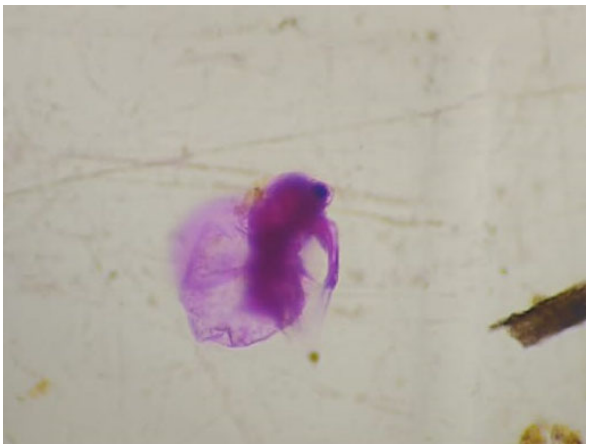


Figura 11.2.2-120 - Cladócero Moina sp.

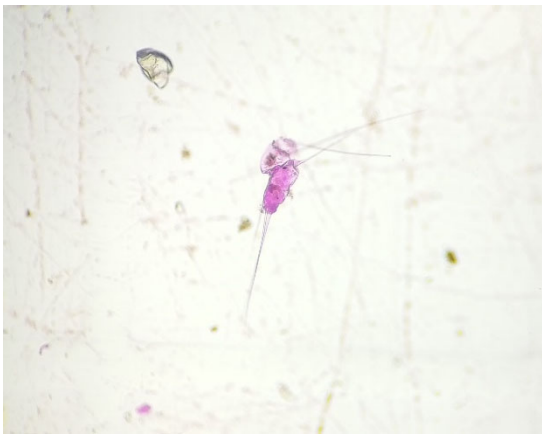


Figura 11.2.2-121 - Filinia longiseta (rotífero).

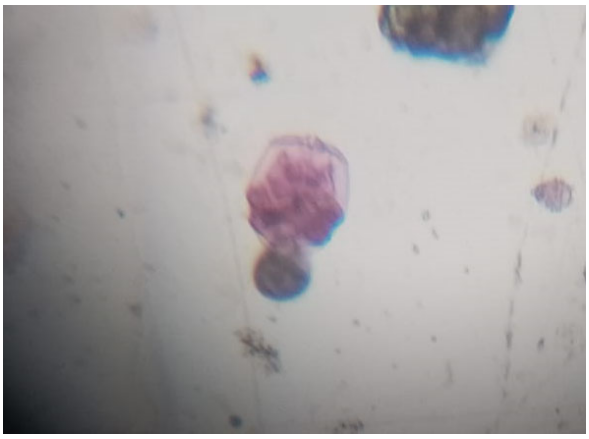


Figura 11.2.2-122 - Brachionus angularis (rotífero).

Figura 11.2.2-123 - Brachionus calyciflorus (rotífero).

Figura 11.2.2-124 - Exemplar de Bosmina sp. (cladócero)

Fonte: Banco de dados da Econsult (2021). Nota: a cor avermelhada na foto se deve ao processo de coloração da amostra.

Espécies exóticas e ameaçadas

Não foram identificadas espécies exóticas do zooplâncton nas três campanhas (nov/20, fev/21 e abr/23), segundo o Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil (MMA, 2016). Adicionalmente, nenhum dos exemplares registrados dessa comunidade é tido como ameaçado a nível federal, segundo os critérios da Portaria do Ministério do Meio Ambiente - MMA n° 354/2023. A nível estadual não há lista de espécies ameaçadas para este grupo.

B.2. Análise quantitativa

Densidade e abundância relativa

A análise quantitativa do zooplâncton, nas amostragens realizadas nos períodos seco (nov/20) e chuvoso (fev/21 e abr/23), é apresentada por meio dos resultados de densidade (org./m³) e de abundância relativa (%) dos grupos taxonômicos (Figura 11.2.2-125). De modo geral, a densidade total do zooplâncton nos açudes avaliados foi elevada e apresentou ampla variação entre as campanhas. A menor densidade foi reportada no açude da Laís (P09), com 87.702 org./m³ e o máximo de 1.424.536 org./m³ foi detectado no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01), ambos valores em abr/23.

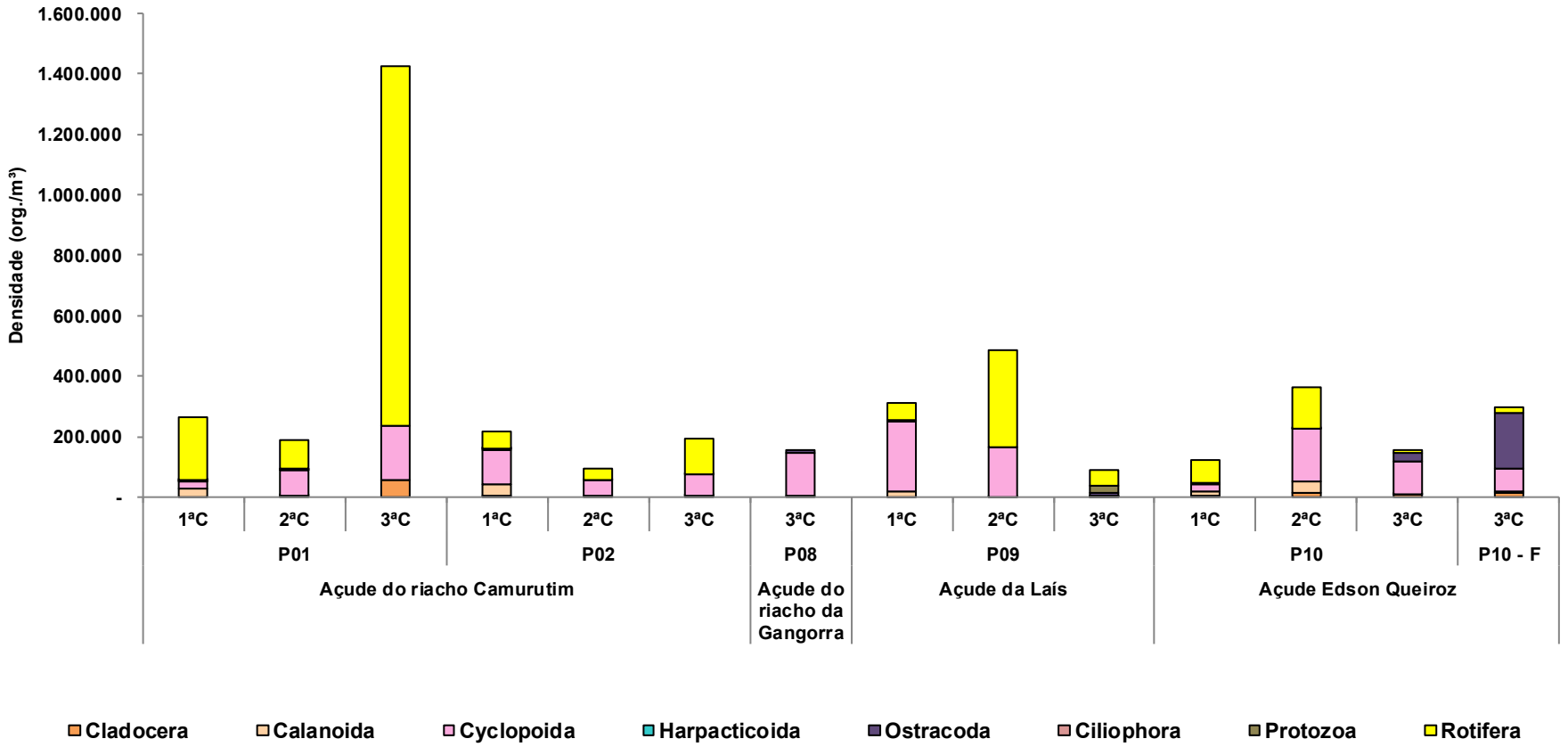


Figura 11.2.2-125 - Densidade do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. Elaboração: Econsult, 2023.

Uma ampla variação na densidade desta comunidade também foi reportada nas amostragens conduzidas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), quando se obteve valores entre 74.800 org./m³ no açude da Laís (1ª C) e 3.155.000 org./m³ no açude do riacho da Gangorra (popularmente conhecido como açude Morrinhos), na 4ª C. Os dados mais recentes, coletados entre nov/20 a abr/23, apontam que os rotíferos se sobressaíram em termos de densidade, atingindo valores máximos no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01), em abr/23, com 1.189.843 org./m³, em decorrência principalmente do predomínio de *Filinia terminalis*, com 540.342 org./m³ e de *Brachionus angularis*, com 436.640 org./m³.

De um modo geral, rotíferos da família Brachionidae, uma das mais importantes para o zooplâncton, e especialmente o gênero *Brachionus*, são apontados como indicadores de águas eutróficas (SOARES *et al.*, 2010) e, algumas espécies como *Brachionus angularis* e *B. calyciflorus* são espécies cosmopolitas, com ocorrência inclusive em águas poluídas (SLÁDEÈEK, 1983). *Filinia terminalis* (família Filiniidae) também descrita enquanto resistente às alterações da qualidade do ambiente e a quedas nas concentrações de oxigênio dissolvido (RUTTNER-KOLISKO, 1980).

Os açudes da Laís (P09) e Edson Queiroz (P10) também apresentaram elevada densidade de rotíferos, tendo predominância principal de *Brachionus*, com 311.585 org./m³ org./m³ (nov/20, para *B. angularis*) e 53.585 org./m³ (fev/21, para *B. calyciflorus*), respectivamente. A dominância do gênero *Brachionus* também foi verificada nas amostragens do ano de 2011, na área do estudo do PSQ.

Esse padrão de dominância é compatível com os dados de qualidade da água (item 11.1.9), uma vez que os resultados do Índice de Estado Trófico – IET demonstram elevado grau de trofia no açude do riacho Camurutim, que variou entre Mesotrófico e Hipereutrófico. O açude de Edson Queiroz apresentou condição Mesótrofica nas duas primeiras campanhas, porém, atingiu elevado nível de trofia na última campanha (Hipereutrófico). Na campanha de abril/2023, foi notado aumento um alto nível de trofia em todos os açudes, o que provavelmente reflete a lixiviação de matéria particulada dos ecossistemas terrestres para o ambiente aquático, favorecendo assim o enriquecimento dos corpos de água por nutrientes, como o fósforo, constituinte abundante na matriz geológica regional. Adicionalmente os dados de oxigênio mostram baixos níveis, na maioria dos pontos e campanhas, o que possivelmente favoreceu o predomínio de *F. terminalis*.

De acordo com dados da literatura, elevadas densidades e predomínio de alguns Rotífera podem ser observados durante o florescimento de cianobactérias (SOARES *et al.*, 2010). No açude Edson Queiroz foi constatada a floração de cianobactérias (*Planktothrix* sp.

e *Raphidiopsis* sp.), nas duas primeiras campanhas amostradas. Nos levantamentos realizados por Freire (2007), em açudes da bacia do Médio Jaguaribe, *B. calyciflorus* e *B. havanaensis* são citadas como abundantes nos locais amostrados e *B. calyciflorus* foi apontada como tolerante a altos níveis de poluição orgânica, sendo encontrada, inclusive, em sistemas de lagoas de estabilização (SLÁDECEK, 1983; BOHRER, 1995).

Os microcrustáceos Cyclopoida corresponderam ao grupo secundariamente mais abundante nos pontos avaliados, conforme apresentado no Quadro 11.2.2-13. A maior densidade foi obtida principalmente pela predominância das formas imaturas (náuplios e copepoditos) no açude da Laís (P09), com máximo de 229.082 org./m³ (1ª C), no açude Edson Queiroz (P10), com máximo de 174.647 org./m³ (2ª C) e no açude do riacho Camurutim (P02), com máximo de 178.294 org./m³ (3ª C). Para o açude do riacho da Gangorra, amostrado em abr/23, esse grupo assumiu importância relativa, tendo densidade de 139.492 org./m³.

Essa alta densidade de exemplares em estágios iniciais (náuplios e copepoditos) é uma estratégia adaptativa para compensar a alta mortalidade antes de alcançarem a fase adulta (ESPÍNDOLA *et al.*, 2000). A presença constante de formas larvais (náuplios) de copépodes e sua preponderância sobre as formas adultas é uma condição geralmente registrada em águas continentais brasileiras (LANSAC-TÔHA *et al.*, 1999) e sinaliza que o sistema aquático está submetido a constantes alterações nos aspectos hidrológicos e nas características da qualidade da água, o que é um padrão esperado em açudes do semiárido. Cabe indicar ainda que os crustáceos ciclopóides podem se adaptar a diferentes ambientes e possuem amplo espectro alimentar (LANDA *et al.*, 2007).

Nessa campanha, foi notado um aumento nas densidades registradas para a classe Ostracoda nos pontos P08, P09 e P10, principalmente no último, cuja amostra de fundo teve densidade registrada de 185.252 org./m³.

Em termos de abundância relativa, os grupos que apresentaram resultado superior a 50% foram os Cyclopoida, no ponto P02 (51% - 1ª C, 54% - 2ª C), P09 (73% - 1ª C) e P10 (70,5% - 3ª C); e os Rotifera, no ponto P01 nas três campanhas, com até 83,5% (3ª C); no ponto P02 (60% - 3ª C); no ponto P08 (91% - 3ª C); no ponto P09 (66,5% - 2ª C e 59% - 3ª C); e no ponto P10 (64% - 1ª C). Na terceira campanha, para o ponto P10, na amostra de fundo, os Ostracoda assumiram maior proporção (62%). Nota-se também a ocorrência diferenciada de protozoários no ponto P09 durante a terceira campanha, que atingiram 26% da densidade nesta amostra. Os demais táxons tiveram uma participação pouco expressiva, menor que 20% (Figura 11.2.2-126).

De modo geral, os dados apontam a dominância de táxons oportunistas e adaptados a ambientes com um maior grau de trofia. Estes resultados são compatíveis com os verificados nas amostragens da qualidade das águas superficiais (item 11.1.9) que mostraram que prevalecem nos açudes amostrados um acentuado grau de trofia, sobretudo no pico da estação chuvosa (abr/23).

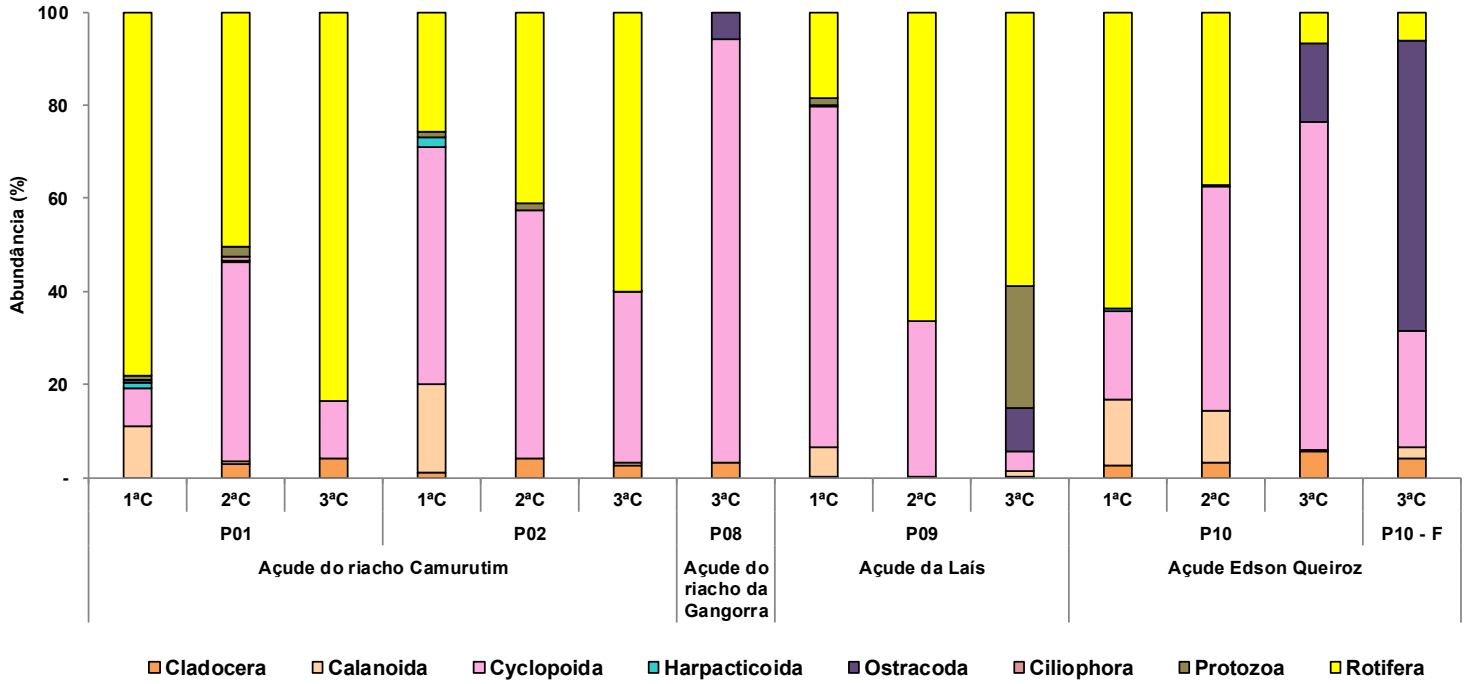


Figura 11.2.2-126 - Abundância relativa do zooplâncton - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha. 3ª C: terceira campanha. Elaboração: Econsult, 2023.

Quadro 11.2.2-13 - Densidade e abundância relativa do zooplâncton -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10- F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./M³													
Filo ARTHROPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfilo CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Branchiopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Phyllopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Diplostraca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Cladocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infraordem Anomopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Bosminidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosmina sp.	-	-	-	-	187	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Chydoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chydoridae N.I.	-	-	-	-	-	481	-	-	-	165	-	-	319	-
Família Daphniidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceriodaphnia cornuta cornuta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	637	2.941
Ceriodaphnia cornuta rigaudi	-	-	7.277	-	-	-	-	-	-	-	-	-	319	2.941
Ceriodaphnia silvestrii	-	-	-	-	-	-	4.702	-	-	-	2.416	10.915	6.374	5.146
Daphnia gessneri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	735
Família Macrothricidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macrothrix sp.	-	-	-	-	-	1.442	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Moinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moina sp.	-	5.648	23.651	2.184	3.555	2.404	-	824	992	-	-	-	319	-
Infraordem Ctenopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Sididae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diaphanosoma spinulosum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	992	-	-
Diaphanosoma sp.	-	-	25.471	-	-	481	-	-	-	-	690	-	637	-
Subtotal	-	5.648	56.399	2.184	3.742	4.808	4.702	824	992	165	3.106	11.907	8.605	11.763
Classe Maxillopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Copepoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10- F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./M³													
Ordem Calanoida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calanoida N.I.	-	-	-	-	-	-	-	824	-	-	-	1.985	-	2.205
Náuplios	28.599	538	-	34.211	-	1.442	-	18.129	-	823	2.071	17.862	-	5.146
Copepodito	584	269	-	7.279	-	-	-	824	-	329	15.534	13.892	637	-
Família Diaptomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Notodiaptomus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.954	-	-
Subtotal	29.183	807	-	41.490	-	1.442	-	19.777	-	1.152	17.605	39.693	637	7.351
Ordem Cyclopoida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida N.I.	-	-	16.374	728	-	481	8.882	3.296	1.985	-	-	-	956	735
Náuplios	12.257	73.159	89.147	5.823	47.716	68.270	112.325	88.996	132.969	2.797	17.951	146.862	49.399	33.081
Copepodito	8.755	7.531	72.773	104.815	3.368	962	18.285	136.790	27.785	823	5.523	27.785	59.279	40.432
Família Cyclopidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thermocyclops sp.	-	269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	21.012	80.959	178.294	111.366	51.084	69.713	139.492	229.082	162.739	3.620	23.474	174.647	109.634	74.248
Ordem Harpacticoida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Náuplios	2.335	-	-	4.367	-	-	-	-	-	-	690	-	-	-
Copepodito	1.167	-	-	-	-	-	-	824	-	-	-	-	-	-
Subtotal	3.502	-	-	4.367	-	-	-	824	-	-	690	-	-	-
Classe Ostracoda	1.751	538	-	-	-	481	8.882	-	-	8.227	-	992	26.134	185.252
Subtotal	1.751	538	-	-	-	481	8.882	-	-	8.227	-	992	26.134	185.252
Filo CILIOPHORA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Ciliatea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Peritrichida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Sessilina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Vorticellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vorticella sp.	-	2.152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	-	2.152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filo PROTOZOA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10- F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./M³													
Subfilo SARCODINA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Superclasse Rhizopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Lobosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Arcellinida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Arcellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arcella spp.	-	269	-	-	-	-	-	-	-	22.213	-	-	-	-
Família Centropyxidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centropyxis cf. *aculeata*	1.751	-	-	2.184	936	-	-	4.944	-	658	-	-	-	-
Centropyxis spp.	-	1.345	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Difflugiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Difflugia spp.	584	2.152	-	728	374	-	-	-	-	165	-	-	-	-
Subtotal	2.335	3.766	-	2.912	1.310	-	-	4.944	-	23.036	-	-	-	-
Filo ROTIFERA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROTIFERA N.I.	584	807	-	728	-	-	-	-	-	329	-	-	-	-
Classe Bdelloidea	584	-	-	-	4.491	-	-	1.648	-	2.797	-	-	-	-
Ordem Philodinida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Philodinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotaria sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	494	-	-	-	-
Classe Monogonta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Monogononta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Flosculariaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Conochilidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conochilus unicornis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.954	-	-
Conochilus sp.	-	-	134.631	-	-	103.367	-	11.537	-	2.797	1.381	-	5.737	-
Família Filiniidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filinia longiseta	-	-	5.458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filinia opoliensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.328	-	992	-	-
Filinia terminalis	-	-	540.342	-	-	1.923	-	-	-	2.304	345	3.969	319	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10- F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./M³													
Família Hexarthridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hexarthra intermedia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	735
Hexarthra sp.	1.167	-	1.819	-	-	481	-	-	-	329	-	992	2.231	8.086
Família Testudinellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Testudinella patina	1.751	2.152	-	728	1.871	481	-	-	992	1.974	-	-	-	-
Ordem Ploima	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Asplanchnidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asplanchna sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.071	1.985	-	-
Família Brachionidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachionus angularis	-	57.559	436.640	-	14.221	5.289	-	-	311.585	329	-	9.923	-	-
Brachionus calyciflorus	151.166	8.876	1.819	36.394	2.245	-	-	1.648	1.985	-	29.687	53.585	-	-
Brachionus dolabratus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.645	4.488	21.831	319	735
Brachionus falcatus	32.101	-	67.315	13.830	-	-	-	41.202	-	1.810	345	7.938	637	6.616
Brachionus havanaensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.353	18.854	956	1.470
Brachiounus leydigii	-	807	-	-	374	962	-	-	992	-	-	-	-	-
Brachionus quadridentatus	-	-	-	-	-	-	-	824	-	1.481	-	-	-	-
Keratella americana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.985	-	735
Keratella lenzi	-	269	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Keratella tropica	18.093	-	-	-	374	-	-	824	-	-	690	5.954	-	-
Plationus patulus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-	-	-	-
Platyias quadricornis	-	-	-	-	-	962	-	-	-	10.366	-	-	-	-
Família Dicranophoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicranophorus sp.	-	-	-	-	748	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Euchlanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dipleuchlanis sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	329	-	-	-	-
Família Lecanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lecane bulla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.911	-	-	-	-
Lecane curvicornis	-	-	-	-	-	481	-	-	-	823	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			
	P01			P02			P08	P09*			P10*			P10- F
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C
	ORG./M³													
Lecane leontina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	329	-	-	-	-
Lecane papuana	-	-	-	4.367	-	-	-	-	-	329	-	-	-	-
Lecane sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.974	-	-	-	-
Família Synchaetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polyarthra sp.	-	25.014	1.819	-	14.595	481	-	-	8.931	494	-	-	319	-
Família Trichocercidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichocerca capucina	-	-	-	-	187	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	205.446	95.484	1.189.843	56.047	39.106	114.427	-	57.683	324.485	51.502	78.360	133.962	10.518	18.377
Total	263.229	189.354	1.424.536	218.366	95.242	190.871	153.076	313.134	488.216	87.702	123.235	361.201	155.528	296.991

*Legenda: NI= não identificada. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha; 3ª C: terceira campanha. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

Índices de diversidade e equitabilidade

Os resultados mostram diversidade acima de 2 bits.ind^{-1}, na maioria dos açudes e das campanhas, com exceção dos pontos P02, P08 e P10 (fundo), em abr/23, e do P09, em fev/21 (Figura 11.2.2-127). A diversidade mais elevada (3,68 bits.ind^{-1}) foi detectada no açude da Laís (P09), em abr/23, refletindo a maior riqueza detectada neste ponto e uma boa distribuição dos táxons, enquanto o menor valor (1,33 bits.ind^{-1}) foi obtido no açude do riacho da Gangorra (P08), local onde se registrou a menor riqueza no conjunto das campanhas e uma alta dominância de Cyclopoida.

Os resultados nos açudes do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01 e P02) e Edson Queiroz (P10) mostram reduzida variação na diversidade entre as campanhas, não ocorrendo distinções relevantes entre os períodos seco e chuvoso. No açude da Laís nota-se um aumento na diversidade na estação chuvosa (abr/23) em comparação ao período seco.

A equitabilidade se manteve acima de 0,5 na maioria dos açudes e campanhas, o que mostra que, apesar da dominância Cyclopoida e Rotifera na maioria dos pontos, há uma boa distribuição dos táxons nas amostras, sobretudo no açude da Laís, em abr/23, onde se obteve o maior valor de equitabilidade (0,74).

Em síntese, os dados mostram que o açude da Laís, na última campanha, foi o ambiente de maior diversidade e equitabilidade para o zooplâncton, dentre os locais amostrados, o que sugere um maior equilíbrio ecológico neste local e campanha, porém, vale salientar que nas duas primeiras campanhas esse padrão não se manteve, destacando-se nestas coletas o açude Edson Queiroz como o ambiente mais diverso.

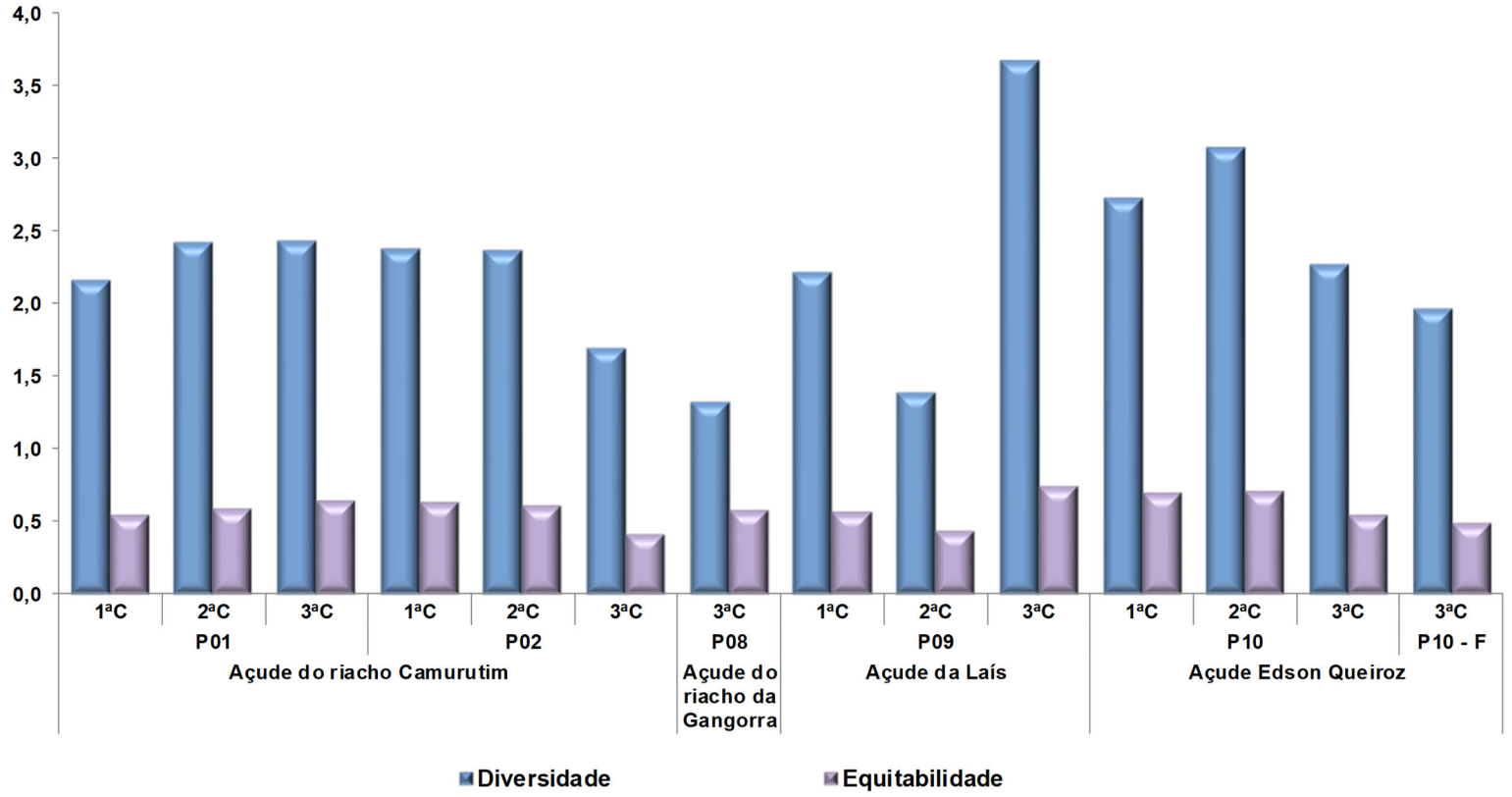


Figura 11.2.2-127: Diversidade e equitabilidade do zooplâncton – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Legenda: F = Fundo. Elaboração: Econsult, 2023.

Índice de similaridade

A avaliação dos padrões de semelhança da comunidade zooplanctônica amostrada entre nov/20 e abr/23 foi feita por meio do índice de Bray-Curtis (Figura 11.2.2-128). Os resultados mostram a formação de um cluster principal que reuniu a maioria dos pontos, nas três campanhas, com exceção do açude da Laís (P09), em abr/23, que se mostrou a amostra mais distinta, tendo como particularidade a maior diversidade e equitabilidade da comunidade zooplanctônica dentre os pontos. No cluster principal as amostras do açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01 e P02), em fev/21, foram as mais semelhantes (>0,5), o que reflete o predomínio em comum principalmente dos náuplios de Cyclopoida e dos rotíferos *Brachionus angularis* e de *Polyarthra* sp.

De modo geral, houve o agrupamento de amostras de uma mesma campanha, mostrando a influência da sazonalidade sobre a comunidade zooplanctônica, porém, essa não foi tão acentuada, uma vez que as amostras das três campanhas estiveram reunidas em um cluster principal, mostrando que a comunidade zooplanctônica dos açudes amostrados tende a manter um certo grau de semelhança tanto na escala temporal como espacial.

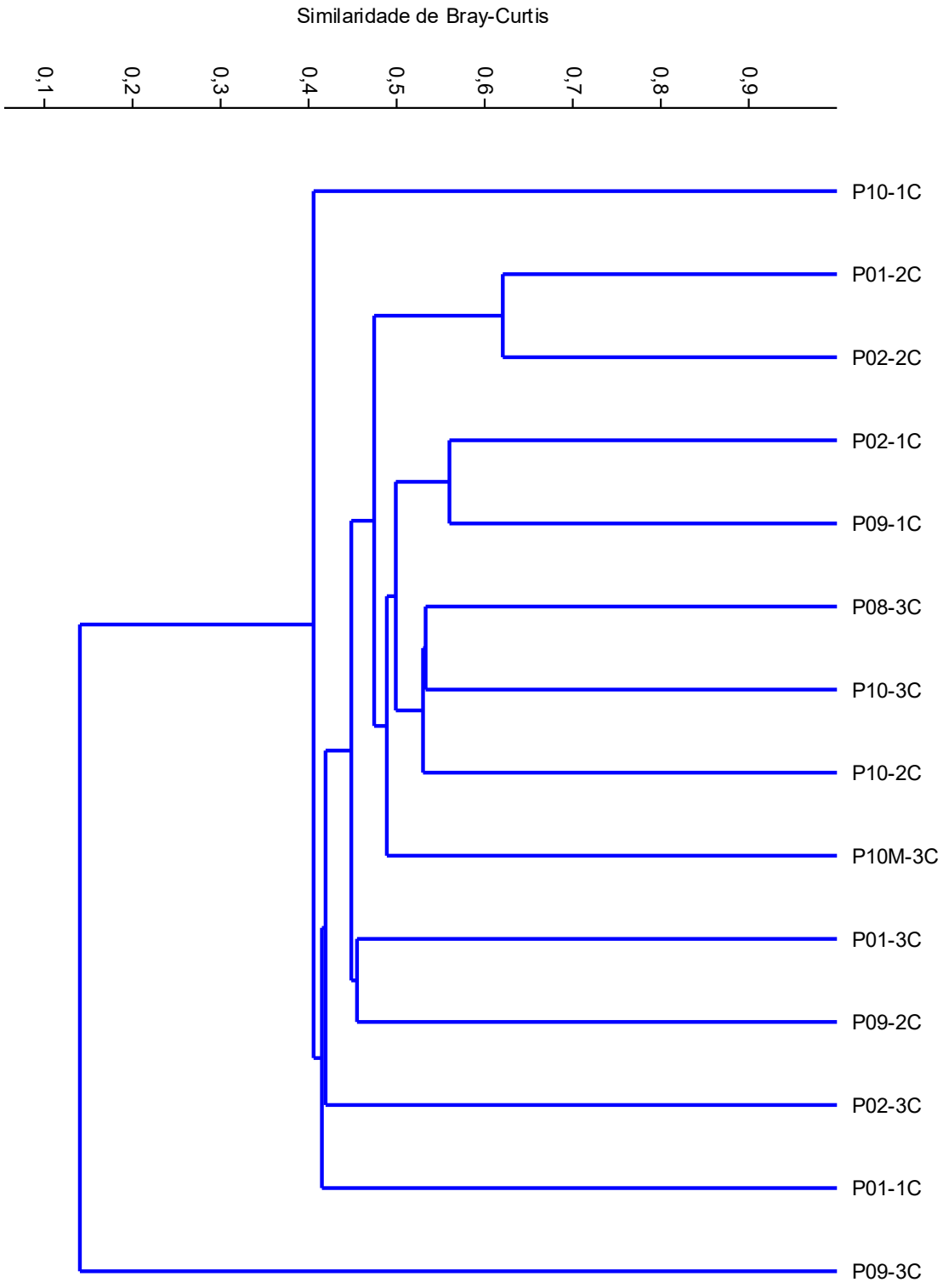


Figura 11.2.2-128 - Análise de similaridade do zooplâncton -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético: 0,603.

Elaboração: Econsult, 2023.

C. Invertebrados bentônicos

C.1. Análise qualitativa

Composição taxonômica, riqueza de táxons e riqueza relativa

Nas três campanhas realizadas entre o período de nov/20 e abr/23 foi registrado um total de 48 táxons de invertebrados bentônicos, no conjunto das amostras coletadas nos sedimentos dos açudes, pertencentes aos seguintes grupos taxonômicos: filo Arthropoda – subfilo Hexapoda - classe Insecta (40), subfilo Crustacea – classe Ostracoda (1), filo Mollusca – classe Gastropoda (3), filo Annelida – classe Clitellata – subclasse Oligochaeta (3), subclasse Hirudinea (1).

Em nov/20, no período seco, foi detectado um total de 28 táxons, reduzindo nas amostragens do período chuvoso para 20 táxons (fev/21) e 24 táxons (abr/23), não sendo assim observada distinção relevante na quantidade de táxons entre as estações seca e chuvosa. No conjunto das amostragens, os principais representantes dos invertebrados bentônicos foram as formas imaturas de insetos (classe Insecta), que reuniram 83,3% do total de táxons, seguidos por anelídeos (filo Annelida), com 8,3%, e pelos gastrópodes do filo Mollusca, com 6,3% (Figura 11.2.2-129). De modo geral, não há uma distinção relevante em termos de grandes grupos taxonômicos entre as campanhas realizadas.

No leito dos açudes avaliados, os insetos foram representados principalmente pela ordem Diptera (dípteros), com um total de 25 táxons. Esse número mais alto de táxons em relação aos demais é justificado em parte pelo nível de resolução taxonômica atingido para esse grupo, no qual os organismos, quando possível, foram identificados até gênero. Conhecidos popularmente como moscas, mosquitos e pernilongos, os dípteros destacam-se por representarem parte numericamente significativa da fauna bentônica de ambientes aquáticos lênticos e lóticos, e por serem utilizados como indicadores de qualidade ambiental. Os adultos dessa ordem depositam ovos na superfície das águas ou sobre substratos e dão origem a um número elevado de larvas que, em geral, colonizam sedimentos arenosos e lodosos, além da vegetação aquática. Esses organismos passam parte da vida ou seu ciclo completo associado ao substrato de fundo, sendo que para alguns deles a fase larvária é muito mais longa que a adulta.

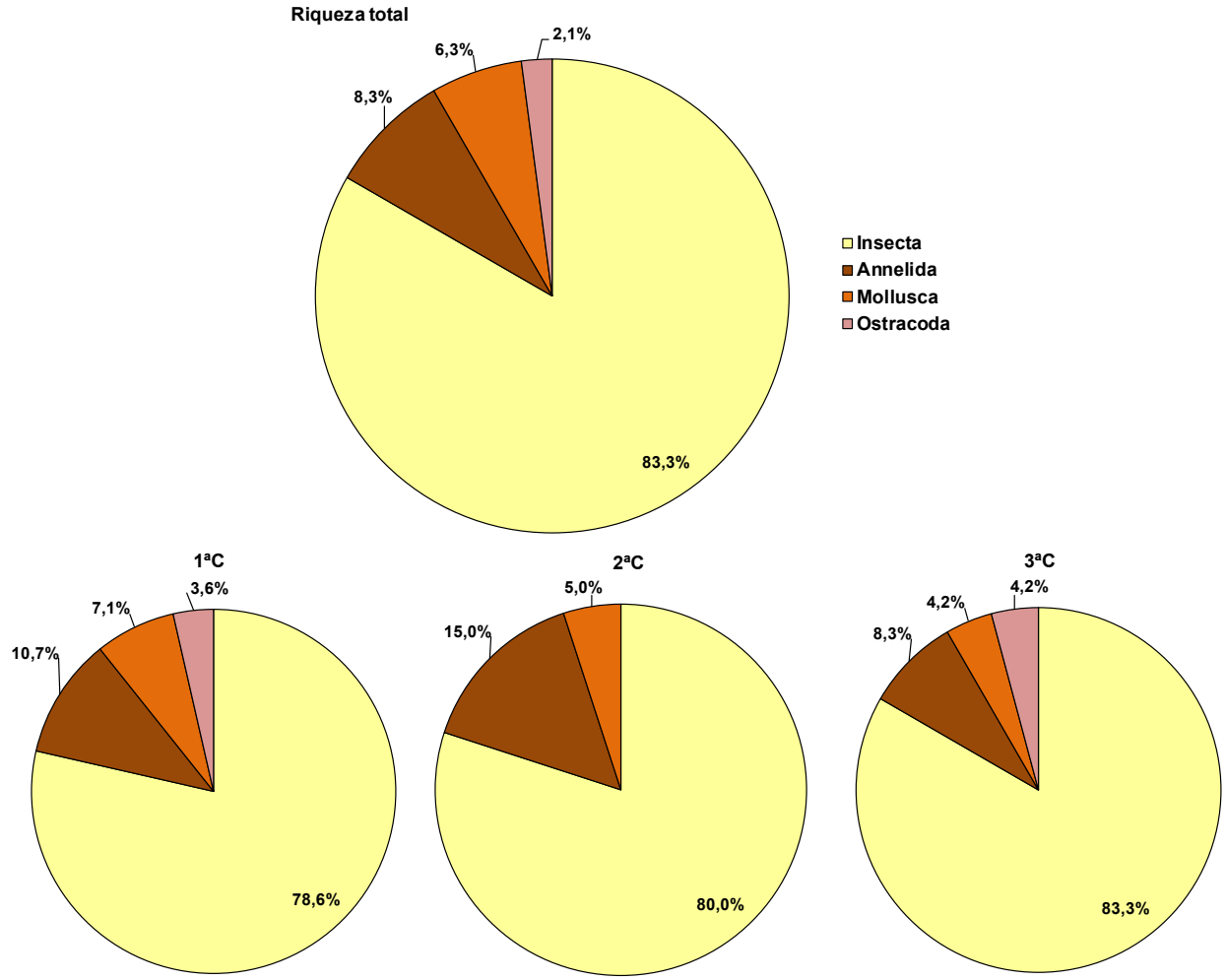


Figura 11.2.2-129 - Riqueza relativa dos invertebrados bentônicos, considerando os dados integrados e de cada campanha -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

A ordem Diptera foi representada principalmente por exemplares da família Chironomidae, com 23 táxons. As larvas da família Chironomidae (quironomídeos) são, em geral, onívoras oportunistas, alimentam-se de algas, de pequenos animais e de detritos, exercendo importante papel na decomposição da matéria orgânica. Algumas delas possuem órgãos especiais, como brânquias externas, e conseguem sobreviver em águas poluídas e em ambientes com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (ROSSARO, 1991 *apud* OLIVEIRA, 2005). De acordo com Coffman & Ferrington (1996), a família Chironomidae é o grupo de maior riqueza taxonômica, sendo os insetos aquáticos mais amplamente distribuídos e frequentemente os mais abundantes nos ecossistemas de águas continentais. Os táxons de Chironomidae inventariados nas três campanhas são integrantes das subfamílias Chironominae, Orthocladiinae e Tanypodinae. Essas subfamílias, em geral, são

semitolerantes às alterações ambientais (CETESB, 2020). Foi registrado também um táxon de dípteros das famílias Ceratopogonidae e Chaoboridae.

Ainda no grupo dos insetos, verificou-se nos ambientes amostrados, em menor riqueza, os grupos de Ephemeroptera (efemerópteros), de Trichoptera (tricópteros) e de Odonata, com dez táxons no total, os quais são geralmente associados a ambientes com melhor qualidade ambiental. As larvas da ordem Ephemeroptera vivem geralmente em ambientes rasos com águas limpas e bem oxigenadas, sendo, em função de sua sensibilidade à poluição ambiental, utilizadas em programas de biomonitoramento de qualidade da água (ROLDÁN-PÉREZ, 2003). Os táxons desta ordem tiveram maior ocorrência no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba), nas duas primeiras coletas, ocorrendo também no açude do riacho da Gangorra (conhecido como açude Morrinhos), na última campanha.

As larvas de Trichoptera possuem garras anais, que são usadas para se fixar ao substrato e que lhes permite ampla distribuição em distintos micro-habitats. Muitas espécies têm o corpo protegido por um abrigo constituído por grãos de areia ou outros materiais retirados do meio onde habitam. Assim como os efemerópteros, as larvas de tricópteros refletem boa qualidade do sistema aquático, sendo encontradas frequentemente em águas correntes, frias e com alto teor de oxigênio dissolvido (ROLDÁN-PÉREZ, 2003). Um táxon desta ordem foi registrado no açude do riacho Camurutim (P02), na primeira campanha, e o outro no açude do riacho da Gangorra, na terceira campanha.

As larvas de Odonata, predadores que colonizam ambientes lóticos e lênticos, representam um componente importante na cadeia trófica dos ecossistemas aquáticos, servindo de alimento para outros artrópodes, aves, peixes e anfíbios (SOUZA *et al.*, 2007). Esse grupo também compreende táxons que apresentam baixa tolerância à poluição, sendo relacionado, portanto, a águas de boa qualidade. Esse grupo esteve representado na rede amostral pelas famílias Aeshnidae, Gomphidae e Libellullidae, estando presentes na maioria dos açudes em pelo menos uma campanha, exceto no Edson Queiroz.

O segundo filo mais diverso no conjunto das campanhas foi Annelida (8,3%), com táxons das subclasses Hirudinea (família Glossiphoniidae) e Oligochaeta (famílias Naididae e Tubificidae). Os oligoquetos podem ser utilizados como indicadores de poluição no meio aquático, pois são comumente encontrados em ambientes ricos em matéria orgânica e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, caracterizando uma vantagem competitiva sobre outras espécies da comunidade (DORNFELD *et al.*, 2006). Os táxons da subclasse Hirudinea estiveram restritos ao açude da Laís, enquanto os oligoquetas foram registrados

nos açudes do riacho Camurutim (P02), do riacho da Gangorra e da Laís, sendo mais frequentes no último.

O grupo dos moluscos gastrópodes (Gastropoda) contribuíram com 6,3% da riqueza de táxons. Os gastrópodes possuem ampla distribuição geográfica e tolerância ambiental, geralmente são encontrados em cursos d'água com moderado a elevado grau de poluição. Na área de estudo, os gastrópodes foram representados por táxons da família Planorbidae, incluindo a presença do gênero *Biomphalaria* sp. Na malha amostral do PSQ, a riqueza foi mais elevada no açude do riacho Camurutim, na primeira campanha (período seco), com 14 e 17 táxons, nos pontos P01 e P02, respectivamente, o que sugere a maior disponibilidade de diferentes tipos substratos nestes ambientes, sobretudo durante o período seco, favorecendo, portanto, o processo de colonização da fauna bentônica. Neste açude, a riqueza decai no período chuvoso para os mínimos de três e de cinco táxons, em fev/21 e abr/23, respectivamente.

No açude da Laís (P09), a riqueza mais elevada foi de 13 táxons, tanto no período seco (nov/20) como no chuvoso (abr/23). Esse mesmo valor foi reportado no açude do riacho da Gangorra (P08), em abr/23. Dentre os açudes amostrados, o Edson Queiroz foi o que apresentou menor riqueza, com apenas um táxon na primeira campanha e dois na segunda e na terceira (Figura 11.2.2-130). A menor riqueza taxonômica do açude Edson Queiroz (P10) nas três campanhas pode ser decorrente das características tróficas de suas águas, aliadas à maior profundidade desse corpo hídrico, o que tende a diminuir a disponibilidade de oxigênio dissolvido na porção de fundo do corpo d'água, bem como as características dos substratos.

Conforme detalhado no item 11.1.9, os sedimentos desse açude tendem a apresentar os maiores níveis de nutrientes (fósforo e nitrogênio Kjeldahl total), além de carbono orgânico total, em comparação aos demais, embora todas as concentrações obtidas destes compostos tenham sido conformes com a legislação. Este açude mostrou ainda uma composição bastante variável da textura do sedimento entre as campanhas, com maior proporção e silte e argila em nov/20, aumento da fração arenosa em fev/21 e presença exclusiva de silte e argila nos sedimentos coletados em abr/23. Nos demais açudes prevalecem as frações arenosas, nas duas primeiras campanhas, notando-se, porém, o aumento da proporção de sedimentos mais finos na última coleta.

Conforme citado, a composição e distribuição dos sedimentos são fatores importantes na determinação dos padrões de distribuição de organismos e estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos, além de outros, como o aporte de material alóctone, os quais influenciam na variação da riqueza e da densidade. Deve-se ponderar ainda que alguns

grupos da comunidade bentônica apresentam distribuição agregada (KUHLMANN, 1993), fator que também pode resultar em aumento ou redução da riqueza entre as campanhas.

As partículas mais finas de sedimentos, tais como silte e argila, frequentemente apresentam maiores teores de matéria orgânica e de metais do que os sedimentos de espessura mais grosseira, uma vez que esses elementos são fixados por adsorção sobre as superfícies das partículas (OLIVEIRA & MARINS, 2011). As frações granulométricas guardam correspondência também com a disponibilidade de hábitat, alimento e oxigênio dissolvido, influenciando a estruturação das comunidades bentônicas, conforme citado.

O sedimento formado predominantemente por frações de areia fina e muito fina se caracteriza como de baixa heterogeneidade e disponibilidade de habitats físicos (ALLAN, 2004). Estudos em ecossistemas tropicais e temperados registraram altas densidades de oligoquetos e baixa diversidade de outros macroinvertebrados associada aos substratos formados por siltes e areias (GALDEAN *et al.*, 2000; FENOGLIO & CUCCO, 2004). A baixa riqueza de macroinvertebrados em sedimentos finos deve-se, provavelmente, a partículas muito próximas entre si e com menor conteúdo de água intersticial, reduzindo a captura de detritos de compostos orgânicos e a disponibilidade de oxigênio (FENOGLIO & CUCCO, 2004).

Nas campanhas realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), a maior riqueza foi registrada no açude da Laís (P09), em julho (41 táxons), enquanto a menor foi no açude Edson Queiroz (P10), em agosto (1 táxon), similar ao padrão de baixa riqueza da comunidade bentônica registrada neste açude mais recentemente. No conjunto das quatro campanhas foram registrados 78 táxons, a maioria integrante do grupo Insecta, principalmente das ordens Hemiptera, Ephemeroptera, Coleoptera e Diptera.

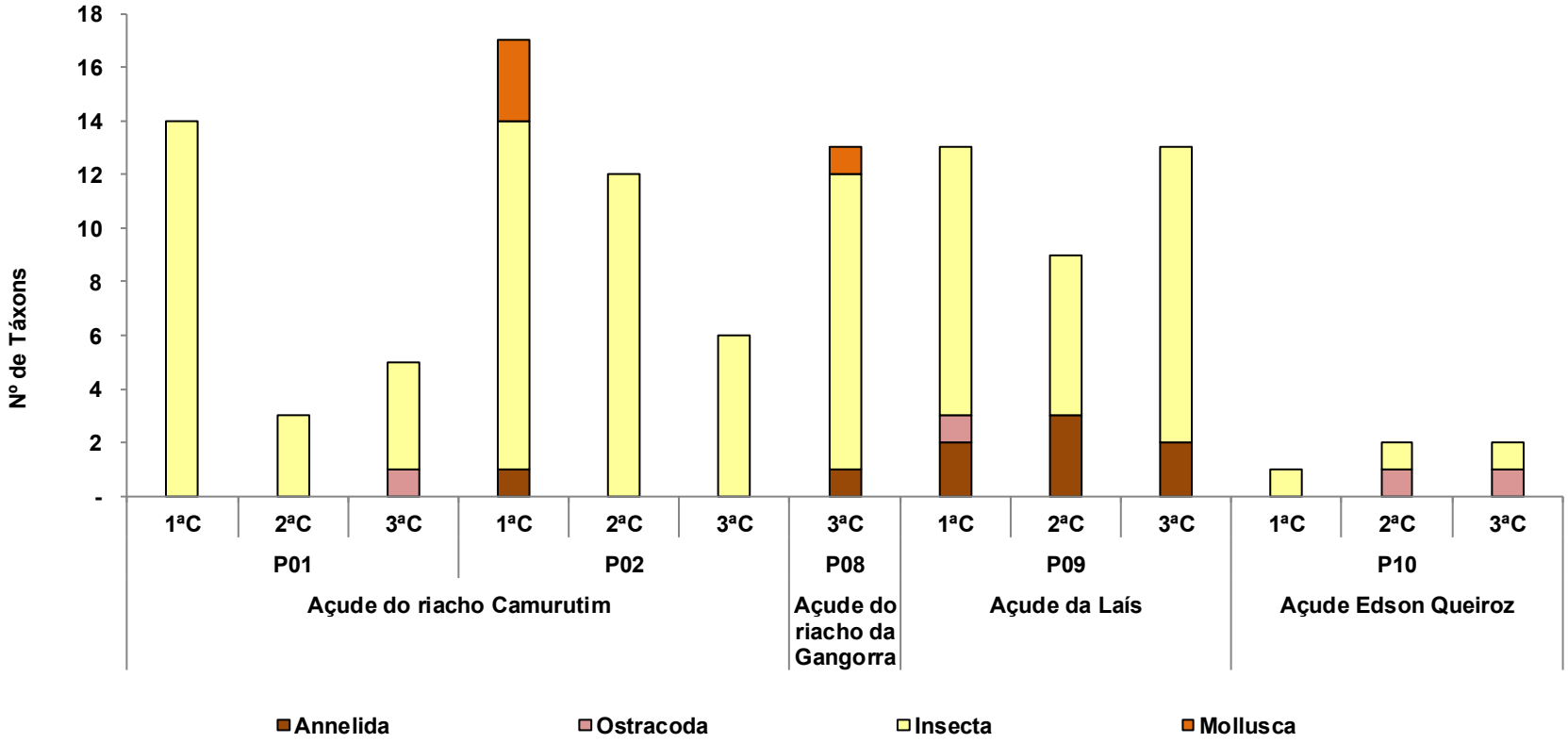


Figura 11.2.2-130: Riqueza dos invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

Distribuição Espacial e Frequência de Ocorrência

Do conjunto de 48 táxons de invertebrados bentônicos inventariados nos açudes amostrados não foram observados organismos muito frequentes (>80%). Apenas os dípteros *Goeldichironomus* sp. (família Chironomidae) e um táxon da família Ceratopogonidae ocorreram na maioria dos pontos, sendo considerados frequentes (entre 50 e 80%;Quadro 11.2.2-14). Essa distribuição mais abrangente sugere uma maior adaptabilidade desses organismos às condições ambientais verificadas na malha amostral e nas campanhas realizadas.

Sanseverino *et al.*, (1998) relataram que *Goeldichironomus* é constantemente encontrado em ambientes com presença de macrófitas e grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, oferecendo uma grande diversidade de recursos tróficos. Conforme detalhado no subitem E, em todos os açudes amostrados na área de estudo foi verificada a presença de macrófitas, no decorrer das três campanhas, o que pode ter favorecido a maior frequência deste gênero.

As larvas da família Ceratopogonidae possuem corpo alongado e cilíndrico e, ao atingirem a fase adulta, se tornam predadoras e hematófagas, sendo que várias espécies possuem importância médica e veterinária, podendo transmitir doenças (FRANCO &AZEVEDO, 2021).

Quinze dos táxons foram considerados pouco frequentes, com ocorrência entre 17 e 50% das amostras, tais como os dípteros *Fissimentum* sp., *Aedokritus* sp. e *Coelotanypus* sp., além de táxons das tribos Chironomini e Tanytarsini, oligoquetas da família Naididae e exemplares da classe Ostracoda. *Fissimentum* sp. é tido como semissensível ao enriquecimento orgânico (CETESB, 2020). Segundo Butakka (2005) o táxon *Aedokritus* possui alta plasticidade ambiental e alimentar.

A maioria dos táxons (31) se enquadrou na categoria esporádica (<17%), com presença em duas ou uma única amostra, dos quais vale ressaltar o exemplo do molusco *Biomphalaria* sp., registrado exclusivamente no açude do riacho Camurutim (P02), em nov/20. O gastrópode planorbídeo de gênero *Biomphalaria* é um molusco de interesse médico-sanitário, já que três espécies deste gênero podem servir como hospedeiros intermediários das formas imaturas do verme trematódeo *Schistosoma mansoni*, agente patogênico da esquistossomose (CARVALHO *et al.*, 2008). Esse molusco também foi verificado nos açudes amostrados nas campanhas do ano de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2017). Neste período, apenas os dípteros *Chironomus* sp. e os gastrópodes *Melanoides* sp. mantiveram frequência superior a 50% nos pontos analisados. Nas fotos a seguir são ilustrados alguns dos exemplares de

invertebrados bentônicos capturados nos açudes amostrados nas campanhas entre 2020 e 2023.

Figura 11.2.2-131 - Chironomidae do gênero Coelotanypus.

Figura 11.2.2-132 - Chaoboride do gênero Chaoborus.

Figura 11.2.2-133 - Família Chironomidae.

Figura 11.2.2-134 - Díptero da família Ceratopogonidae.

Figura 11.2.2-135 - Oligoqueta da família Tubificidae.

Figura 11.2.2-136 - Hirudineo da família Glossiphoniidae.

Fonte: Banco de dados da Econsult (2021, 2023).

Quadro 11.2.2-14 - Distribuição espacial e frequência de ocorrência dos invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Filo ANNELIDA															
Classe Clitellata															
Subclasse Hirudinea															
Ordem Rhynchobdellida															
Família Glossiphoniidae														2	15
Subclasse Oligochaeta															
Ordem Tubificida															
Família Naididae															
Naididae N.I.														5	38
Pristina sp.														1	8
Família Tubificidae														1	8
Subtotal	-	-	-	1	-	-	1	2	3	2	-	-	-		
Filo ARTHROPODA															
Subfilo CRUSTACEA															
Classe Ostracoda														4	31
Subtotal	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1		
Subfilo HEXAPODA															
Classe Insecta															

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Ordem Coleoptera															
Família Curculionidae						■								1	8
Família Dytiscidae	■					■								2	15
Família Gyrinidae						■								1	8
Família Hydrophilidae					■									1	8
Ordem Diptera															
Subordem Nematocera															
Família Ceratopogonidae	■			■	■	■	■	■	■	■				8	62
Família Chaoboridae															
Chaoborus sp.											■	■	■	3	23
Família Chironomidae															
Chironomidae N.I.		■												1	8
Subfamília Chironominae															
Tribo Chironomini															
Chironomini N.I.			■	■			■	■		■				5	38
Aedokritus sp.	■			■	■				■					4	31
Asheum sp.	■			■	■									3	23
Chironomus sp.			■			■	■			■				4	31
Cladopelma sp.	■			■				■						3	23

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Endotribelos sp.										■				1	8
Fissimentum sp.	■	■		■	■			■	■					6	46
Goeldichironomus sp.			■	■	■	■	■	■		■				7	54
Parachironomus sp.							■			■				2	15
Paralauterborniella sp.									■					1	8
Polypedilum sp.					■		■			■				3	23
Saetheria sp.										■				1	8
Zavreliella sp.	■													1	8
Tribo Tanytarsini															
Tanytarsini N.I.	■	■					■	■	■					5	38
Caladomyia sp.								■						1	8
Rheotanytarsus sp.	■													1	8
Subfamília Orthocladiinae															
Tribo Orthocladiini															
Nanocladius sp.					■									1	8
Subfamília Tanypodinae															
Tribo Coelotanypodini															
Coelotanypus sp.	■			■				■		■				4	31
Tribo Pentaneurini															

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Pentaneurini N.I.										■				1	8
Ablabesmyia (Karelia) sp.	■				■				■					3	23
Ablabesmyia gr. *annulata* sp.				■										1	8
Tribo Procladiini															
Procladius sp.								■						1	8
Ordem Ephemeroptera															
Ephemeroptera N.I.	■			■										2	15
Família Baetidae							■							1	8
Família Caenidae	■			■	■									3	23
Família Leptohyphidae					■									1	8
Família Polymitarcyidae	■			■	■									3	23
Ordem Hemiptera															
Família Corixidae										■				1	8
Ordem Odonata															
Subordem Anisoptera															
Família Aeshnidae							■							1	8
Família Gomphidae								■						1	8
Família Libellullidae			■				■							2	15
Ordem Trichoptera				■										1	8

Maria Claudia Paley Braga · Filipe Martines Biazzi · Cristina Poggiali Almeida · Gabriel Costa Nacur · Carla Conde · Jackson Campo

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FR	FO (%)
	P01			P02			P08	P09*			P10*				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Família Leptoceridae														1	8
Subtotal	14	3	4	13	12	6	11	10	6	11	1	1	1		
Filo MOLLUSCA															
Classe Gastropoda															
Gastropoda N.I.														1	8
Família Planorbidae															
Planorbidae N.I.														2	15
Biomphalaria sp.														1	8
Subtotal	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
Total por ponto	14	3	5	17	12	6	13	13	9	13	1	2	2		
Total Consolidado	48														

*Legenda - NI= não identificada. 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha e 3ª C: terceira campanha. FR- Frequência. FO = Frequência de Ocorrência. *Pontos 9 e 10, embora fora da All, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

Espécies exóticas e ameaçadas

Nenhum dos gêneros identificados da comunidade bentônica na área de estudo do PSQ é enquadrado nas categorias de espécies ameaçadas, conforme os critérios da Portaria MMA n° 354/2023. Também não se observou a presença de exemplares exóticos, considerando os gêneros registrados no decorrer das três campanhas (MMA, 2016).

Nas campanhas de 2011 foi reportada a presença de *Melanoides* sp., em todos os açudes amostrados em pelo menos uma das campanhas. Neste gênero encontra-se a espécie *Melanoides tuberculatus*, considerada exótica e invasora. Essa espécie é bentônica, capaz de formar populações extremamente densas (MIYAHIRA, 2010), que muitas vezes cobrem inteiramente o substrato, afetando assim as demais espécies de macroinvertebrados bentônicos diretamente (MORENO & CALLISTO, 2006). *M. tuberculatus*, nessas condições, pode provocar impactos ambientais, por alterar os processos de sedimentação, modificar os processos físicos relacionados ao ambiente e afetar as espécies que nele vivem. Essa espécie foi reportada por Santos e Maia (2018) em açudes da bacia do Acaraú com acentuada abundância.

Cabe citar que a ausência deste gastrópode nas três campanhas mais recentes representa um aspecto positivo para o ecossistema aquático.

C.2. Análise quantitativa

Densidade e abundância relativa

A maior densidade de organismos bentônicos foi observada no açude da Laís (P09), com 3.645 org./m² (nov/20). Neste açude, a densidade mínima foi de 286 org./m², em fev/21 (Figura 11.2.2-137). O açude Edson Queiroz (P10) foi o que apresentou a menor densidade, com mínimo de 2 org./m² (nov/20) e o máximo de 40 org./m² (fev/21). No açude do riacho Camurutim, a densidade apresentou ampla variação entre os períodos amostrados, com mínimo de 63 org./m² (P01 – fev/21) e máximo de 2.431 org./m² (P01 – abr/23; Figura 11.2.2-137).

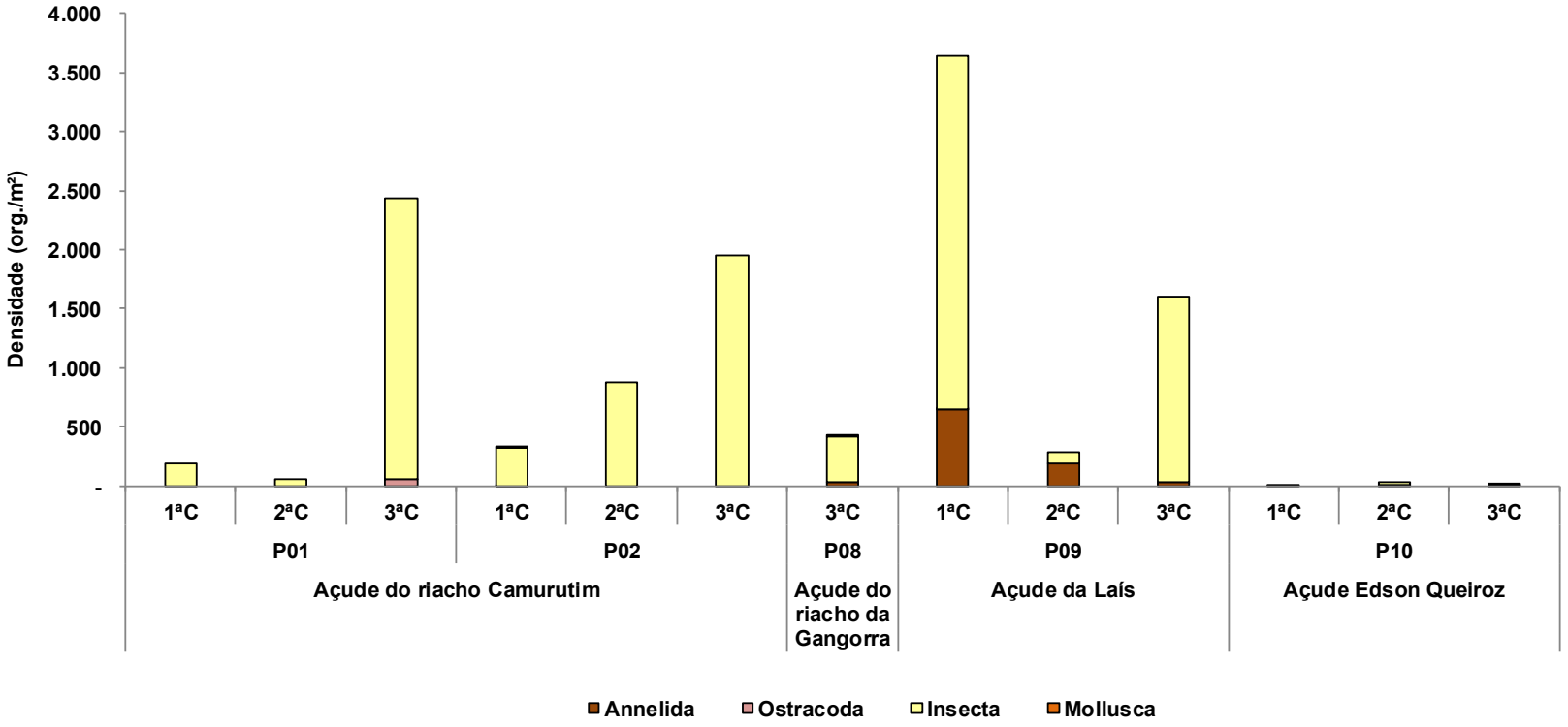


Figura 11.2.2-137: Densidade dos invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaborado por: Econsult, 2023.

No açude da Laís (P09), as larvas de insetos dípteros foram o componente dominante da comunidade bentônica na primeira campanha, com 2.996 org./m², representando 82% da abundância, com destaque da tribo Tanytarsini, incluindo *Caladomyia* sp. Neste açude também foi verificada a maior densidade de oligoquetas dentre os pontos amostrados, com 647 org./m² (18% de abundância), a maioria integrante da família Naididae, organismo comumente encontrado em ambientes ricos em matéria orgânica e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (DORNFELD *et al.*, 2006).

Escarpinati (2006) associou a abundância de *Caladomyia* à substratos orgânicos, em processo de decomposição. Espécies dominantes das tribos Tanytarsini podem apresentar múltiplas gerações ao ano, com reprodução contínua e adaptações comportamentais (SONODA & TRIVINHO-STRIXINO, 2000). Assim a maior dominância dos táxons citados no açude da Laís aponta que o ambiente está em processo de enriquecimento orgânico.

No açude Edson Queiroz, a densidade foi inexpressiva, sendo a comunidade constituída principalmente por larvas de insetos, que representaram mais de 80% da fauna registrada ao longo das três campanhas. A densidade máxima desse grupo foi verificada em fev/21, com 34 org./m², em função da contribuição de *Chaoborus* sp (86% de abundância). Alguns estudos demonstraram que larvas de *Chaoborus* migram do fundo dos lagos para a superfície durante a noite e predam o zooplâncton (ARCIFA, 1997; PERTICARRARI *et al.*, 2004), podendo regular a sua abundância.

Nesse açude a composição granulométrica variou entre as campanhas, com grande proporção e silte e argila em nov/20, predomínio de fração arenosa em fev/21, e presença exclusiva de silte e argila nos sedimentos coletados em abr/23. Os sedimentos mais finos e com menor conteúdo de água intersticial podem reduzir a captura de detritos de compostos orgânicos e a disponibilidade de oxigênio. Adicionalmente, esse açude é o mais profundo dentre os amostrados, o que interfere ainda mais na disponibilidade de oxigênio nas camadas mais profundas, podendo ocorrer condições limitantes para a comunidade bentônica, conforme citado, o que provavelmente favoreceu para a baixa riqueza e abundância dessa comunidade neste local.

No açude do riacho Camurutim, os insetos dípteros também foram responsáveis pelas maiores densidades, atingindo máximo de 2.368 org./m² (97% de abundância), em abr/23 no ponto P01, com destaque dos quironomídeos da tribo Chironomini, especialmente para o táxon *Goeldichironomus* sp. No açude do riacho da Gangorra (P08), amostrado exclusivamente em abr/23, os insetos também foram dominantes (384 org./m²), representando 89% do total de indivíduos, sendo a maioria dípteros da família Chironomidae. Em todos os açudes amostrados foram registrados baixos níveis de oxigênio dissolvido nas

camadas superficiais das águas, nas campanhas realizadas. Esse cenário promove condições seletivas para o estabelecimento de grupos mais sensíveis dos invertebrados bentônicos, tais como Ephemeroptera, Trichoptera e Odonata, os quais permaneceram em baixas densidades.

A malacofauna teve pequena participação na densidade, com 6 org./m² em P02 (açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba), nov/20), dos quais 2 org./m² são gastrópodes *Biomphalaria* sp., e 6 org/m² planorbídeos em P08 (açude do riacho da Gangorra, abr/23). Considerando a dinâmica lêntica dos açudes é esperado que prevaleçam nos sedimentos táxons mais tolerantes, uma vez que compostos presentes tendem a depositar nos sedimentos, podendo limitar as populações bentônicas mais sensíveis.

Nas campanhas realizadas em 2011 a densidade foi mais elevada que a obtida em nov/20 e fev/21, sendo o maior valor registrado no açude do riacho Camurutim (popularmente conhecido como açude Quixaba) (P01), na segunda campanha (19.470 org./m²). Nestas coletas também se manteve o padrão de menor densidade no açude Edson Queiroz, entre 85 e 974 org./m², corroborando que se trata de um ambiente com condições mais adversas ao estabelecimento da comunidade bentônica. Em termos de abundância, se sobressaíram as larvas de dípteros, sobretudo de *Chironomus,* além de gastrópodes do gênero *Melanoides*.

Na Figura 11.2.2-138 os percentuais de abundância relativa dos grupos inventariados em novembro/20, fevereiro/21 e abril/23, seguindo os padrões apresentados na avaliação da densidade. Destaca-se a dominância de Insecta, em todos os açudes amostrados, atingindo até 100% de abundância nos açudes do riacho Camurutim (P01 e P02) e Edson Queiroz (P10). Os anelídeos Oligochaeta foram responsáveis por 17,5% da abundância no açude da Laís (P09) em nov/20 e 38,1% em fev/21, além dos anelídeos Hirudinea que contribuíram com 30% na segunda campanha. Os demais grupos tiveram pouca participação na análise quantitativa.

Considerando que vários gêneros de dípteros Chironomidae apresentam capacidade de colonização em diversos substratos, além de possuir hábito alimentar generalista e resistência às alterações ambientais (TECHIO BEÉ, 2007), é esperado mesmo em ambientes com sedimentos distintos, como os açudes amostrados, o predomínio deste grupo.

No Quadro 11.2.2-15 consta a densidade da comunidade bentônica por ponto e campanha.

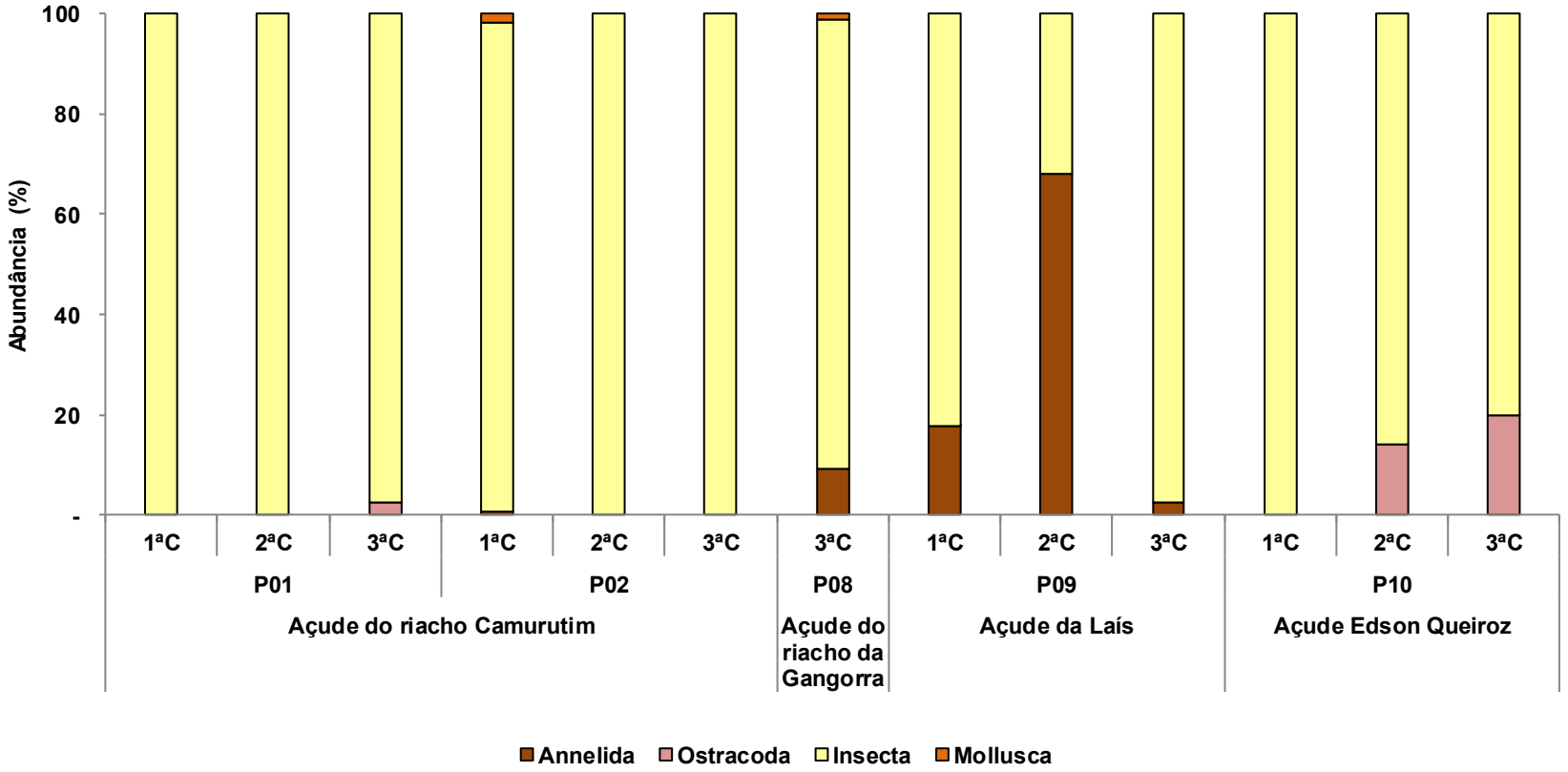


Figura 11.2.2-138: Abundância relativa de invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaborado por: Econsult, 2023.

Quadro 11.2.2-15 -1 Densidade dos invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	ORG./M²												
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Clitellata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Hirudinea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Rhynchobdellida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Glossiphoniidae	-	-	-	-	-	-	-	-	86	29	-	-	-
Subclasse Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Tubificida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Naididae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Naididae N.I.	-	-	-	2	-	-	40	544	103	11	-	-	-
Pristina sp.	-	-	-	-	-	-	-	103	-	-	-	-	-
Família Tubificidae	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
Subtotal	**-**	**-**	**-**	**2**	**-**	**-**	**40**	**647**	**195**	**40**	**-**	**-**	**-**
Filo ARTHROPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfilo CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Ostracoda	-	-	63	-	-	-	-	2	-	-	-	6	6
Subtotal	**-**	**-**	**63**	**-**	**-**	**-**	**-**	**2**	**-**	**-**	**-**	**6**	**6**
Subfilo HEXAPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	ORG./M²												
Classe Insecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Curculionidae	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Família Dytiscidae	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Família Gyrinidae	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydrophilidae	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Nematocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Ceratopogonidae	25	-	-	8	40	6	6	10	52	17	-	-	-
Família Chaoboridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaoborus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	34	23
Família Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomidae N.I.	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Chironominae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Chironomini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomini N.I.	-	-	1.477	2	-	-	201	722	-	477	-	-	-
Aedokritus sp.	34	-	-	23	563	-	-	-	11	-	-	-	-
Asheum sp.	36	-	-	216	80	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	ORG./M²												
Chironomus sp.	-	-	34	-	-	1.385	40	-	-	149	-	-	-
Cladopelma sp.	6	-	-	27	-	-	-	138	-	-	-	-	-
Endotribelos sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Fissimentum sp.	4	23	-	6	23	-	-	711	6	-	-	-	-
Goeldichironomus sp.	-	-	851	10	11	540	86	2	-	816	-	-	-
Parachironomus sp.	-	-	-	-	-	-	11	-	-	29	-	-	-
Paralauterborniella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-
Polypedilum sp.	-	-	-	-	40	-	11	-	-	17	-	-	-
Saetheria sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-	-
Zavreliella sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Tanytarsini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tanytarsini N.I.	4	34	-	-	-	-	6	1.372	6	-	-	-	-
Caladomyia sp.	-	-	-	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-
Rheotanytarsus sp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Orthocladiinae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Orthocladiini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nanocladius sp.	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Tanypodinae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	ORG./M²												
Tribo Coelotanypodini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coelotanypus sp.	52	-	-	6	-	-	-	6	-	6	-	-	-
Tribo Pentaneurini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pentaneurini N.I.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Ablabesmyia (Karelia) sp.	4	-	-	-	23	-	-	-	6	-	-	-	-
Ablabesmyia gr. *annulata* sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Procladiini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Procladius sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera N.I.	11	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Família Caenidae	8	-	-	8	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptohyphidae	-	-	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Polymitarcyidae	2	-	-	6	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Corixidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Anisoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	ORG./M²												
Família Aeshnidae	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Família Gomphidae	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Família Libellullidae	-	-	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Ordem Trichoptera	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Subtotal	**191**	**63**	**2.368**	**322**	**883**	**1.948**	**384**	**2.996**	**91**	**1.556**	**2**	**34**	**23**
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda N.I.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Planorbidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planorbidae N.I.	-	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Biomphalaria sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	**-**	**-**	**-**	**6**	**-**	**-**	**6**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Total	**191**	**63**	**2.431**	**330**	**883**	**1.948**	**430**	**3.645**	**286**	**1.596**	**2**	**40**	**29**

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha; 3ª C: terceira campanha. NI= Não identificado em menores níveis taxonômicos. Nota: a densidade representa a média das três réplicas coletadas, em cada ponto. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

Índices de diversidade e de equitabilidade

Devido às maiores riquezas registradas nos pontos amostrais durante a campanha de período seco, a diversidade foi relativamente superior para a maioria dos pontos. A diversidade foi mais elevada no açude do riacho Camurutim, com 2,98 bits.ind-1 (P01, primeira coleta), porém, na segunda campanha, no início do período chuvoso, neste mesmo ponto houve diminuição para 1,33 bits.ind-1, seguido de 1,21 bits.ind-1 na terceira campanha, no auge das chuvas (Figura 11.2.2-139).

O açude Edson Queiroz foi o ambiente de menor diversidade nas três campanhas, sobretudo em nov/20, quando a diversidade foi nula, uma vez que houve registro de apenas um táxon (*Chaoborus* sp.). A equitabilidade acompanhou essa tendência, com valores mais elevados no açude do riacho Camurutim (P01), com 0,84 na segunda campanha, demonstrando melhor distribuição dos táxons neste ponto. No açude da Laís a equitabilidade também foi elevada (>0,6) na primeira e na segunda campanhas.

Nas campanhas de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), a diversidade de espécies dos invertebrados bentônicos se manteve abaixo de 2 bits.ind-1, com exceção do açude da Laís, que obteve diversidade máxima de 3 e 2 bits.ind-1 nos meses de julho e agosto, respectivamente. As menores diversidades foram associadas ao açude Edson Queiroz. Os resultados de equitabilidade foram superiores a 0,5, indicando uniformidade entre os diferentes táxons nos pontos amostrados. Foi apontado que os valores baixos de diversidade verificados são indicativos de sistemas aquáticos alterados, devido provavelmente a déficits de oxigênio dissolvido no sedimento, o que pode ter se repetido nas amostragens mais recentes, sobretudo no açude Edson Queiroz, cuja diversidade foi nula em nov/20.

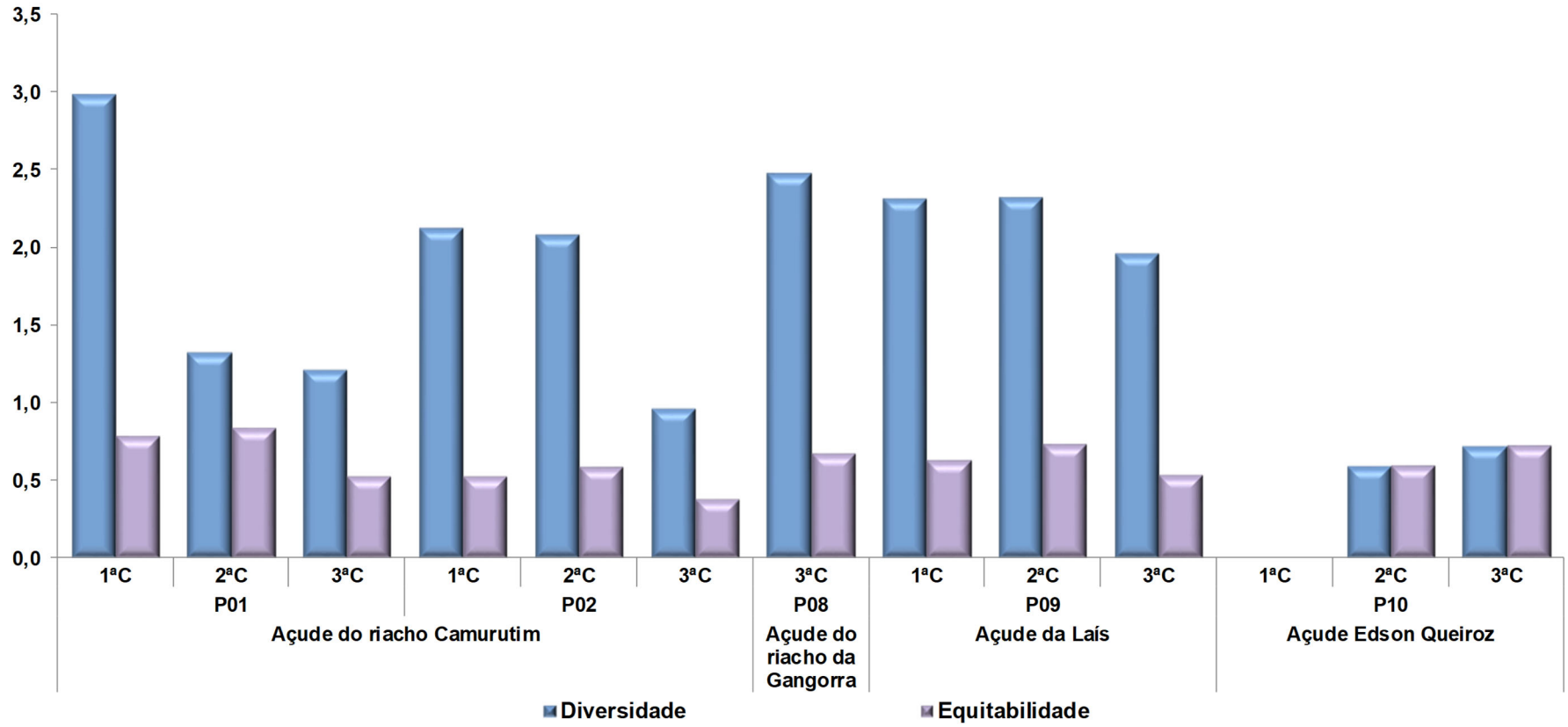


Figura 11.2.2-139: Diversidade e equitabilidade de invertebrados bentônicos – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

Índice de similaridade

A avaliação dos padrões de similaridade da comunidade de invertebrados bentônicos amostrada entre nov/20 e abr/23 foi realizada por meio do índice de Bray-Curtis. Os resultados revelam maior diferenciação da comunidade encontrada no açude Edson Queiroz em relação aos demais pontos (Figura 11.2.2-140), uma vez que esse açude apresentou baixa densidade e riqueza da comunidade bentônica, composta por *Chaoborus* sp. (nas três campanhas) e por Ostracoda (na 2ª e 3ª C), o que denota alterações neste ambiente que têm promovido o empobrecimento desta comunidade. Nas amostragens de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), este açude também mostrou condições adversas ao estabelecimento da comunidade bentônica, se destacado pela menor densidade e diversidade da malha amostral.

Há um segundo agrupamento dos demais pontos e campanhas, com baixo nível de similaridades (<50%), na maioria das associações. Dentre estes, forma-se um primeiro subgrupo que reúne as amostras da 3ª C, realizada no auge do período chuvoso, além de incorporar a primeira campanha no P09 (açude da Laís), em decorrência das densidades maiores de Chironomini. O segundo subgrupo reúne as amostras da 1ª e 2ª C, para o açude do riacho Camurutim (P01 e P02) e açude da Laís (P09); e um terceiro subgrupo demonstra uma diferenciação para o P01 durante a 1ª C. De modo geral, a maioria dos pontos foi reunido de acordo com a campanha, o que aponta influência da sazonalidade nos resultados obtidos para a comunidade bentônica, sobretudo no período chuvoso (abr/23).

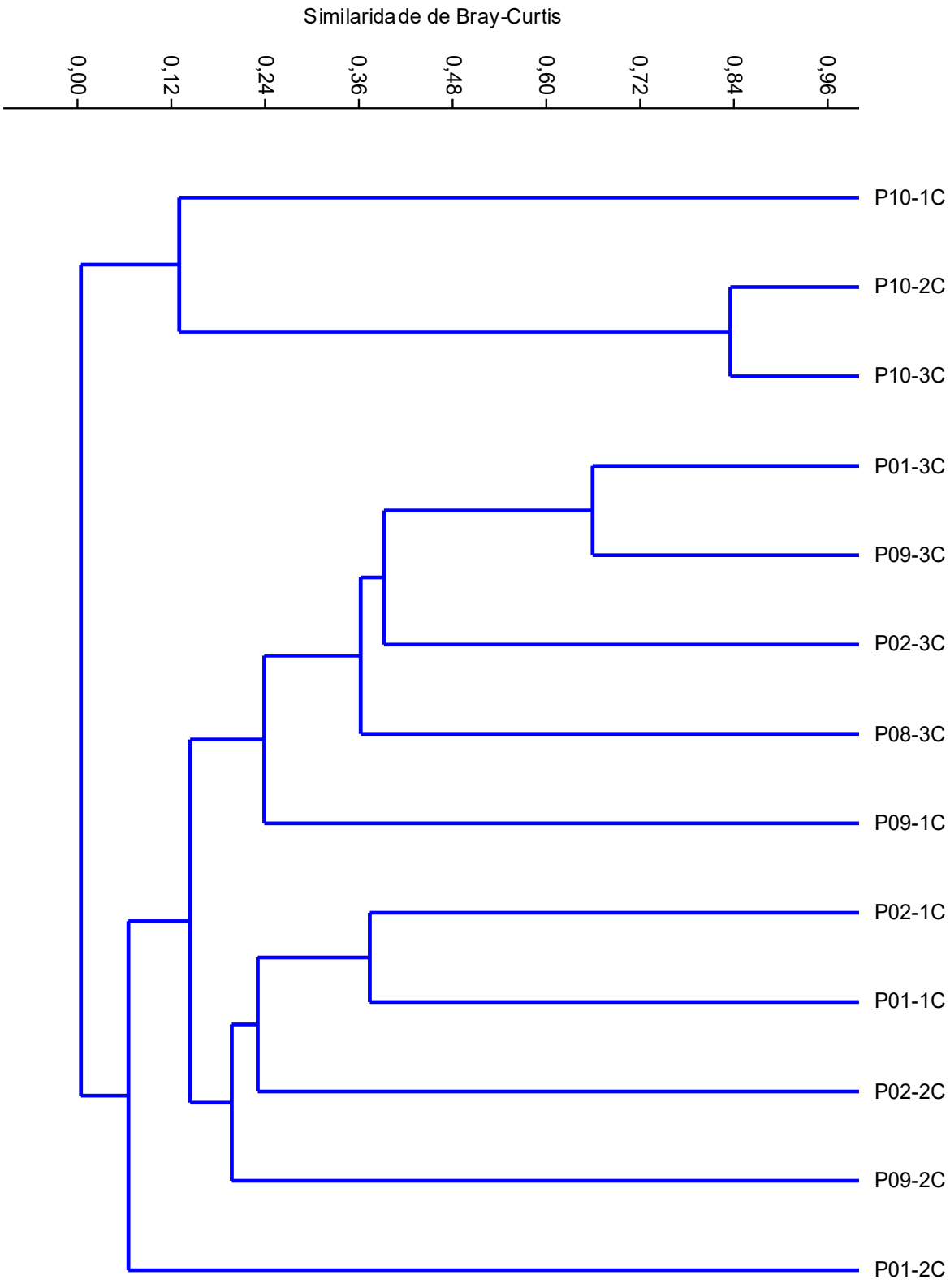


Figura 11.2.2-140 - Similaridade de invertebrados bentônicos -PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente Cofenético: 0,955.

Elaboração: Econsult, 2023.

D. Comunidade bentônica associada à vegetação marginal

Durante as três campanhas de amostragem foi registrado um total de 33 táxons bentônicos amostrados por meio da rede D nos açudes amostrados, a maioria integrante da classe Insecta - ordem Diptera (Quadro 11.2.2-16). Na 1ª campanha, realizada na estação seca, a riqueza total foi de apenas oito táxons, obtendo-se um valor semelhante na 2ª campanha, com apenas seis táxons, porém, na 3ª campanha, com a ocorrência das chuvas na região, este valor aumentou, atingindo 27 táxons.

Para as três campanhas é possível observar o maior número de táxons de Insecta, sobretudo atingindo riqueza máxima em abr/23 (3ª C), com 21 táxons.

Assim como observado nas amostras de sedimentos, o açude do riacho Camurutim tendeu a apresentar a maior riqueza de invertebrados na vegetação marginal (12 táxons em P01 e P02 – abr/23), contrastando com o açude Edson Queiroz (P10), onde foi registrado um máximo de sete táxons (abr/23) e o valor mínimo registrado nos pontos, ocorrendo na 1ª C (nov/20) com apenas um táxon de crustáceo da família Palaemonidae.

Em termos quantitativos, observou-se o total de 65 indivíduos capturados na primeira campanha, 96 indivíduos na segunda campanha, aumentando para 330 indivíduos na 3ª campanha. Para esta comunidade, portanto, é possível observar a importância da sazonalidade. A maior abundância verificada no auge do período chuvoso possivelmente se relaciona à maior disponibilidade de microhabitats na região marginal para a colonização dessa comunidade.

A quantidade de indivíduos variou entre 2 no açude do riacho Camurutim (P02), na 1ª campanha, e 176 indivíduos neste mesmo ponto, na 3ª campanha A presença de indivíduos da subordem Crustacea assume maior importância em termos de abundância no açude Edson Queiroz, sobretudo durante a 3ª campanha, onde foram amostrados 106 indivíduos associados à vegetação marginal. Para os demais pontos, o grupo dos Insecta assume maior importância, com o máximo de 140 indivíduos amostrados no P01 (açude do riacho Camurutim – 3ª C).

Para as amostras associadas à vegetação, foram inventariados táxons geralmente característicos de ambientes com melhor qualidade ambiental, dos grupos de Ephemeroptera (efemerópteros), Trichoptera (tricópteros) e Odonata. Estes indivíduos ocorreram principalmente durante a 3ª campanha, com abundância máxima registrada para a família Baetidae (ordem Ephemeroptera), com até 40 indivíduos (P01 - 3ª C).

Quadro 11.2.2-16 - Riqueza e quantidade absoluta de indivíduos da comunidade bentônica - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	IND.												
Filo ANNELIDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Clitellata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Oligochaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Tubificida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Naididae	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Naididae N.I.	-	-	-	19	-	1	-	16	-	-	-	-	-
Subfamília Naidinae	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Tubificinae	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	**-**	**1**	**30**	**19**	**-**	**1**	**-**	**16**	**1**	**-**	**-**	**1**	**-**
Filo ARTHROPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfilo CRUSTACEA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Malacostraca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subclasse Eumalacostraca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Superordem Eucarida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Decapoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Pleocyemata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Infraordem Caridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	IND.												
Família Palaemonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	106
Classe Ostracoda	-	-	6	-	-	1	-	2	-	-	-	19	-
Subfilo HEXAPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Insecta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Coleoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Curculionidae	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Família Dytiscidae	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	1
Família Gyrinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydrophilidae	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Família Noteridae	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Diptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Nematocera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Chaoboridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chaoborus sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Chironomidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Chironominae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Chironomini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomini N.I.	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	IND.												
Asheum sp.	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chironomus sp.	-	-	13	-	-	67	-	-	-	-	-	-	-
Cladopelma sp.	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Endotribelos sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Goeldichironomus sp.	1	-	3	1	-	7	11	-	-	12	-	-	2
Parachironomus sp.	-	-	-	-	-	-	20	-	-	4	-	-	-
Tribo Macropelopiini	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Macropelopiini N.I.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ablabesmyia (Karelia) sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larsia sp.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Labrundinia sp.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-
Tribo Tanytarsini	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Caladomyia sp.	3	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Família Stratiomyidae	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Ordem Ephemeroptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Baetidae	-	-	40	-	-	12	6	-	-	29	-	-	1
Família Caenidae	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	IND.												
Família Belostomatidae	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-
Família Corixidae	-	-	6	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-
Família Mesoveliidae	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Família Notonectidae	-	-	-	-	4	-	-	-	65	-	-	-	-
Ordem Odonata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subordem Anisoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Aeshnidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Família Libellullidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Ordem Trichoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Hydroptilidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Família Leptoceridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	**8**	**1**	**146**	**10**	**5**	**100**	**46**	**7**	**66**	**53**	**5**	**21**	**114**
Filo MOLLUSCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe Gastropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Hygrophila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Família Planorbidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planorbidae N.I.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Subtotal	-	-	-	-	-	-	**2**	-	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM						AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA	AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ		
	P01			P02			P08	P09*			P10*		
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C
	IND.												
Total	8	2	176	29	5	101	48	23	67	53	5	22	114

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha; 3ª C: terceira campanha. Ind. Indivíduos. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Elaboração: Econsult, 2023.*

E. Macrófitas aquáticas

E.1. Análise qualitativa

Composição taxonômica e riqueza de táxons

Foram registrados 52 táxons de macrófitas aquáticas, pertencentes a 42 gêneros e 23 famílias, integrantes dos grupos de samambaias e angiospermas. Desse total, na 1ª campanha (nov/20) foram registrados 22 táxons, decaindo para 19 táxons na 2ª campanha (fev/21), com posterior aumento para 40 táxons, na 3ª campanha (abr/23). Foram identificadas ao nível específico 49 táxons (94%), enquanto quatro permaneceram no nível genérico (8%), devido à ausência de material reprodutivo para a identificação ou por divergência taxonômica, assim como quatro táxons que foram identificados ao nível específico ou genérico, mas necessitam de confirmação (apresentado com a abreviação “cf.” antes do epíteto) (Quadro 11.2.2-17).

Quadro 11.2.2-17 - Composição taxonômica de macrófitas aquáticas - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

TÁXON	NOME POPULAR	FORMA BIOLÓGICA	INFESTAÇÃO	POTENCIAL ECONÔMICO			DISTRIBUIÇÃO RESTRITA NO BR	1ª C	2ª C	3ª C
				MEDICINAL	ORNAMENTAL	COMESTÍVEL				
Monilophytas (Samambaias)										
Salviniaceae										
Salvinia auriculata Aubl.	pasta, salvinia	Flutuante Livre	X		X				X	X
Magnoliophytas (Angiospermas)										
Amaranthaceae										
Alternanthera paronichyoides St.Hil		Anfíbia						X		X
Alternanthera tenella Colla	apaga-fogo, carrapichinho	Anfíbia	X	X				X	X	X
Apocynaceae										
Calotropis procera (Aiton) WT Aiton	ciúme, flor-de-seda, hortência	Anfíbia	X	X	X		Naturalizada	X	X	
Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne.	unha-do-cão, viúva-alegre	Anfíbia	X		X		Naturalizada. Restrita ao Nordeste	X	X	X
Araceae										
Lemna cf. *aequinoctialis* Welw.	lentilha d'água	Flutuante livre	X	X	X	X				X
Pistia stratiotes L.	alface d'água	Flutuante livre	X	X	X	X				X
Asteraceae										
Pluchea sagittalis (Lam.) Cabrera	quitoco, madrecravo	Anfíbia	X	X	X				X	
Eclipta prostrata (L.) L.	agrião-do-brejo, erva-botão	Anfíbia	X	X				X	X	
Boraginaceae										
Euploca procumbens (Mill.) Diane & Hilger	crista-de-galo	Anfíbia						X	X	
Cleomaceae										
Tarenaya houtteana (Schltdl.) Soares Neto & Roalson	cleome, mussambê, sete-marias	Emergente	X		X			X	X	
Commelinaceae										
Commelina erecta L.	trapoeraba	Anfíbia	X		X					X
Convolvulaceae										
Ipomoea asarifolia (Desr.) Roem. & Schult.	salsa, salsa-brava, salsa-do-rio	Anfíbia	X		X		Restrita ao Norte, Nordeste, Mato Grosso e Rio de Janeiro	X	X	X
Jacquemontia densiflora (Meisn.) Hallier f.	campainha, corda-de-viola	Anfíbia	X		X		Restrita Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste			X
Cyperaceae										

TÁXON	NOME POPULAR	FORMA BIOLÓGICA	INFESTAÇÃO	POTENCIAL ECONÔMICO			DISTRIBUIÇÃO RESTRITA NO BR	1ª C	2ª C	3ª C
				MEDICINAL	ORNAMENTAL	COMESTÍVEL				
Cyperus blepharoleptos Steud.	baceiro, capim-de-capivara	Epífita	X							X
Cyperus lanceolatus Poir.	tiririca-do-brejo	Anfíbia	X							X
Cyperus odoratus L.	junça-de-ouriço,tiriricão, junça	Anfíbia	X					X	X	
Fimbrystilis sp.		Anfíbia						X	X	X
Fabaceae										
Abrus precatorius L.	olho-de-cabra,	Anfíbia	X	X						X
Centrosema brasilianum (L.) Benth.	feijão-bravo, olho-de-boi-falso	Anfíbia								X
Desmodium sp.	carrapicho-beiço-de-boi	Anfíbia	X							X
Indigofera microcarpa Desv.	caachira, erva-d'anir	Anfíbia					Endêmica do Brasil. Restrita ao Nordeste e Sudeste	X	X	
Mimosa pudica L.	dormideira, sensitiva	Anfíbia	X	X						X
Neptunia plena (L.) Benth.	dorme-dorme, tripa-de-galinha	Anfíbia	X		X		Restrita ao Norte, Nordeste e Centro-Oeste			X
Senna alata (L.) Roxb.	fedegoso-grande	Anfíbia	X	X	X					X
Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso-branco, mata-pasto	Anfíbia	X	X		X				X
Senna occidentalis (L.) Link	fedegoso, mamangá	Anfíbia	X	X		X				X
Senna uniflora (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	mata-pasto-peludo	Anfíbia	X	X			Restrita a Roraíma, Goiás, Nordeste e Sudeste			X
Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw.	alfafa-do-campo, meladinho	Anfíbia	X							X
Lamiaceae										
Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze	bamburral, betônica-brava	Anfíbia	X	X						X
Malvaceae										
Melochia tomentosa L.	guanxuma-roxa	Anfíbia					Restrita ao Nordeste e Centro-Oeste	X	X	X
Sida cf *cordifolia* L.	malva-branca, guanxuma-branca	Anfíbia	X					X	X	X
Sidastrum micranthum (A.St.-Hil.) Fryxell	malva-preta, malva, malvisco	Anfíbia	X	X			Restrita ao Nordeste, Sudeste, Goiás e Paraná	X	X	X
Waltheria indica L.	malva-sedosa	Anfíbia	X	X						X

TÁXON	NOME POPULAR	FORMA BIOLÓGICA	INFESTAÇÃO	POTENCIAL ECONÔMICO			DISTRIBUIÇÃO RESTRITA NO BR	1ª C	2ª C	3ª C
				MEDICINAL	ORNAMENTAL	COMESTÍVEL				
Molluginaceae										
Glinus radiatus (Ruiz & Pav.) Rohrb.	beldroega, beldroeguinha	Anfíbia							X	
Onagraceae										
Ludwigia erecta (L.) H.Hara	cruz-de-malta	Anfíbia	X				Restrita ao Norte, Nordeste, Sudeste e Paraná	X	X	X
Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) H.Hara	florzeiro	Flutuante fixa		X	X		Restrita ao Norte, Nordeste e Centro-Oeste	X		X
Passifloraceae										
Passiflora foetida L.	maracujá-fedido, maracujá-de-estalo	Anfíbia	X							X
Plantaginaceae										
Stemodia maritima L.	Melosa	Anfíbia					Restrita ao Nordeste e Rio de Janeiro	X	X	
Poaceae										
Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone	capim-elefante, capim-napier	Emergente	X				Naturalizada	X		
Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.	capim-pé-de-galinha	Anfíbia	X				Naturalizada			X
Echinochloa polystachya (Kunth) Hitchc.	canarana-verdadeira	Emergente	X				Naturalizada	X		X
Urochloa cf. *adspersa* (Kunth) Hitchc.	tenner-grass	Emergente	X				Naturalizada. Restrita ao Nordeste, Centro-Oeste e Sul			X
Urochloa brizantha (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster	braquiaria-do-alto	Anfíbia	X				Naturalizada			X
Urochloa sp.	braquiária	Anfíbia	X				Naturalizada	X		
Polygalaceae										
Asemeia cf. *violacea* (Aubl.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Roxinha	Anfíbia	X							X
Polygonaceae										
Polygonum acuminatum Kunth	erva-de-bicho-peluda	Emergente	X	X						X
Polygonum cf. *diospyrifolium*Cham. & Schltdl.	erva-de-bicho	Emergente					Endêmica do Brasil. Restrita ao Sudeste e Sul	X		X
Pontederiaceae										
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms	Aguapé	Flutuante livre	X	X	X	X				X
Rubiaceae										
Borreria sp.		Anfíbia	X							X
Hexasepalum teres (Walter) J.H.Kirkbr.		Anfíbia	X							X

TÁXON	NOME POPULAR	FORMA BIOLÓGICA	INFESTAÇÃO	POTENCIAL ECONÔMICO			DISTRIBUIÇÃO RESTRITA NO BR	1ª C	2ª C	3ª C
				MEDICINAL	ORNAMENTAL	COMESTÍVEL				
Solanaceae										
Nicotiana glauca Graham	charuto-do-rei, figueira-da-índia	Anfíbia	X	X	X		Naturalizada. Restrita ao Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	X	X	

Legenda: BR= Brasil. Elaboração: Econsult, 2023.

A família Fabaceae se destacou pela maior representatividade nos açudes amostrados ao longo das três campanhas, com 11 táxons, seguida das famílias Poaceae representada por seis táxons e Cyperaceae e Malvaceae com quatro táxons cada (Figura 11.2.2-141).

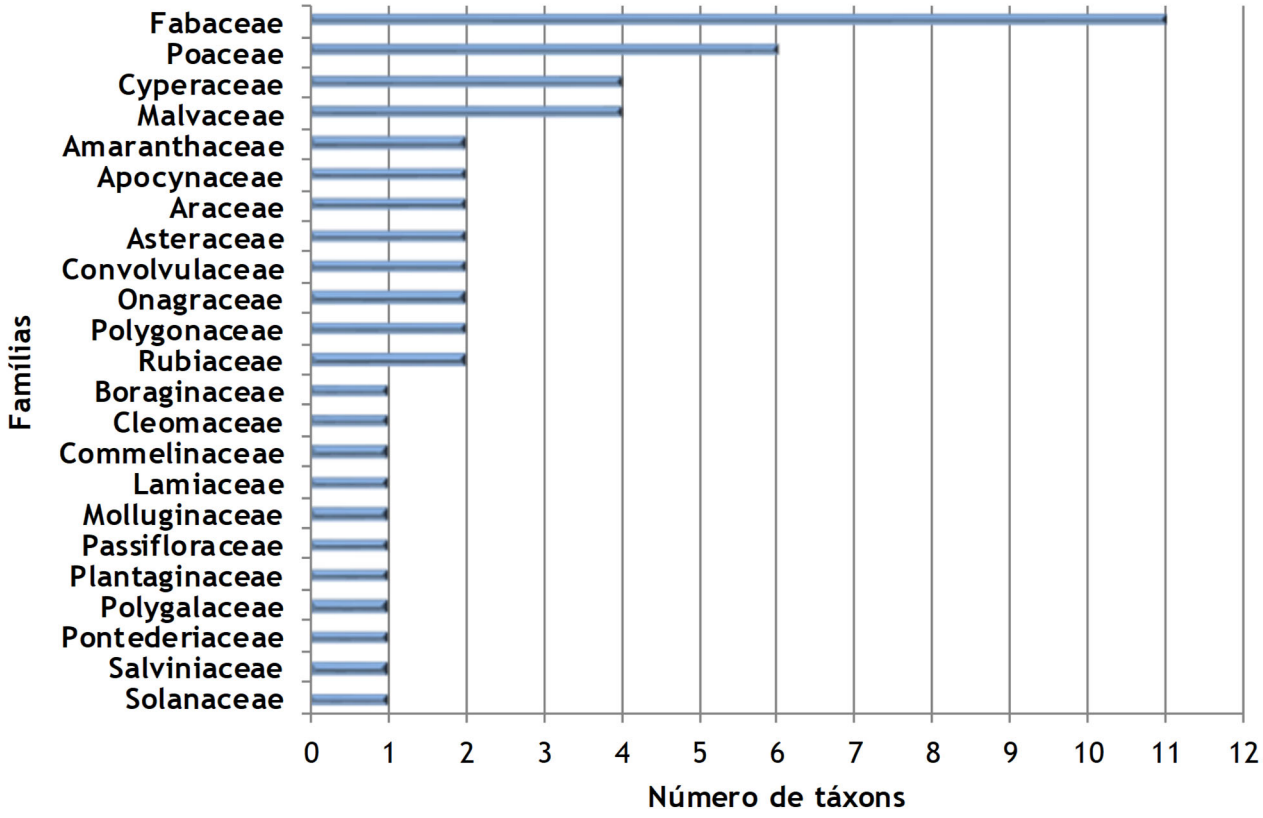


Figura 11.2.2-141 - Riqueza de táxons de macrófitas aquáticas por família - Projeto de Santa Quitéria - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

A família Fabaceae possui distribuição cosmopolita, representando uma das maiores famílias de Angiospermas, além de uma das principais do ponto de vista econômico (SOUZA & LORENZI, 2008). Em geral, as famílias Cyperaceae e Poaceae tendem a apresentar maior riqueza específica em ambientes aquáticos, devido à sua ampla distribuição (WATSON & DALLWITZ, 1992; GOETGHEBEUR, 1998), estimando-se que 30% e 9% dos gêneros correspondam à vegetação aquática (COOK, 1999; RUTISHAUSER, 2010). Essas famílias possuem sistema subterrâneo complexo formado por rizomas e tubérculos, alguns dotados de estolhos subterrâneos, que permitem eficiente propagação vegetativa e, consequentemente, maior competitividade e dominância (GOETGHEBEUR, 1998).

A família Malvaceae possui distribuição predominantemente pantropical (SOUZA & LORENZI, 2008, p.). As famílias Amaranthaceae, Apocynaceae, Araceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Onagraceae, Polygonaceae, Rubiaceae apresentaram dois táxons, cada.

Dessas famílias apenas Apocynaceae possui distribuição predominantemente pantropical, as demais são consideradas cosmopolitas. Muitas espécies da família Apocynaceae são cultivadas como ornamentais, porém com diversas sendo tóxicas, não são totalmente apropriadas para o cultivo em determinadas áreas. Algumas espécies se adaptaram muito bem ao clima da Caatinga nordestina e se comportam como invasoras nas formações naturais, como é caso das duas espécies coletadas na área de estudo *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre) e *Calotropis procera* (flor-de-seda) (SOUZA & LORENZI, 2008).

A família Amaranthaceae inclui espécies do gênero *Alternanthera* (apaga-fogo), que são ruderais, tendo sido verificadas em todas as campanhas (IBID, p.252). A família Asteraceae é uma das famílias mais expressivas e no Brasil essa família também está bem representada por aproximadamente 2.000 espécies (IBID, p.638).

As Convolvulaceae são bastante comuns como lianas de bordas de florestas, com muitas espécies sendo ornamentais devido às flores vistosas que possuem (IBID, p. 616). A família Onagraceae possui apenas quatro gêneros e cerca de 50 espécies no Brasil, tais como *Ludwigia*, registrado nesse levantamento, com ocorrência em todo país, associado principalmente a locais alagáveis (IBID, p.293). As espécies da família Rubiaceae correspondem uma das principais em quase todas as formações naturais (IBID, p.521).

As demais famílias foram representadas na rede amostral por apenas um táxon (Boraginaceae, Cleomaceae, Commelinaceae, Lamiaceae, Molluginaceae, Passifloraceae, Plantaginaceae, Polygalaceae, Pontederiaceae, Salviniaceae e Solanaceae)

Nas amostragens realizadas em 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) as famílias mais representativas foram Cyperaceae, com sete espécies, seguida de Poaceae e Onagraceae com quatro táxons, cada, destacando-se as duas primeiras famílias também nas campanhas mais recentes, conduzidas entre os anos de 2020 e 2023. A riqueza total se manteve com valores aproximados entre as duas amostragens, com 25 táxons, tanto no período seco quanto chuvoso de 2011, sendo portanto semelhante as duas primeiras campanhas atuais (nov/20 e fev/21) e inferior a terceira campanha (abr/23), quando se obteve também picos mais elevados de precipitação o que colaborou para esse aumento na riqueza de espécies, através da entrada de macrófitas flutuantes livres e propágulos de plantas que são transportadas pela correnteza dos contribuintes até os açudes, além da germinação de

sementes, uma vez que foram observados muitos brotos de espécies não registradas nas campanhas anteriores, principalmente da família Fabaceae, a qual teve contribuição expressiva na terceira campanha.

Formas biológicas

Considerando as formas biológicas há predomínio de anfíbias, compreendendo 40 táxons (76,9%), seguidas das emergentes com seis táxons (11,5%) e das flutuantes livres com quatro táxons (7,7%), e flutuantes fixas e epífitas (1,9%, cada; Quadro 11.2.2-18). Esses resultados corroboram as informações da literatura, que, em geral, relatam a ocorrência de maior número de espécies de macrófitas aquáticas anfíbias e emergentes nos ambientes aquáticos. O predomínio dessas formas biológicas decorre, principalmente, de suas adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem que as anfíbias vivam tanto em ambientes aquáticos quanto em terrestres e as emergentes habitem as zonas litorâneas, áreas onde são encontradas as maiores concentrações dessas plantas.

As famílias Fabaceae e Malvaceae tiveram grande colaboração nesse predomínio de anfíbias, pois todas as espécies registradas nelas foram classificadas com essa forma biológica, com a maioria das espécies sendo arbusto que suporta tanto o período seco quanto chuvoso. As famílias Asteraceae, Cyperaceae e Poaceae também foram bem representadas pela forma biológica anfíbia, provavelmente pelo fato destas serem ruderais, que são bem adaptadas a qualquer tipo de sedimento e condições climáticas.

Na 3ª Campanha foi verificada maior quantidade de espécies flutuantes livres e apenas nessa campanha houve registro da forma biológica epífita, através da espécie *Cyperus blepharoleptos* (baceiro) associada à espécie *Salvinia auriculata* (orelha-de-onça) no ponto P10 (açude Edson Queiroz), usando-a como suporte para flutuar. Esta espécie também pode colonizar outras flutuantes livres como *Pistia stratiotes* (alface d'água), começando assim como epífita usa as flutuantes livres como suporte até se tornarem dominantes e formar conjuntos puros, enraizadas em material orgânico flutuante (baceiro), que podem excluir as plantas submersas do ambiente por sombreamento (POTT & POTT, 2000).

Nas amostragens de 2011 também foi verificado predomínio de anfíbias (60,5%), seguido das emergentes (15,8%), flutuantes fixas e livres (7,9%), e com menor expressão também de outras formas biológicas como submersas fixas (5,3%) e epífitas (2,6%). Registrou-se maior diversidade de formas biológicas nos pontos P09 (açude da Laís) e P10 (açude Edson Queiroz) com ocorrência de flutuantes livres e fixas, submersas fixas e epífitas, além das anfíbias e emergentes que foram registradas nos demais pontos também. Notou-se uma diminuição da diversidade de formas biológicas no ponto P09 (açude da Laís) entre a

amostragem de 2011 e as campanhas atuais enquanto os demais pontos apresentaram semelhança entre os dois períodos. Essa diminuição pode ter relação com o menor grau de trofia detectado neste açude, em novembro/2020, refletindo as menores concentrações de fósforo e de clorofila dentre os locais amostrados, conforme detalhado no diagnóstico da qualidade da água, uma vez que os nutrientes favorecem o desenvolvimento das macrófitas.

Potencial de infestação

Do conjunto de macrófitas identificadas na rede amostral, a maioria dos táxons (81%) é considerada infestante ou daninha (KISSMANN, 1997; KISSMANN & GROTH, 1999 e 2000; LORENZI, 2008). Contudo, cabe indicar que, nos açudes amostrados ao longo das três campanhas (nov/20, fev/21 e abr/23), a maioria das espécies apresentou baixa frequência e área de cobertura inferior a 25%.

Mesmo assim merecem atenção algumas espécies, como a flutuante livre *Lemna* cf. *aequinoctialis* (lentilha d'água), presente nos açudes do riacho da Gangorra (P08) e do riacho Camurutim (P01 e P02), além de *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Salvinia auriculata* (orelha-de-onça), ambas com ocorrência no açude Edson Queiroz, todas com cobertura menor que 25%, além da espécie *Pistia stratiotes* (alface d'água), registrada no açude da Laís (P09) com cobertura menor que 5%, a maioria sendo registrada apenas na terceira campanha (abr/23), quando os açudes estavam com níveis de água mais elevados. No período seco, quando o nível dos açudes abaixar essas espécies tendem a entrar em decomposição. Estas espécies possuem alto potencial de infestação em ambientes lênticos e podem ser bioindicadoras de eutrofização, quando a população aumenta muito, pois se desenvolvem bem em água com médio a alto teor de nutrientes, baixa correnteza e pouco sombreada (POTT & POTT, 2000).

A espécie *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre), verificada nos açudes do riacho Camurutim (P01 e P02) e Laís (P09), em todas as campanhas, é naturalizada e possui porte arbustivo, sendo capaz de formar maciços populacionais em diversos nichos da Caatinga e em ecossistemas associados, sobretudo nos sítios mais úmidos, podendo alterar as características da vegetação nativa, causando o desaparecimento das espécies autóctones, como as carnaubeiras (SOUZA *et al.*, 2017).

Dentre as espécies com potencial de infestação destacam-se ainda *Calotropis procera* (ciúme) e *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei), também naturalizadas, sendo a primeira registrada nos açudes do riacho Camurutim - remanso (P02) e Edson Queiroz (P10) e a segunda nos açudes do riacho Camurutim - barragem (P01) e do riacho da Gangorra (P08), ambas na 1ª e 2ª C.

Calotropis procera é uma planta daninha frequente nas regiões semiáridas do Nordeste do país e do Vale do São Francisco e de difícil erradicação, tolerante à seca, que ocorre principalmente em pastagens, beira de estradas e terrenos baldios (LORENZI, 2008). Embora detectada no açude do riacho Camurutim - remanso (P02), na 3ª campanha (abr/23), foi observada que esta espécie estava sem vitalidade, estando a maior parte encoberta por água.

Nicotina glauca representa uma ameaça à biodiversidade, pois pode alterar o ciclo dos nutrientes encontrados no solo e a disponibilidade hídrica, afetando diretamente o desenvolvimento das plantas locais. Ela propaga-se rapidamente devido ao tamanho reduzido da sua semente (PROFIRO & BRAGA, 2020).

As espécies *C. madagascariensis, C. procera e N. glauca* foram frequentes, com área de cobertura máxima de 25% na maioria dos pontos, nas duas primeiras campanhas, porém, na 3ª campanha, tanto a frequência quanto a cobertura diminuíram, com ausência das duas últimas espécies citadas, conforme detalhado nos subitens frequência e área de cobertura.

Potencial econômico

Entre as espécies identificadas na malha amostral, 19 apresentam valor medicinal (LORENZI & MATOS, 2002), 15 são ornamentais (LORENZI & SOUZA, 2001) e cinco são utilizadas como alimento (POTT & POTT, 2000; Quadro 11.2.2-17). Há registros da utilização das espécies comestíveis na área amostrada do PSQ como, por exemplo, as espécies *Senna obtusifolia* (fedegoso-branco) e *Senna ocidentalis* (fedegoso), leguminosas nativas de grande valor forrageiro, além disso possuem valor medicinal assim como outras leguminosas presentes na área amostrada como *Abrus precatorius* (olho-de-cabra), *Mimosa pudica* (dormideira), *Senna alata* (fedegoso-grande) e *Senna uniflora* (mata-pasto-peludo).

Diversas espécies dos gêneros *Polygonum* (erva-de-bicho) e *Alternanthera* (apaga-fogo) são amplamente empregadas na medicina caseira em diversas regiões, onde são consideradas adstringentes, estimulantes, diuréticas e vermicidas (LORENZI & MATOS, 2008). Assim como a família Asteraceae que possui muitas espécies com aplicações na medicina caseira, tendo como exemplos *Eclipta prostrata* (agrião-do-brejo) e *Pluchea sagittalis* (madrecravo), registradas nos açudes Edson Queiroz (P10) e do riacho Camurutim -remanso (P02), respectivamente. A espécie *Sidastrum micranthum* (malva-preta) também é empregada na cura de diversas doenças, conforme detalhado em Lorenzi & Matos, 2008. A espécie *Ludwigia helminthorrhiza* (lombrigueira) possui tanto valor medicinal sendo cicatrizante, como ornamental para aquários (POTT & POTT, 2000).

As espécies de *Calotropis procera* (ciúme) e *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei), além de serem utilizadas na medicina caseira em algumas regiões do país, foram amplamente introduzidas e dispersas devido ao valor ornamental, sendo atualmente consideradas invasoras principalmente na Caatinga (FABRICANTE, 2013), assim como a espécie *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre) que possui forte potencial ornamental e por isso se tornou infestante em vários países (I3N, 2021).

Muitas espécies da família Convolvulaceae são empregadas como plantas ornamentais devido às suas flores vistosas, como é o caso de *Ipomoea asarifolia* (salsa-brava) registrada no açude Edson Queiroz (P10) nas três campanhas e *Jacquemontia densiflora* (campainha), presente nos açudes do riacho Camurutim (P01 e P02) e Riacho da Gangorra (P08) na 3ª campanha (abr/23). *Tarenaya houtteana* (mussambê), *Commelina erecta* (trapoeraba) e *Nicotiana glauca* (charuto-de-rei) também possuem flores de pétalas vistosas e são utilizadas como ornamentais.

As flutuantes livres *Pistia stratiotes* (alface d'água), *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Lemna* cf. *aequinoctialis* (lentilha d'água), além do uso terapêutico, são consideradas comestíveis e ornamentais (POTT & POTT, 2000). Os brotos tenros e a flor de *E. crassipes* são comestíveis, suas folhas são adstringentes e depurativa, além disso devido às suas flores é considerada como ornamental em lagos e tanques (IBIDEM). A minúscula *Lemna aequinoctialis* é utilizada como planta ornamental em aquários, representa fonte potencial de proteína (14 a 20%) para alimento humano, é considerada medicinal, além de ser muito utilizada em pesquisas (IBIDEM). Contudo, conforme citado estas espécies são macrófitas flutuantes livres, de caráter infestante, que se proliferam principalmente em ambientes lênticos.

Distribuição no Brasil – Ocorrência de espécies endêmicas e legalmente protegidas

A maioria (73%) das espécies de macrófitas aquáticas registradas em nov/20, fev/21 e abr/23 apresenta ampla distribuição (FLORA DO BRASIL, 2020), com exceção de 14 espécies, as quais possuem ocorrência mais restrita (Quadro 11.2.2-18). *Polygonum* cf. *diospyrifolium* consta como restrita as regiões Sudeste e Sul do Brasil, por isso foi mantida com "cf.", para a confirmação, podendo ser o primeiro registro dela no Nordeste.

A maioria das plantas registradas no levantamento realizado nos açudes amostrados ao longo das três campanhas é nativa (83%), exceto nove (*Calotropis procera, Cryptostegia madagascariensis, Cenchrus purpureus, Dactyloctenium aegyptium, Urochloa cf. adspersa, Urochloa brizantha, Urochloa* sp., *Echinochloa polystachya e Nicotiana glauca*), as quais são naturalizadas no país. Mesmo assim, pelo menos três delas (*Calotropis procera, Cryptostegia*

madagascariensis e Nicotiana glauca) são consideradas como exóticas e invasoras da Caatinga (FABRICANTE, 2013; INSTITUTO HORUS, 2021; SOUZA *et al.*, 2017).

Somente *Indigofera microcarpa* (caachira) e *Polygonum* cf. *diospyrifolium* (erva-de-bicho) são consideradas endêmicas do Brasil e nenhuma das registradas é considerada endêmica do local de estudo. Nenhuma das espécies é considerada ameaçada de extinção atualmente (MMA, 2023), tampouco são listadas pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e da Flora Selvagens (CITES).

Distribuição espacial e frequência de ocorrência na malha amostral

Nas três campanhas (nov/20, fev/21 e abr/23), foram detectadas macrófitas aquáticas em todos os pontos amostrados (Quadro 11.2.2-18, Figura 11.2.2-142). O máximo de riqueza foi obtido na 3ª campanha (abr/23), no pico do período chuvoso, quando todos os açudes estavam com nível de água mais elevado. Nessa campanha, a riqueza variou entre oito (P08) e 14 táxons (P02). No período seco (nov/20), a variação ficou entre cinco (P01) e 13 táxons (P10), enquanto na 2ª campanha, realizada na estação chuvosa, porém, em período de baixa precipitação, a riqueza se manteve semelhante à do período seco, com variação entre seis (P01 e P08) e 13 táxons (P10).

Não houve diferenças relevantes na riqueza de espécies entre as duas primeiras campanhas (nov/20, período seco) e (fev/21, período chuvoso), provavelmente devido a maioria dos açudes monitorados apresentarem níveis baixos nas duas coletas. Contudo, na 3ª campanha quando o nível dos açudes estava mais elevado foi observada maior diversidade das formas biológicas nos açudes, aumentando assim a riqueza de espécies em cada ponto, com exceção do açude Edson Queiroz (P10), onde ocorreu uma diminuição das espécies anfíbias, que ficam imersas no período chuvoso, não sendo possível visualizá-las.

Quadro 11.2.2-18 - Riqueza e frequência de táxons de macrófitas aquáticas por forma biológica-PSQ - Nov/20 (1ª campanha), Fev/21 (2ª campanha) e Abr/23 (3ª campanha).

FORMAS BIOLÓGICAS	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM: BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM: REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)
	P01 (AID)			P02 (AID)			P08 (AID)			P09			P10				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Anfíbia	4	5	11	6	7	13	4	5	7	6	5	9	10	11	7	15	100
Emergente	1	1	0	0	1	0	3	1	0	1	1	3	2	1	2	11	73
Flutuante livre	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	2	6	40

FORMAS BIOLÓGICAS	AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM: BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM: REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ			FREQUÊNCIA	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%)
	P01 (AID)			P02 (AID)			P08 (AID)			P09			P10				
	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Flutuante fixa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	13
Epífita	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7
Riqueza de táxons	5	6	12	6	8	14	7	6	8	7	6	13	13	13	13	-	-

Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha; 3ª C: terceira campanha.
Elaboração: Econsult, 2023.

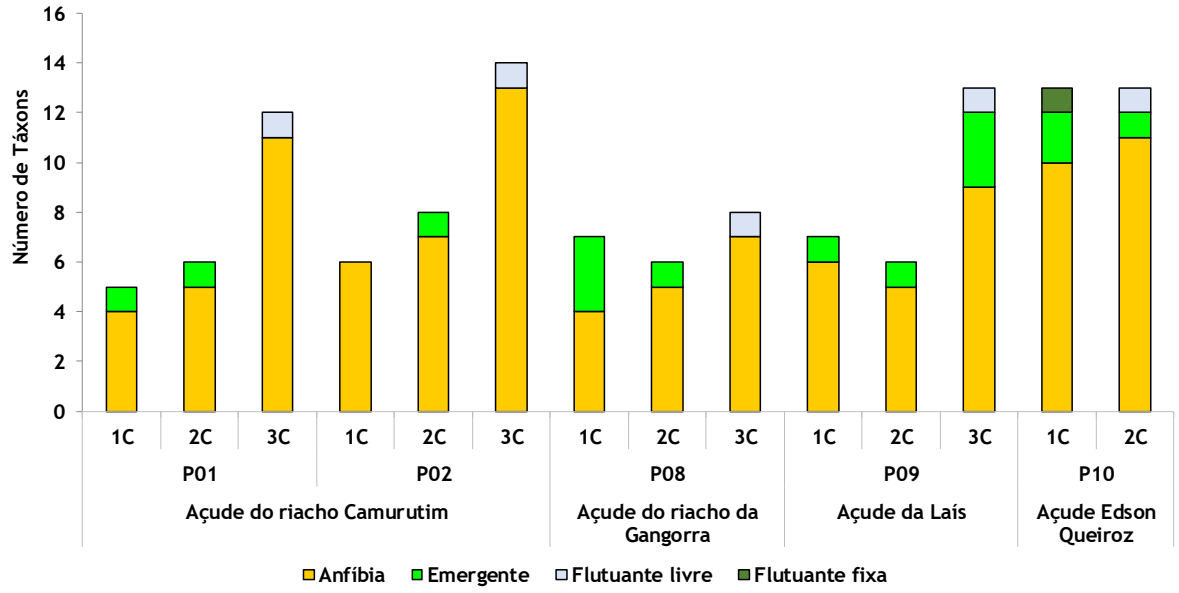


Figura 11.2.2-142 - Riqueza de táxons de macrófitas aquáticas por forma biológica - PSQ - Nov/20 (1ª campanha), Fev/21 (2ª campanha) e Abr/23 (3ª campanha).

Elaboração: Econsult, 2023.

Ao comparar a riqueza de táxons da primeira campanha (novembro/2020) com a terceira campanha (julho/2011) da amostragem anterior (ARCADIS LOGOS, 2014), representativa também do período seco, verifica-se que a riqueza pontual se manteve com valores aproximados em todos os pontos, tendo o valor mínimo de cinco táxons no ponto P01 (açude do riacho Camurutim - barragem) e máximo de 13 táxons no ponto P10 (açude Edson Queiroz).

Nas campanhas representativas do período chuvoso de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014), foram obtidos maiores valores de riqueza por ponto na primeira amostragem (abril/2011) com mínimo de 10 táxons no ponto P09 (açude da Laís) e máximo de 14 táxons no ponto P02 (açude do riacho Camurutim - remanso). A riqueza total se manteve com valores aproximados entre as duas amostragens com 25 táxons, tanto no período seco quanto chuvoso de 2011.

A terceira campanha (abr/23), realizada no período chuvoso, se destacou entre as demais, incluindo as realizadas em 2011, com maior riqueza total (40 táxons), provavelmente devido à entrada através dos contribuintes de macrófitas flutuantes livres e propágulos de plantas que conseguiram se estabelecer e desenvolver nos açudes. Além disso, após um longo período de seca muitas sementes provavelmente puderam germinar e crescer com a precipitação mais elevada desse período. Quanto à forma biológica, nas três campanhas mais recentes (nov/20, fev/21 e abr/23) as anfíbias ocorreram em toda a malha amostral, obtendo assim a maior frequência de ocorrência entre os pontos (100%), seguidas das emergentes (73%) e flutuantes livres (40%). Com menor ocorrência ficaram as flutuantes fixas (13%) e epífitas (7%). A maior diversidade de formas biológicas ocorreu na 3ª C (abr/23) no açude Edson Queiroz (P10) onde foram registradas as epífitas e flutuantes livres e fixas, além das anfíbias e emergentes. A forma biológica epífita ocorreu apenas na 3ª campanha (abr/23) representada pela espécie *Cyperus blepharoleptos* (baceiro) associada à espécie *Salvinia auriculata* (pasta).

Na amostragem de 2011 registrou-se maior diversidade de formas biológicas nos pontos P09 (açude da Laís) e P10 (açude Edson Queiroz) com ocorrência de flutuantes livres e fixas, submersas fixas e epífitas, além das anfíbias e emergentes. O nível de todos os açudes em nov/20 e fev/21 estava abaixo do verificado nas amostragens anteriores realizadas em 2011, com destaque para o açude do riacho da Gangorra (P08) que estava totalmente seco. Este fato contribuiu para a predominância de anfíbias e emergentes em toda a área amostrada, já que são plantas que resistem mais ao período de estiagem. Porém na 3ª C (abr/23) todos os açudes estavam mais cheios e foi possível observar outras formas biológicas, como as flutuantes livres que são transportadas dos riachos para os açudes com a correnteza no período chuvoso, o que colaborou para o aumento da riqueza e diversidade de formas biológicas nessa campanha.

A maioria (67%) dos táxons ocorreu em uma ou duas amostras e foi classificada como esporádica, com presença em menos de 17% dos pontos amostrados (Figura 11.2.2-143). Outros 13 táxons (25%) ocorreram em três amostras e foram considerados pouco frequente, obtendo frequência entre 17 e 50%. Apenas três táxons foram classificados como frequente

com presença entre 50 e 80% dos pontos e uma espécie foi considerada como muito frequente com percentuais iguais ou superiores a 80% das amostras coletadas na rede de amostragem.

A espécie mais frequente (93%) foi a *Sida* cf. *cordifolia* (malva-branca) que não ocorreu apenas no ponto P10 (Edson Queiroz) na 3ª C, seguida das espécies *Sidastrum micranthum* (malva-preta), *Tarenaya houtteana* (mussambê) e *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre), presentes em 73%, 60% e 53% da amostragem total, respectivamente, sendo classificadas como frequentes. A maioria destas espécies possui a forma biológica anfíbia, a qual possui adaptações para sobreviver tanto na área alagada quanto na área seca e por isso ocorreram na maioria dos pontos amostrados, pois mesmo quando os açudes estavam com nível baixo, elas sobreviveram nas margens. A malva-branca e a malva-preta são consideradas daninhas em áreas de pastagens, beira de estradas, pomares e terrenos baldios (KISSMANN & GROTH, 2000). A mussambê é uma planta daninha típica de terrenos úmidos e arenosos, principalmente das regiões Norte e Nordeste do país, sendo considerada indesejável devido à presença de grande quantidade de espinhos em seus ramos (LORENZI, 2008). Ocupa áreas inundadas durante o período chuvoso e, por este motivo, foi considerada nesse levantamento como emergente.

Cryptostegia madagascariensis (viúva-alegre) tem sido considerada como exótica invasora na Caatinga, pois, apesar de arbustiva, também se comporta como liana, desenvolvendo ramos que podem alcançar alturas consideráveis e usar outras plantas como suporte (SOUZA *et al.*, 2017, INSTITUTO HORUS, 2021, FABRICANTE *et al.*, 2020). Com esse hábito de crescimento, essa espécie vem causando danos à vegetação das matas ciliares da Caatinga cearense, competindo principalmente com a *Copernicia prunifera* (carnaubeira) (SOUZA *et al.*, 2017).

Nicotiana glauca (charuto-do-rei) se estabelece rapidamente em sítios recém-formados como as áreas de supressão de vegetação, também ocupa sítios degradados e áreas agrícolas. Apesar de pouco comum, já se nota aumento considerável no número de populações em outras regiões do semiárido nordestino, possuindo potencial alelopático, que diminui significativamente a germinação e desenvolvimento de outras espécies a partir de 5% de concentração dos extratos (FABRICANTE, 2013).

Nas coletas de abril a agosto/11, a maioria das espécies foi classificada como pouco frequentes, assim como observado nas campanhas mais recentes. Nas amostragens de 2011, apenas três espécies foram consideradas frequentes (*Stemodia maritima, Polygonum ferrugineum* e *Urochloa fusca;* ARCADIS LOGOS, 2014). Nota-se que as espécies mais frequentes nas campanhas atuais não foram registradas nas campanhas realizadas em 2011, assim como outras espécies, mesmo assim a paisagem geral com relação às formas biológicas

foi semelhante entre os dois períodos, com predomínio de anfíbias e emergentes na maioria dos pontos.

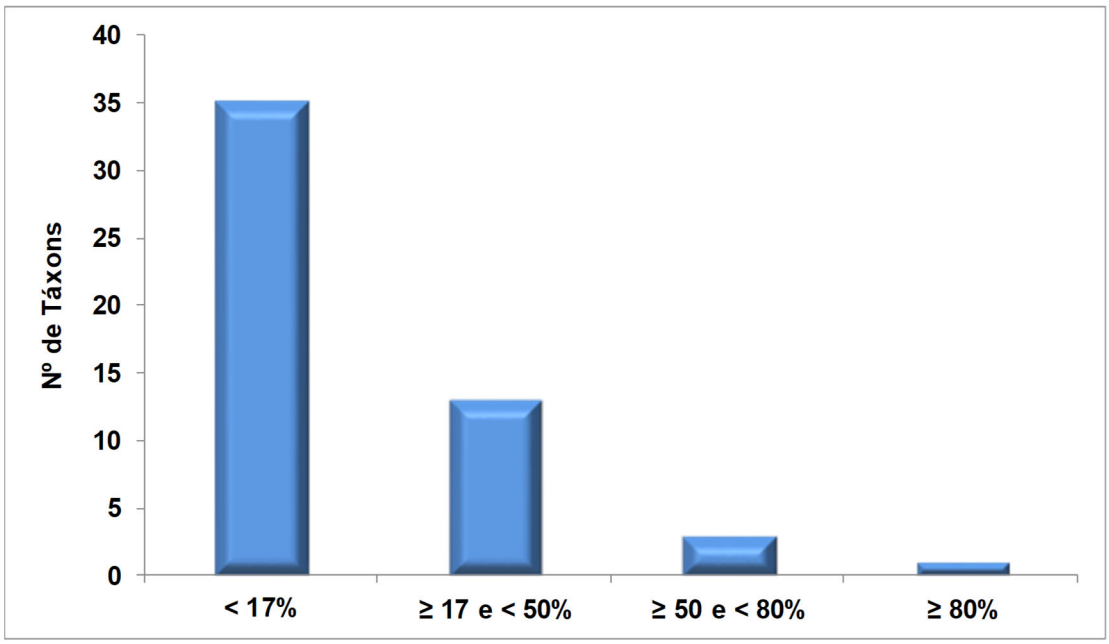


Figura 11.2.2-143 - Frequência de ocorrência dos táxons de macrófitas aquáticas – PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C).

Elaboração: Econsult, 2023.

Área de Cobertura

Na avaliação de área de cobertura da comunidade de macrófitas aquáticas, a maioria (88%) dos táxons apresentou cobertura pequena e rara (<1%, Índice R). Doze táxons apresentaram cobertura esporádica (<5%, Índice 1). Oito táxons foram registrados com cobertura rala (entre 5 e 25%, índice 2) em pelo menos uma amostra, entre eles estão as flutuantes livres *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Lemna* cf. *aequinoctialis* (lentilha d'água) e *Salvinia auriculata* (pasta), registradas apenas na 3ª C com esse índice, período que o nível de água dos açudes estava mais elevado (Quadro 11.2.2-19).

Apesar destas espécies possuírem potencial de infestação em ambientes lênticos, principalmente eutrofizados, nos açudes amostrados não apresentaram risco de infestação porque possuíram baixa cobertura e ocorreram somente no período chuvoso, quando são transportadas através da correnteza dos rios para os açudes, se decompondo nas margens secas quando o nível de água dos açudes se torna baixo novamente.

Quatro espécies apresentaram cobertura dispersa com numerosos indivíduos (25-50%), *Sida* cf. *cordifolia* (malva-branca) nos pontos P02 (açude do riacho Camurutim - remanso) e P09 (açude da Laís), *Sidastrum micranthum* (malva-preta) no ponto P01 (açude do riacho

Camurutim- barragem) e *Tarenaya houtteana* (mussambê) no ponto P08 (açude do riacho da Gangorra), na 1ª C e *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei) no ponto P02 (açude do riacho Camurutim - remanso) na 2ª C. A maioria dessas espécies possui forma biológica anfíbia e estava predominante na malha amostral devido ao período seco, reduzindo a área de cobertura para esporádica no período chuvoso (fev/21 e abr/23) ou ficando ausente na 3ª C como foi o caso das espécies *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei) e *Tarenaya houtteana* (mussambê).

Em todos os pontos, a área livre de macrófitas aquáticas na lâmina d'água foi maior que 75%, não tendo sido registrados bancos expressivos e homogêneos desses vegetais dentro dos cursos da água, somente nas margens. Neste sentido, as áreas de cobertura dos táxons de macrófitas aquáticas nos açudes amostrados não são extensas, o que indica um equilíbrio na comunidade, sem a presença de espécies dominantes ou codominantes em todos os pontos de coleta.

Nas coletas anteriores realizadas no ano de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) foram registrados bancos expressivos e homogêneos das espécies *Polygonum ferrugineum* (erva-de-bicho) e *Salvinia auriculata* (pasta), com área de cobertura acima de 75% nos pontos P09 (açude da Laís) e P10 (açude Edson Queiroz). Observou-se, portanto, uma diminuição relevante da área de cobertura de macrófitas aquáticas principalmente nesses açudes nas últimas amostragens (nov/20, fev/21 e abr/23), o que pode estar associado a diversos fatores limitantes que ocorreram ao longo desses anos, sendo um dos principais a baixa precipitação que reduziu o nível dos açudes e a entrada de macrófitas flutuantes livres através dos contribuintes nas campanhas mais recentes em relação ao período anterior, com destaque para o açude do riacho da Gangorra (P08) que estava totalmente seco nas duas primeiras amostragens (nov/20 e fev/21), enquanto na terceira coleta (abr/23) com nível de água mais elevado apresentou também macrófita flutuante livre.

Seguem abaixo registros de alguns exemplares registrados nas campanhas de nov/20, fev/21 e abr/23 (Figura 11.2.2-144 a Figura 11.2.2-153).

Quadro 11.2.2-19 - Índice de cobertura por ponto de coleta e frequência de ocorrência - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C)

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA															FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Abrus precatorius L.	Anfíbia			R													1	7
Alternanthera paronichyoides St.Hil	Anfíbia			R			R			R	R		R				5	33
Alternanthera tenella Colla	Anfíbia			R			R							R	R		4	27
Asemeia cf. violacea (Aubl.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	Anfíbia									R							1	7
Borreria sp.	Anfíbia												R				1	7
Calotropis procera (Aiton) WT Aiton	Anfíbia				2	1								R	R		4	27
Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone	Emergente							1									1	7
Centrosema brasilianum (L.) Benth.	Anfíbia															R	1	7
Commelina erecta L.	Anfíbia			R									R				2	13

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA																FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne.	Anfíbia	2	R	R	R		R				R	R	R				8	53
Cyperus blepharoleptos Steud.	Epífita															R	1	7
Cyperus lanceolatus Poir.	Anfíbia												R				1	7
Cyperus odoratus L.	Anfíbia													R	R		2	13
Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.	Anfíbia			R			R										2	13
Desmodium sp.	Anfíbia												R				1	7
Echinochloa polystachya (Kunth) Hitchc.	Emergente												R	R		R	3	20
Eclipta prostrata (L.) L.	Anfíbia													R	R		2	13
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms	Flutuante livre															2	1	7
Euploca procumbens (Mill.) Diane & Hilger	Anfíbia													R	R		2	13

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA															FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Fimbrystilis sp.	Anfíbia										R	R	R		1		4	27
Glinus radiatus (Ruiz & Pav.) Rohrb.	Anfíbia					R			R								2	13
Hexasepalum teres (Walter) J.H.Kirkbr.	Anfíbia						R										1	7
Indigofera cf *microcarpa* Desv.	Anfíbia													R	R		2	13
Ipomoea asarifolia (Desr.) Roem. & Schult.	Anfíbia													R	R	R	3	20
Jacquemontia densiflora (Meisn.) Hallier f.	Anfíbia			R			R			R							3	20
Lemna cf *aequinoctialis* Welw.	Flutuante livre			2			2			2							3	20
Ludwigia erecta (L.) H.Hara	Anfíbia									R				R	R		3	20
Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) H.Hara	Flutuante fixa													R		R	2	13

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA															FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Melochia tomentosa L.	Anfíbia	R	R				R										3	20
Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze	Anfíbia						R										1	7
Mimosa pudica L.	Anfíbia						R										1	7
Neptunia plena (L.) Benth.	Anfíbia															R	1	7
Nicotiana glauca Graham	Anfíbia		1		R	3		1	1								5	33
Passiflora foetida L.	Anfíbia															R	1	7
Pistia stratiotes L.	Flutuante livre												1				1	7
Pluchea sagittalis (Lam.) Cabrera	Anfíbia					R											1	7
Polygonum acuminatum Kunth	Emergente															R	1	7
Polygonum cf. *diospyrifolium* Cham. & Schltdl.	Emergente							1					R				2	13

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA															FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Salvinia auriculata Aubl.	Flutuante livre														R	2	2	13
Senna alata (L.) Roxb.	Anfíbia												R				1	7
Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby	Anfíbia			R												R	2	13
Senna occidentalis (L.) Link	Anfíbia						R										1	7
Senna uniflora (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	Anfíbia			R			1			R							3	20
Sida cf *cordifolia* L.	Anfíbia	2	1	2	3	1	1	1	2	2	3	1	1	R	R		14	93
Sidastrum micranthum (A.St.-Hil.) Fryxell	Anfíbia	3	1	1	R	2	R		1		R	2		R	R		11	73
Stemodia maritima L.	Anfíbia				R	R		1	R		R	R					6	40
Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw.	Anfíbia									R							1	7

TÁXONS	FORMAS BIOLÓGICAS	ÍNDICE DE COBERTURA																FR	FO (%)
		AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ BARRAGEM			AÇUDE DO RIACHO CAMURUTIM/ REMANSO			AÇUDE DO RIACHO DA GANGORRA			AÇUDE DA LAÍS			AÇUDE EDSON QUEIROZ				
		P01			P02			P08			P09*			P10*				
		1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C	1ª C	2ª C	3ª C		
Tarenaya houtteana (Schltdl.) Soares Neto & Roalson	Emergente	R	1			1		3	1		R	R		R	R		9	60
Urochloa brizantha (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster	Anfíbia															R	1	7
Urochloa cf. *adspersa* (Kunth) Hitchc.	Emergente												2				1	7
Urochloa sp.	Anfíbia							1									1	7
Waltheria indica L.	Anfíbia															R	1	7

*Legenda - 1ª C: primeira campanha; 2ª C: segunda campanha; 3ª C: terceira campanha. R = cobertura pequena ou rara; 1 = cobertura esporádica, com indivíduos de pequeno porte; 2 = cobertura rala, com poucos indivíduos; 3 = cobertura dispersa, com numerosos indivíduos e 4 = cobertura descontínua e em grande número. *Pontos 9 e 10, embora fora da AII, foram incluídos devido à importância no contexto regional. Pontos 01, 02 e 08 localizam-se na AID. Fonte: Econsult, 2023.*

Figura 11.2.2-144 - *Tarenaya houtteana* (mussambê) no açude do riacho Camurutim (P01). Coordenadas: 9.493.297/ 413.664.

Figura 11.2.2-145 - *Sidastrum micranthum* (malva-preta) no açude do riacho Camurutim (P01). Coordenadas: 9.493.278/ 413.649

Figura 11.2.2-146 - *Lemna cf. aequinoctialis* (lentilha d'água) no açude do riacho Camurutim (P02). Coordenadas: 9.493.246/ 414.142.

Figura 11.2.2-147 - *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre) no açude do riacho Camurutim(P02). Coordenadas: 9.493.246/ 414.142.

Figura 11.2.2-148 - *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei) no açude do riacho da Gangorra (P08). Coordenadas: 9.496.138/ 409.689.

Figura 11.2.2-149 - *Sida cf. cordifolia* (malva-branca) no açude do riacho da Gangorra (P08). Coordenadas: 9.496.138/ 409.689.

Figura 11.2.2-150 - *Pistia stratiotes* (alface d'água) no açude da Laís (P09). Coordenadas: 9.482.905/ 423.077.

Figura 11.2.2-151 - *Polygonum cf. diospyrifolium* (erva-de-bicho) no açude da Laís (P09). Coordenadas: 9.482.905/ 423.077.

Figura 11.2.2-152 - *Ludwigia helminthorrhiza* (florzeiro) e *Salvinia auriculata* (pasta) no açude Edson Queiroz (P10). Coordenadas: 9.529.266/ 382.315.

Figura 11.2.2-153 - *Eichhornia crassipes* (aguapé) no açude Edson Queiroz (P10). Coordenadas: 9.529.183/ 382.295.

Fonte: Econsult, 2023.

Análise de similaridade

A avaliação dos padrões de semelhança da comunidade de macrófitas aquáticas, amostrada nas três campanhas (nov/20, fev/21 e abr/23), foi realizada por meio da análise de similaridade de Jaccard (Figura 11.2.2-154). Com base nesse indicador, foi observado baixo nível de similaridade em todas as associações (<0,5), sendo possível distinguir dois grandes agrupamentos, o primeiro com todas as amostras da 3ª C, período chuvoso (abr/23), e outro com as amostras da 1ª (nov/20 – período seco) e 2ª C (fev/21 – período chuvoso), pois conforme citado anteriormente a terceira campanha se diferenciou das demais tanto em riqueza quanto diversidade de formas biológicas, possivelmente devido ao nível baixo dos açudes nas duas primeiras amostragens, uma vez que fev/21, apesar de ser considerado chuvoso, foi um período de baixa precipitação.

O açude Edson Queiroz (P10) ficou isolado dos demais pontos, em função das características distintas, principalmente com relação a tamanho e capacidade de armazenamento. Neste local, foram registradas espécies e formas biológicas que não ocorreram nos demais pontos, como por exemplo a espécie *Ludwigia helminthorriza* (florzeiro) uma flutuante fixa, *Cyperus blepharoletus* (baceiro) uma epífita, *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Salvinia auriculata* (pasta), ambas flutuantes livres.

No agrupamento da 3ª campanha os pontos localizados na AID ficaram juntos provavelmente devido à presença em comum da flutuante livre *Lemna* cf. *aequinoctialis* (lentilha d'água), porém, o ponto P09 se destaca devido às espécies restritas, como a flutuante livre *Pistia stratiotes* (alface d'água) e a emergente *Polygonum* cf. *diospyrifolium* (erva-de-bicho). No segundo agrupamento, as amostras da 1ª e 2ª campanhas do açude da Laís (P09), bem como as do açude do riacho Camurutim – barragem (P01), se destacaram pelo maior nível de semelhança, tendo em comum as espécies *Cryptostegia madagascariensis* e *Tarenaya houtteana*.

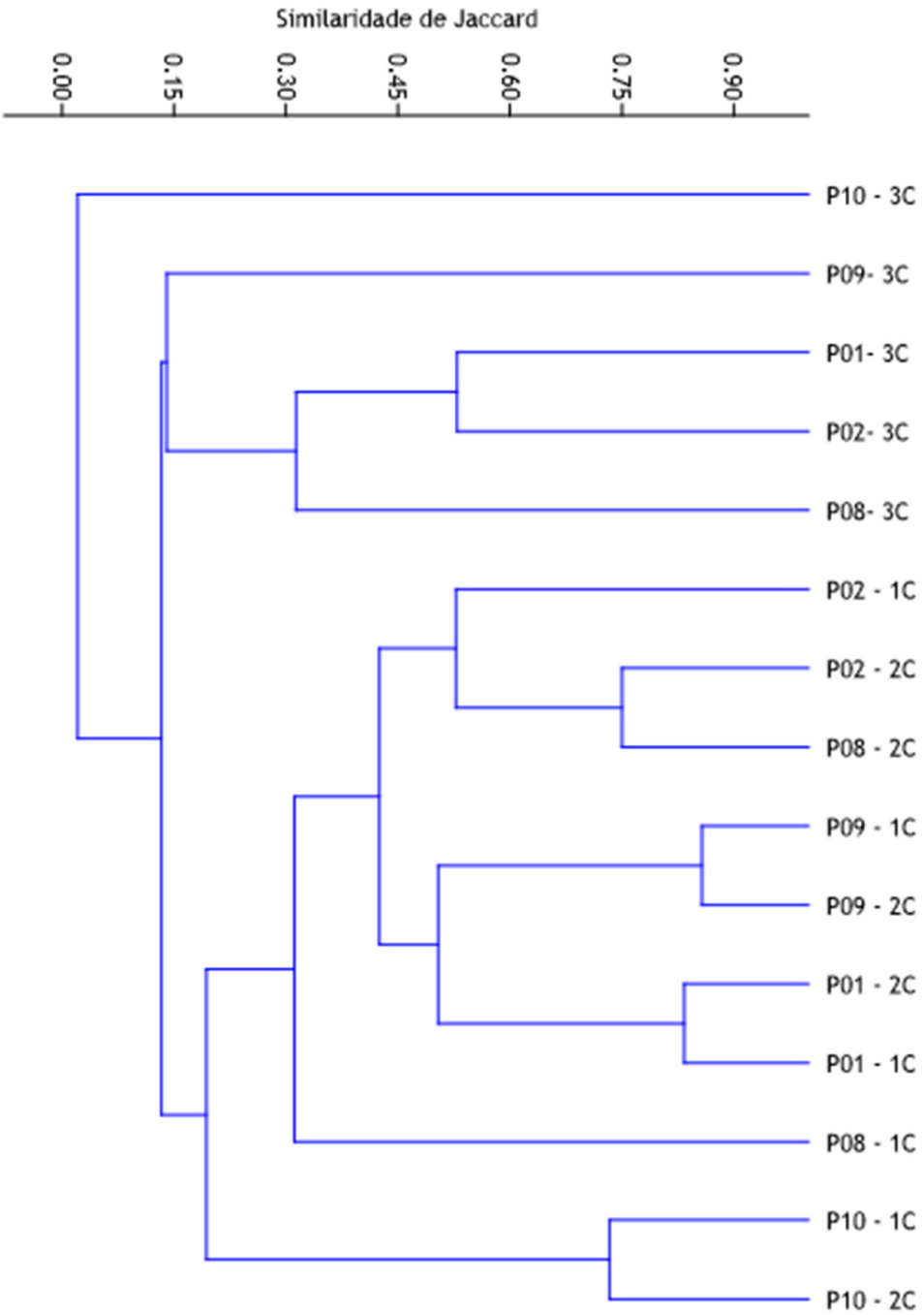


Figura 11.2.2-154 - Similaridade de macrófitas aquáticas - PSQ - Nov/20 (1ª C), Fev/21 (2ª C) e Abr/23 (3ª C). Coeficiente cofenético = 0,9579.

Elaboração: Econsult, 2023.

11.2.2.2.3 Bioindicadores ambientais

Os organismos planctônicos são excelentes bioindicadores das condições ambientais e da saúde do meio aquático, pois são sensíveis às mudanças na qualidade da água, respondem a baixos níveis de oxigênio dissolvido, elevados níveis de nutrientes, contaminantes tóxicos e predação (CASÉ *et al.*, 2008). O fitoplâncton é muito útil como indicador biológico para a qualidade da água, com sua utilização bem documentada em estudos investigando suas respostas a fontes de stress.

As comunidades zooplanctônicas e bentônicas também atuam como bioindicadores da qualidade ambiental. Alterações ambientais podem ser rapidamente detectadas por meio da redução no número total de espécies ou organismos presentes nas comunidades (CETESB, 2006). Os organismos bentônicos também são considerados excelentes bioindicadores, pois possuem baixa mobilidade, apresentam seletividade quanto ao habitat, refletindo com maior exatidão eventuais desequilíbrios, seja pela introdução de compostos contaminantes e poluentes nos corpos d'água, seja pela alteração física do substrato ocasionada, por exemplo, pelo transporte de sólidos na área de drenagem.

Para o fitoplâncton destacaram-se em termos de abundância, na área de estudo do PSQ, as algas da classe Cryptophyceae. Esse grupo é apontado como um indicador de perturbações no meio aquático. As criptofíceas são consideradas oportunistas, aumentando sua densidade quando a das demais algas decrescem. Oliveira & Calheiros (2000) associaram a dominância de Cryptophyceae às condições adversas para o desenvolvimento de algas de outros grupos, como baixa disponibilidade de nutrientes. Segundo Klaveness (1988), elas ocorrem em diversos sistemas aquáticos, com picos de desenvolvimento depois de perturbações e misturas ocasionadas por vento ou precipitação. Isaksson (1998) relatou sua capacidade de absorver compostos dissolvidos no meio, podendo crescer em baixas luminosidades.

As cianobactérias, que também se destacaram nos açudes amostrados, a exemplo dos gêneros *Aphanocapsa*, *Cyanogranis*, *Planktothrix*, *Pseudanabaena* e *Raphidiopsis*, podem indicar aumento do grau de trofia do meio aquático. Além de tolerarem elevadas temperaturas e maior incidência de radiação ultravioleta, as cianobactérias podem utilizar várias formas de nitrogênio disponíveis no sistema aquático, como nitrato e amônia, ou gás nitrogênio presente na atmosfera, característica exclusiva desse grupo do fitoplâncton, conforme citado anteriormente, conferindo vantagem para seu desenvolvimento (WHITTON, 1992). Algumas espécies de cianobactérias, a exemplo de *Microcystis aeruginosa*, verificada no açude Edson Queiroz (nov/20), quando presente em grandes densidades, em sistemas eutrofizados, podem causar toxicidade (MMA, 2016).

Nas três campanhas, o zooplâncton foi dominado por microcrustáceos Cyclopoida (náuplios e copepoditos) e por rotíferos, tendo destaque *Brachionus angularis e B. calyciflorus*. Os rotíferos da família Brachionidae, uma das mais importantes para o zooplâncton, e especialmente o gênero *Brachionus*, são apontados como indicadores de águas eutróficas (SOARES *et al.*, 2010) e, alguns exemplares como *B. angularis* e *B. calyciflorus* são espécies cosmopolitas, com ocorrência em águas altamente poluídas (SLÁDEÈEK, 1983). É esperado que haja predominância dos rotíferos sobre os demais grupos (copépodes e cladóceros) com o aumento do estado trófico (CETESB, 2006), além de aumento na razão Calanoida/(Cyclopoida+Cladocera) e a redução do estado trófico do ambiente aquático. A predominância numérica de calanóides sobre ciclopóides, independente da composição de espécies, ocorre preferencialmente em ambientes oligo-mesotróficos (MATSUMURA-TUNDISI, 1999) e a predominância de ciclopóides ocorre frequentemente em sistemas eutróficos.

Na comunidade bentônica de fundo inconsolidado, as larvas de insetos dípteros e as oligoquetas da família Naididae se sobressaíram em termos de densidade, nos açudes amostrados. Dentre esses, oligoquetas da família Naididae são organismos comumente encontrados em ambientes ricos em matéria orgânica e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido (DORNFELD *et al.*, 2006), sendo bioindicadoras que o ambiente está em processo de enriquecimento orgânico, e sobressaíram-se em número principalmente no açude da Laís. Similarmente, apresentaram maiores densidades grupos de larvas de dípteros como os da tribo Tanytarsini e da tribo Chironomini (quironomídeos), que apresentam capacidade de colonização em diversos substratos, além de possuir hábito alimentar generalista e resistência às alterações ambientais (TECHIO BEÉ, 2007). Considerando a dinâmica lêntica dos açudes é esperado que prevaleçam nos sedimentos táxons mais tolerantes, uma vez que compostos presentes tendem a depositar, podendo limitar as populações bentônicas mais sensíveis.

Lemna cf. *aequinoctialis*, *Salvinia auriculata*, *Cyperus odoratus e Polygonum* cf. *diospyrifolium*, macrófitas aquáticas registradas nos açudes amostrados, têm sido usadas como bioindicadores da qualidade da água (PETRALLI, 2003). Sua ocorrência está relacionada a uma progressiva eutrofização da água devido à elevada produção de biomassa, induzindo o aumento do déficit de oxigênio, formação de gases e diminuição do pH com efeitos deletérios sobre as comunidades aquáticas (PEDRALLI, 2003).

As comunidades planctônicas, bentônicas e macrófitas aquáticas serão objeto de monitoramento ambiental nas etapas de implantação, operação e descomissionamento do empreendimento, podendo assim a riqueza e densidade dos exemplares bioindicadores mencionados serem acompanhas nas distintas fases do empreendimento.

11.2.2.2.4 Considerações Finais

Em função do regime de intermitência dos rios e da ausência de escoamento superficial, durante as duas primeiras campanhas os levantamentos realizados se mantiveram restritos aos açudes (do riacho Camurutim, da Laís e Edson Queiroz), configurando ambientes lênticos, sendo possível também a amostragem do açude do riacho da Gangorra durante o pico do período chuvoso em abr/23.

Na avaliação do fitoplâncton foi registrado um total de 98 táxons, a maioria integrante das classes Cyanophyceae, Euglenophyceae e Chlorophyceae, o que pode ser considerado um resultado comum para a região do semiárido nordestino. No conjunto de táxons inventariados, foi registrada a ocorrência da espécie criptogênica *Microcystis aeruginosa*, exclusivamente no açude Edson Queiroz (P10), na primeira campanha, exemplar que possui origem biogeográfica desconhecida ou incerta, sendo uma espécie comum na região do Ceará, conforme Fernandes (2022)

Em termos de frequência de ocorrência, apenas a euglenofícea *Trachelomonas volvocina* e um táxon não identificado ao nível de gênero da classe Cryptophyceae foram considerados muito frequentes, o que indica alta adaptabilidade às condições hidrodinâmicas dos açudes avaliados.

A densidade mínima do fitoplâncton foi detectada no açude da Laís, enquanto a máxima foi no açude Edson Queiroz (P10), em fev/21. Considerando apenas os resultados da estação seca (nov/20), nota-se que houve uma variação acentuada na densidade neste período, enquanto no pico da estação chuvosa (abr/23) há uma tendência de redução na densidade, em comparação ao período seco. A ocorrência de chuvas previamente à essa coleta tende a promover o aumento na turbidez e a maior instabilidade no sistema aquático, o que pode interferir no fitoplâncton. Em contraste, na estação seca a maior estabilidade dos ambientes nesse período tende a resultar em melhor desenvolvimento de vários grupos de algas em detrimento das exclusivamente oportunistas.

Na análise da densidade de células de cianobactérias apenas o açude Edson Queiroz (P10) ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n.° 357/05 para águas doces classe 2 (50.000 cél./mL), em nov/20 e fev/21, onde detectou-se floração de *Raphidiopsis* sp. e *Planktothrix* sp. Esses gêneros, em eventos de florações, apresentam potencial de

produzir cianotoxinas (SILVA, 2009; CETESB, 2013).Assim, no decorrer das três campanhas, nota-se que houve atendimento ao padrão da legislação, na maioria dos açudes e das campanhas, inclusive na última coleta houve redução na densidade destes organismos, possivelmente em função das chuvas que podem ter tido um efeito diluidor.

A avaliação do zooplâncton nas três campanhas registrou 61 táxons, sendo o filo Rotifera e os microcrustáceos Cladocera, Calanoida e Cyclopoida os grupos mais diversos. Em nenhum dos grupos foram identificadas espécies exóticas para a comunidade zooplanctônica (MMA, 2016) ou ameaçadas (MMA, 2023). Em termos de frequência, são destacáveis os náuplios e os copepoditos ciclopóides, com registro em todos os pontos e campanhas, além do cladócero *Moina* sp., dos náuplios de calanóides e da classe Ostracoda, que ocorreram na maioria das amostras, o que sugere adaptabilidade às condições da região semiárida.

A densidade total do zooplâncton nos açudes avaliados foi elevada e apresentou ampla variação. A menor densidade foi observada no açude da Laís, enquanto a maior no açude do riacho Camurutim (P01), ambos na 3ª campanha. Nestes ambientes, os náuplios e copepoditos de Cyclopoida contribuíram relevantemente para a densidade, assim como os rotíferos, com destaque para o ponto P01 no açude do riacho Camurutim (3ª campanha), notadamente pela presença das espécies *Brachionus angularis* e *Filinia terminalis*. Os açudes da Laís (P09) e Edson Queiroz (P10) também apresentaram elevada densidade de rotíferos, tendo predominância principal de *Brachionus*.

Um padrão semelhante de dominância foi verificado nas campanhas de 2011, quando os rotíferos, com destaque do gênero *Brachionus*, também foram tidos como os exemplares mais abundantes dentre o zooplâncton. Esse resultado é comum em açudes da região semiárida, conforme documentado por Freire (2007), que também apontou que algumas espécies deste gênero podem ser tolerantes à poluição orgânica. Pondera-se que as características dos rotíferos, tais como ciclo de vida curto e elevada taxa de renovação populacional, possivelmente favoreceram sua dominância nos açudes, uma vez que as acentuadas variações nos recursos hídricos que tendem a ocorrer nos açudes das regiões semiárida podem resultar em condições seletivas para táxons mais sensíveis às perturbações ambientais.

De modo geral, a comunidade zooplanctônica registrada foi pouco diversificada e composta por elevadas densidades de organismo tolerantes e resistentes à eutrofização. A dominância de táxons oportunistas e adaptados a ambientes com acentuado grau de trofia também foi reportada nas campanhas realizadas no ano de 2011. Esse resultado é compatível com os resultados do Índice de Estado Trófico – IET que corroborou aumento no grau de trofia

dos açudes, sobretudo no pico da estação chuvosa (abril/2023), devido, provavelmente, à lixiviação de matéria particulada dos ecossistemas terrestres para o ambiente aquático.

A comunidade bentônica nos açudes avaliados, nos períodos seco (nov/20) e chuvoso (fev/21 e abr/23), foi composta por 48 táxons, compreendendo artrópodes, moluscos e anelídeos. Os principais representantes dos invertebrados bentônicos foram as formas imaturas de insetos da ordem Diptera, sobretudo da família Chironomidae, a qual é um componente comum da comunidade bentônica em diversos ecossistemas tropicais. Os táxons de Chironomidae inventariados nas três campanhas são integrantes das subfamílias Chironominae, Orthocladiinae e Tanypodinae, em geral semi-tolerantes às alterações ambientais (CETESB, 2020).

Ainda no grupo dos insetos, verificou-se em menor riqueza os Ephemeroptera, Trichoptera e Odonata, os quais são geralmente associados a ambientes com melhor qualidade ambiental. Estes tiveram maior ocorrência no açude do riacho Camurutim, ocorrendo também no açude do riacho da Gangorra e no da Laís.

Biomphalaria sp., que ocorreu no açude do riacho Camurutim (P02), é um molusco de interesse médico-sanitário, já que três espécies deste gênero podem servir como hospedeiros intermediários das formas imaturas de *Schistosoma mansoni*, agente patogênico da esquistossomose. Esse molusco também foi reportado nas campanhas efetuadas no ano de 2011. Dentre os gêneros registrados não constam espécies tidas como ameaçadas (MMA, 2023) ou exóticas (MMA, 2016).

No açude da Laís (P09), as larvas de insetos dípteros foram o componente mais abundante da comunidade bentônica no período seco (nov/20), sobretudo Tanytarsini, organismos apontados na literatura enquanto resistentes a perda de qualidade ambiental. Neste açude também foi verificada a maior densidade de oligoquetas da família Naididae, organismos comumente encontrados em ambientes ricos em matéria orgânica e com baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Assim os resultados apontam que o ambiente está em processo de enriquecimento orgânico. Em todos os açudes amostrados foram registrados déficits de oxigênio dissolvido nas águas, o que representa um cenário de condições seletivas para o estabelecimento de grupos mais sensíveis dos invertebrados bentônicos, tais como Ephemeroptera, Trichoptera e Odonata, os quais permaneceram em baixas densidades.

O açude do riacho Camurutim apresentou maior riqueza de invertebrados na vegetação marginal, contrastando com o açude Edson Queiroz, onde a riqueza foi reduzida. A análise dos invertebrados associados à vegetação marginal mostrou um acentuado aumento na abundância, na última campanha, conduzida no auge da estação chuvosa, em comparação

as duas primeiras coletas, o que é indicativo da maior disponibilidade de microhabitas na estação chuvosa em comparação à seca. Adicionalmente, foram também observados táxons geralmente associados a ambientes com melhor qualidade ambiental, dos Ephemeroptera, Trichoptera e Odonata. Estes indivíduos ocorreram principalmente durante a campanha de abr/23, com abundância máxima registrada para a família Baetidae (ordem Ephemeroptera).

Na análise das macrófitas aquáticas, a forma biológica mais comum foi a anfíbia e as espécies mais frequentes foram: *Sida* cf. *cordifolia* (malva-branca), *Sidastrum micranthum* (malva-preta), *Tarenaya houtteana* (mussambê) e *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre). A maioria das espécies apresentou cobertura pequena e rara, sem registro de espécies dominantes, um indicador de equilíbrio da comunidade de macrófitas aquáticas na área de estudo do PSQ.

Nas coletas realizadas em 2011 foram registrados bancos expressivos e homogêneos das espécies *Polygonum ferrugineum* (erva-debicho) e *Salvinia auriculata* (pasta), com área de cobertura acima de 75% nos pontos P09 (açude da Laís) e P10 (açude Edson Queiroz). Houve, portanto, diminuição da área de cobertura de macrófitas aquáticas, conforme registrado nas últimas campanhas (2020-2023), resultado que pode estar associado a diversos fatores limitantes, dentre os quais a diminuição no nível de água dos açudes nas campanhas mais recentes.

Nesse sentido, apesar de ser verificada a presença de espécies infestantes e daninhas nos açudes monitorados, não foi constatado risco de infestação para os cursos d'água, pois eram espécies anfíbias ou emergentes e a área de cobertura dos táxons de macrófitas aquáticas nos pontos de coleta não eram extensas. Contudo, houve registro de espécies consideradas invasoras da Caatinga: *Calotropis procera* (ciúme), *Cryptostegia madagascariensis* (viúva-alegre), *Nicotiana glauca* (charuto-do-rei), as quais merecem atenção.

De modo geral, a avaliação dos padrões de similaridade das comunidades planctônicas, bentônicas e de macrófitas aquáticas revelou maior diferenciação da comunidade encontrada no açude Edson Queiroz em relação aos demais pontos e foi notada influência da sazonalidade nos resultados obtidos para a maioria das comunidades.

11.2.3 Áreas Protegidas

11.2.3.1 Unidades de Conservação

A Lei Federal nº 9985, de 18 de julho de 2000 criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelece os critérios e normas para a criação, implantação e gestão de Unidades de Conservação (UCs) no Brasil. As UCs são espaços territoriais com características naturais relevantes, sob tutela especial do estado, criadas e mantidas com objetivo de conservação da natureza, incluindo recursos naturais, e/ou beleza paisagística.

No SNUC, as Unidades de Conservação são divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, que se subdividem em 12 categorias, com diferentes usos permitidos e formas de proteção dos recursos naturais. Sendo as UCs de proteção integral as de uso mais restritivo, pois nesses locais é admitido somente o uso indireto de recursos naturais e já nas Unidades de Conservação de uso sustentável é permitido o uso direto de recursos naturais dentro de regras estabelecidas pelo SNUC para suas diferentes categorias.

A mesma norma determina, em seu Artigo 36, que no processo de licenciamento ambiental cabe a avaliação de possíveis interferências de empreendimentos sobre Unidades de Conservação e suas zonas de amortecimento. Quando há a afetação de um empreendimento de significativo impacto sobre Unidades de Conservação, independente da categoria, o órgão responsável pela gestão da UC deve se pronunciar sobre a concessão da licença em solicitação. Também é legítimo nessa situação, o pagamento de compensação ambiental, sendo considerado este fator para o cálculo do Grau de Impacto (GI) do empreendimento, conforme as diretrizes estabelecidas no Anexo do Decreto nº 6.848, de 14 de maio de 2009. Vale lembrar, contudo, que a destinação dos recursos da compensação ambiental no âmbito federal fica a cargo do Ibama, mais especificamente do Comitê de Compensação Ambiental Federal (CCAF), criado no âmbito do IBAMA pela Portaria Conjunta MMA/IBAMA/ICMBio nº 225, de 30 de junho de 2011, e que é o responsável pela deliberação sobre a divisão e finalidade dos recursos oriundos da compensação ambiental para as UCs, dentre outras atribuições.

A Zona de Amortecimento é uma área no entorno das Unidades de Conservação, regida por normas específicas, cujo limite territorial é estabelecido visando reduzir eventuais impactos de atividades antrópicas praticadas no entorno sobre a UC. De acordo com o Art. 25 do SNUC, somente as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) não possuem zonas de amortecimento.

A delimitação da Zona de Amortecimento de uma UC poderá ser definida no ato de criação da unidade ou posteriormente, no âmbito da elaboração do seu Plano de Manejo, documento técnico que estabelece as normas para o uso da área, em consonância com as restrições estabelecidas pelo SNUC, tendo com base em informações ambientais obtidas com esta finalidade.

Nos casos em que, a Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação não tenha sido delimitada, para fins de licenciamento ambiental considera-se a Resolução CONAMA nº 428/2010, que em seu Artigo 1o §2º, determina:

> *O licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, localizado numa faixa de três mil metros a partir do limite da UC, cuja Zona de Amortecimento não esteja estabelecida, sujeitar-se-á ao procedimento previsto no caput, com exceção de RPPNs, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas Urbanas Consolidadas. (redação dada pela Resolução nº 473/2015).*

O caput do artigo discorre que o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto que possam afetar uma Unidade de Conservação (UC) ou sua Zona de Amortecimento (ZA), "só poderá ser concedido após autorização do órgão responsável pela administração da UC ou, no caso das Reservas Particulares de Patrimônio Natural (RPPN), pelo órgão responsável pela sua criação."

Sendo assim, a Lei determina que seja considerada a Zona de Amortecimento de Unidade de Conservação estabelecida no ato de sua criação ou determinada por estudo técnico de zoneamento da UC ou, ainda, o limite de 3 mil metros como a distância mínima necessária para que se considere afetação de Unidade de Conservação cujos limites da ZA não tenham sido determinados.

Dada a necessidade de elucidar a possibilidade de ocorrência de impactos do Projeto Santa Quitéria sobre Unidades de Conservação e/ou suas Zonas de Amortecimento, no presente estudo foram levantadas as UCs Federais, Estaduais e Municipais existentes no entorno do empreendimento, em um raio de aproximadamente 20 km, de modo a verificar sua localização em relação ao mesmo. Para tal, foram consultadas as bases oficiais de dados do Ministério do Meio Ambiente e do IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). Não havendo diferença nas poligonais, optou-se por apresentar em mapa as poligonais de UC do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Com base nos procedimentos supracitados foram identificadas Unidades de Conservação (UCs) na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento. A UC mais próxima é a Reserva Particular de Patrimônio Natural Federal (RPPN) Luizinho Alencar, localizada no

Município vizinho de Itatira, distante aproximadamente 4,6 km em relação à AID e mais de 11 km em relação ao empreendimento (Mapa 11.2-13). Além desta, há ainda o Monumento Natural Gruta Casa de Pedra, localizada a aproximadamente 19 km do Projeto Santa Quitéria.

11.2.3.2 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade

O Programa Nacional da Diversidade Biológica-PRONABIO foi criado por meio do Decreto nº 1.354, de 29 de dezembro de 1994, com o objetivo de implementação da Convenção sobre Diversidade Biológica-CDB[1].

Posteriormente, para gerir os recursos para implantação do PRONABIO, foi criado o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO cujo objetivo é identificar e viabilizar ações prioritárias para conservação da biodiversidade, executando-as por meio de subprojetos. Dentre os subprojetos do PROBIO, destaca-se a criação das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade (APCBios).

As regras para a identificação de tais áreas e ações a ela associadas, foram instituídas pelo Decreto nº 5092, de 21 de maio de 2004, e são atualizadas periodicamente, sempre em consonância com as demais políticas públicas de biodiversidade. A Portaria MMA nº 463 de 18 de dezembro de 2018 é a atualização mais recente sobre a localização, classificação e ações propostas para as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade (APCBios).

Assim, as APCBios possuem um importante papel de política pública ao embasar e viabilizar a execução de ações específicas para as áreas identificadas como prioritárias para conservação da biodiversidade, com indicação de medidas específicas para cada uma delas, tais como a instituição de Unidades de Conservação, pesquisas e inventários de biodiversidade, além de direcionar formação de corredores, recuperação de áreas degradadas e proteção de espécies ameaçadas de extinção.

Conforme os arquivos vetoriais das APCBios disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente, que representam as áreas delimitadas pela Portaria MMA nº 463 de 18 de dezembro de 2018, o Projeto (PSQ), está inserido no Polígono PROBIO CA 034, denominado APCBio Itatira Sul. Este polígono possui pouco mais de 106 mil hectares de área, estendendo-se para além da Área de Influência Direta (AID) do Projeto. A porção da citada APCBio que

[1] Principal instrumento formal para garantir a conservação da biodiversidade, a Convenção sobre Diversidade Biológica-CDB, é um documento internacional, adotado pelo governo brasileiro e aprovado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em junho de 1992.

se sobrepõe à Área Diretamente Afetada (ADA) do PSQ totaliza aproximadamente 415,36 ha, que resulta em aproximadamente 0,39 % da área total da APCBio. Há ainda uma pequena porção da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento que se sobrepõe-se a APCBio Serra do Machado. O Mapa 11.2-14 mostra a sobreposição do Projeto Santa Quitéria com a APCBio Itatira Sul.

Quadro 11.2.3-1 - Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade existente na região do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria-CE

NOME	CÓDIGO	ÁREA (KM²)	IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA	PRIORIDADE DE AÇÃO	AÇÕES PRIORITÁRIAS
Itatira Sul	CA 034	106.195,15	Muito Alta	Muito Alta	Recuperação
Serra do Machado	CA 031	72.107,40	Muito Alta	Extremamente Alta	Criação de UC

Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2018.

A existência de APCBio na região de estudo não significa que há restrição legal à implantação de empreendimento, considerando que as APCBios não constituem áreas legalmente protegidas. Embora de importância reconhecida, são áreas delimitadas para implantação de diretrizes de políticas públicas no âmbito do PROBIO (Decreto nº 5092, de 21 de maio de 2004). Além disso, as APCBios possuem grande extensão territorial, o que faz com que, frequentemente, apenas uma pequena porção delas se sobreponha aos projetos em estudos, como é o caso do Projeto Santa Quitéria. Ademais, a delimitação destas áreas passa por revisões periódicas, o que significa que um trecho incluído hoje pode não estar mais no futuro.

Cabe ressaltar, entretanto, que as recomendações e ações designadas para as APCBios pelo poder público (criação de UCs, recuperação ambiental, criação de corredores, inventário da biodiversidade etc.) devem ser consideradas sempre que possível nas ações ambientais propostas pelo empreendimento. Assim, por se tratar de área destinada à recuperação ambiental, no que tange à compensação e à reposição florestal decorrentes dos impactos do PSQ, há que se considerar, futuramente, a melhor espacialização das ações de reflorestamento para benefício da APCBio Itatira Sul, auxiliando no cumprimento desta diretriz. Além disso, pode-se afirmar que os estudos técnicos realizados pelo projeto podem ser úteis ao poder público, servindo de embasamento para decisões futuras sobre as ações propostas no âmbito do para as APCBios.

Mapa 11.2-13: Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.

400.000
420.000
9.500.000
9.480.000

Itatira Sul
(CA034)

Canindé
Serra do
Machado
(CA031)

Itatira

Santa
Quitéria

11,23km
4,6km
18,86km

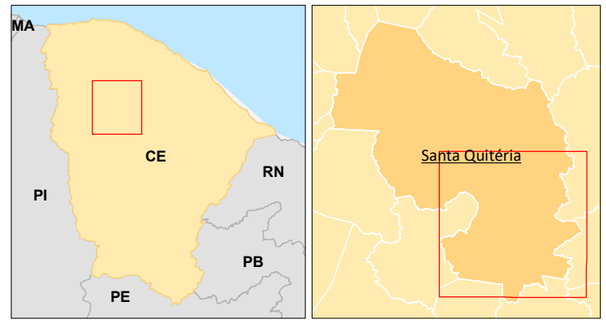
RPPN
Luizinho
Alencar

Monumento
Natural Gruta
Casa de Pedra

Boa Viagem

Madalena

Macrolocalização



Legenda

Referência Locacional

- Sede Municipal
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)

Áreas Protegidas

Unidades de Conservação

- Proteção Integral
- Uso Sustentável

APCB

- Itatira Sul
- Serra do Machado

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
MMA, 2022. Unidades de Conservação. Acesso 06/07/2023.
MMA, 2018. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Bioma Caatinga).

0 2,5 5 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCB)

Formato	Escala	Folha
A3	1:150.000	Única

Data	Localização
31/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

Mapa 11.2-14: Quantitativo de Sobreposição das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade coma ADA e AID.

400.000

420.000

9.500.000

9.480.000

Itatira Sul
(CA034) -
106.195,15 ha

Serra do Machado
(CA031) -
72.107,41ha

Canindé

Catunda

Santa
Quitéria

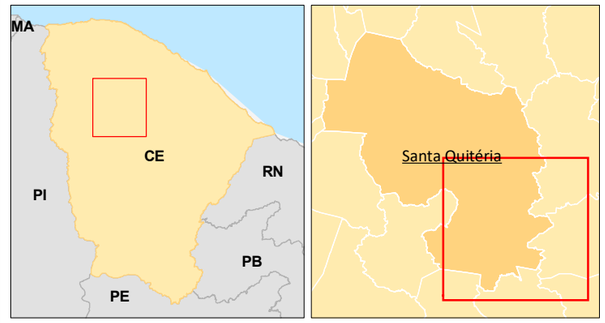
Itatira

Boa Viagem

Madalena

Área prioritária para conservação da Biodiversidade	Área Total da APCB (ha)	Área dentro da AID (ha)	% da APCB dentro da AID	Área dentro da ADA (ha)	% da APCB dentro da ADA
Serra do Machado (CA031)	72107,41	173,59	0,24	0,00	0,00
Itatira Sul (CA034)	106195,15	17058,43	16,06	379,75	0,36

Macrolocalização



Legenda

Referência Locacional

- Sede Municipal
- Limite Municipal

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)

APCB

- Itatira Sul
- Serra do Machado

APCB dentro da AID

- Itatira Sul (17.058,43 ha)
- Serra do Machado (173,59 ha)

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
MMA, 2018. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (Bioma Caatinga).

0 2,5 5 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Quantitativo de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCB) Intersectadas pelas AID e ADA

Formato	Escala	Folha
A3	1:192.000	Única

Data	Localização
24/11/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

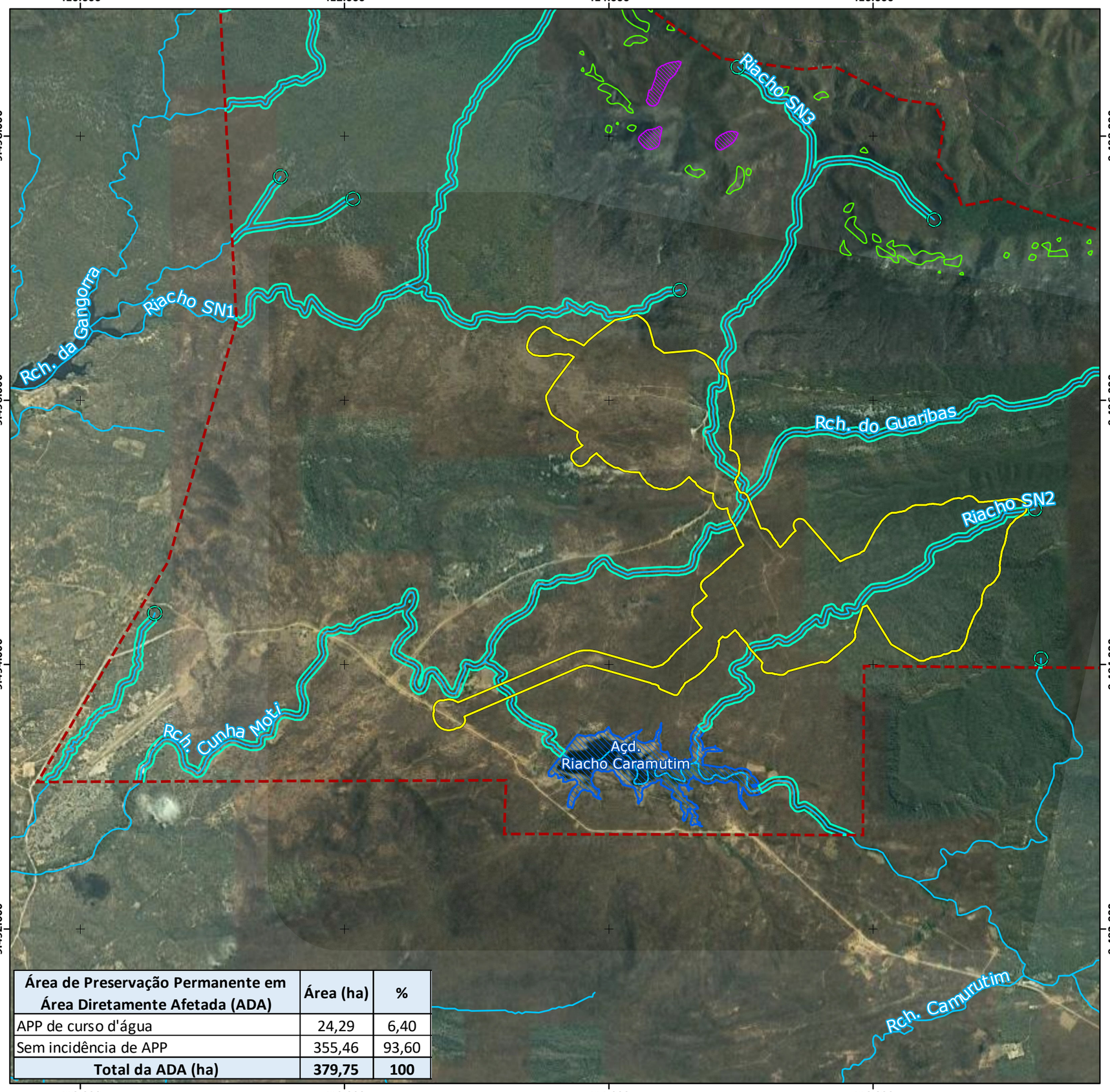
11.2.3.3 Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) como áreas cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As Áreas de Preservação Permanente que foram o cinturão de proteção de rios e córregos foram obtidas a partir do mapeamento dos cursos hídricos cedidos pelo consórcio (Arcadis, 2014), por meio da geração de raios de 30 m dos cursos d'água e 50 m das nascentes. Somente a APP do açude do riacho Caramutim (popularmente conhecido por Quixaba) foi extraída de dados cedidos pelo consórcio em 18/07/2022. Já as APPs de declividade das vertentes e topos de morro foram obtidas pelo processamento de MDE - Modelo Digital de Elevação - oriundos do processamento de imagens Alos Palsar (Japan Aerospace Exploration Agency -JAXA).

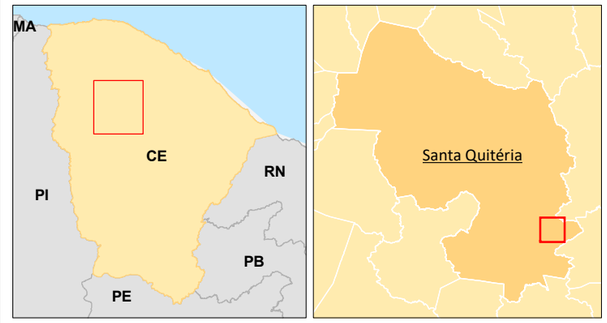
Mediante as informações levantadas foi possível verificar que perpassam a ADA corpos d'água intermitentes, cuja soma das APPs correspondem à 24,29 ha, o equivalente a 6,40 % da ADA. Destaca-se que a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas no art. 3 da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, no qual atividades minerarias está enquadrada sendo permitida sua intervenção desde que ocorra a reposição e/ou compensação correspondentes, conforme determinado pelo órgão ambiental munido da legislação Federal, da Política Florestal do Estado do Ceará (Lei no 12.488, de 13 de setembro de 1995), da IN SEMACE no 01, de 04 de outubro de 2012 e da Resolução COEMA no 11, de 12 de dezembro de 2019.

Mapa 11.2-15 - Áreas de Preservação Permanente (APP) na ADA do empreendimento.



Área de Preservação Permanente em Área Diretamente Afetada (ADA)	Área (ha)	%
APP de curso d'água	24,29	6,40
Sem incidência de APP	355,46	93,60
Total da ADA (ha)	**379,75**	**100**

Macrolocalização



Referência Locacional

- Sede Municipal
- Localidades
- Limite Municipal
- Limite da Fazenda Itataia

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)

Hidrografia

- Cursos d'água

Área de Preservação Permanente - APP

- APP de Nascente
- APP de Curso d'água
- APP de Reservatório
- APP de Topo de Morro
- APP de Encosta

Fonte:
ARCADIS, 2020. Cursos d'água na AID.
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.

1:30.000
0 0,5 1 km
Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Consórcio Santa Quitéria

tetra+

Projeto:
Projeto Santa Quitéria

Título:
Áreas de Preservação Permanente (APP) na ADA do Empreendimento

Formato	Escala	Folha
A3	1:30.000	Única

Data	Localização
31/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

11.2.3.4 Reservas Legais

Área protegida definida pela Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), que em seu Art. 1º-A, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação e as áreas de Reserva Legal (RL). As RLs são áreas localizadas no interior das propriedades rurais nas quais não é admitida a conversão do uso do solo, sendo, portanto, tais áreas, mantidas para assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promover a conservação da biodiversidade, propiciando abrigo e proteção à fauna silvestre e à flora nativa.

As RLs correspondem, no bioma Caatinga, a 20% da área total do imóvel rural. Para o levantamento das Reservas Legais na Área de Influência Direta (AID) do PSQ, foram consultadas as bases públicas do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SisCAR), que resultou no levantamento de áreas de Reserva Legais cadastradas que totalizam aproximadamente três mil e seiscentos hectares, conforme indicado no Quadro 11.2.3-2. Dentre estas inclui-se a área da RL da Fazenda Itataia, propriedade que abriga o Projeto Santa Quitéria.

Quadro 11.2.3-2: Áreas de Reserva Legal cadastradas na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Santa Quitéria, Santa Quitéria-CE

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	ÁREA (HECTARES)	MUNICÍPIO
11314435	185,94	Canindé
1385915	29,07	Itatira
7786631	31,43	Itatira
7935482	91,99	Itatira
10459702	44,29	Itatira
2949922	1.393,8495	Santa Quitéria
4543874	68,51	Santa Quitéria
5422805	9,40	Santa Quitéria
5609092	24,71	Santa Quitéria
5752276	37,16	Santa Quitéria
5966649	9,29	Santa Quitéria
6798825	455,75	Santa Quitéria
7723146	81,69	Santa Quitéria
7806019	108,59	Santa Quitéria
7806029	27,93	Santa Quitéria
7806129	103,00	Santa Quitéria

CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO	ÁREA (HECTARES)	MUNICÍPIO
10051604	3,56	Santa Quitéria
10548363	4,76	Santa Quitéria
11265939	911,94	Santa Quitéria

Fonte: SICAR, 07 jul. 2023. Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Ressalta-se que o Projeto Santa Quitéria não irá interferir sobre as áreas de Reserva Legal da Fazenda Itataia ou quaisquer outras já identificadas.

Mapa 11.2-16: Áreas de Reserva Legal (RL) na AID do empreendimento.

405.000

420.000

9.500.000

9.485.000

Canindé

Morrinhos

Queimadas

Santa Quitéria

Lagoa do Mato

Boa Viagem

4543874

4543874

4543874

6798825

7806129

2949922

11314435

7786631

7935482

1385915

10459702

10051604

10548363

5752276

5422805

5966649

7806029

5609092

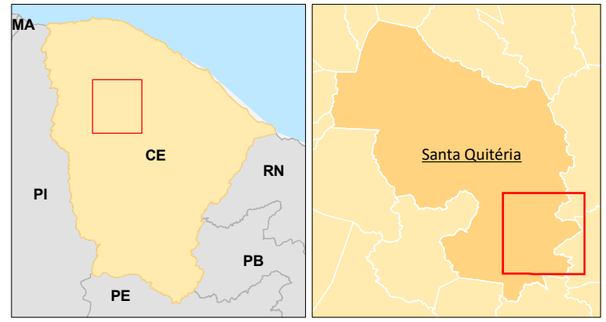
7806019

11265939

11265939

7723146

Macrolocalização



Referência Locacional

- Sede Municipal
- Localidades
- Limite Municipal
- Áreas Urbanizadas/Edificadas

Áreas de Influência

- Área Diretamente Afetada (ADA)
- Área de Influência Direta (AID)

Cadastro Ambiental Rural (CAR)

- Limite da Fazenda Itataia

Reservas Legais

- Município Canindé
- Município Itatira
- Município Santa Quitéria

Fonte:
IBGE, 2022. Limites Municipais do Estado do Ceará.
SICAR, 2023. Reservas Legais. Acesso: 07/07/2023.

0 2 4 km

1:100.000

Escala Gráfica

Norte do Mapa

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum Horizontal Sirgas 2000 - Fuso 24S

Projeto:

Projeto Santa Quitéria

Título:

Áreas de Reserva Legal (RL) na AID do Empreendimento

Formato	Escala	Folha
A3	1:100.000	Única

Data	Localização
26/10/2023	Santa Quitéria / CE

Elaborado	Aprovado
Patrick Martins	Carla Conde

O item 275 do Termo de Referência solicita indicar áreas nas proximidades do empreendimento “que possam ser funcionais à biota local como áreas de fuga, escape ou reintrodução de espécies, que necessitarem de medidas especiais de proteção”. Cabe ressaltar que as áreas legalmente protegidas indicadas no presente capítulo possuem estas funções ecológicas. As Áreas de Preservação Permanente (APPS) compreendidas pelas faixas marginais de proteção de rios e córregos, por se caracterizarem como áreas lineares de vegetação nativa, representam corredores de dispersão para a fauna, tanto em condições normais, favorecendo o fluxo gênico, como em condições adversas, possibilitando a fuga de indivíduos mediante ameaças como incêndios, por exemplo. Além disso, os corredores formados pelas APPS de rios e córregos, favorecem a reintrodução e recolonização de espécies, servindo de ligação entre áreas fontes. Estas áreas geralmente são fragmentos de maior porte que servem de refúgio à fauna nativa, muitas vezes constituídos pelas Reservas Legais Florestais, que no Código Florestal são definidas com a função de “auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa”. Assim, nas proximidades do empreendimento foram identificadas estas áreas já protegidas legalmente, com as funções ecológicas mencionadas no item 275 do Termo de Referência e não foram indicadas, portanto, outras áreas que necessitem de medidas especiais de proteção.

11.2.4 Considerações Finais do Meio Biótico

O diagnóstico do meio biótico verificou que as formações vegetais da AID possuem característica homogêneas, sendo formadas majoritariamente pela tipologia de Savana Estépica Arborizada, intercalada por áreas Antrópicas e pequenos trechos de Savana Estépica Florestada, nas proximidades das drenagens e corpos d’água. O levantamento florístico realizado identificou 39 famílias botânicas e 99 espécies, sendo a família Fabaceae a mais rica (23 espécies), seguida por *Cactaceae* e *Euphorbiaceae*, com sete e seis espécies respectivamente.

Dentre as espécies levantadas por meio de dados primários, apenas uma espécie foi listada como ameaçada de extinção, a Cumarú (*Amburana cearenses*), classificada como “Em Perigo” pela IUCN. Além disso, observou-se a ocorrência de espécies consideradas de importância extrativistas como por exemplo a carnaúba (*Copernicia prunifera*) cujas folhas, o caule, o talo, a fibra, o fruto e as raízes são empregadas na fabricação de inúmeros produtos artesanais e industriais; e a Imburana (*Commiphora leptophloeos*), cuja madeira é utilizada para construção (LORENZI, 2000; DEMARTELAERE et al, 2021).

A Savana Estépica Arborizada (Caatinga Arbustiva) apresentou caracterizada pela dominância do estrato arbustivo com poucos indivíduos arbóreos, atingindo no máximo 6 metros de altura e CAP relativamente baixo, quando comparado aos dos indivíduos da Savana Estépica Florestada. As espécies mais frequentes, de modo geral, foram: pau-branco (*Cordia oncocalyx*), bamburral (*Hyptis suaveolens*), cansanção (*Cnidoscolus urens*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), pereira (*Aspidosperma pyrifolium*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catingueira (*Cenostigma pyramidale*).

A Savana Estépica Florestada (Caatinga Arbórea) é formada por indivíduos arbóreos de até 10 metros de altura com CAP relativamente maiores quando comparadas às árvores da caatinga arbustiva. As árvores podem se apresentam em agrupamentos densos ou mais espaçados, mas com os estratos arbustivos e herbáceos pouco presentes. As principais espécies identificadas nesta fitofisionomia foram: catingueira (*Cenostigma pyramidale*), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*), pau-branco (*Cordia oncocalyx*), pereira (*Aspidosperma pyrifolium*), imburana (*Commiphora leptophloeos*), angico (*Anadenanthera colubrina*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).

Em algumas localidades foram observadas fortes alterações causadas por atividades ou ações antrópicas. A vegetação nestas áreas foi denominada vegetação antrópica e é caracterizada principalmente por herbáceas e arbustivas, sendo comum nas áreas de pastoreio de caprinos e bovinos. As espécies arbustivas mais presentes são: *Jatropha mollissima* (pinhão); *Croton sonderianus* (marmeleiro); Solanum paniculatum (jurubeba); *Mimosa tenuiflora* (jurema preta), e as herbáceas - *Hyptis suaveolens* (bamburral), *Cnidoscolus urens* (cansanção), *Sida sp.* (malva), *Sena uniflora* (mata-pasto).

Quanto à fauna, o levantamento dos vertebrados terrestres (Herpetofauna, Ornitofauna, Mastofauna - incluindo os quirópteros) permitiu a caracterização da comunidade possibilitando a avaliação dos possíveis impactos decorrentes da instalação e operação do empreendimento. Além disso, conforme será apresentado no Capítulo 14 – Programas Ambientais, foram estabelecidas diferentes medidas que poderão auxiliar no monitoramento e acompanhamento dessas assembleias.

Conforme apresentado ao longo deste diagnóstico, os animais identificados são típicos de ambientes da Caatinga e com ampla distribuição no Bioma, fato que pode ser observando quando se compara os dados primários levantados neste EIA com outros de mesma natureza realizados na Caatinga (secundários).

Considerando a composição da fauna, grande parte das espécies registradas é generalista e relativamente adaptada às alterações antrópicas. Não obstante, foram registradas espécies ameaçadas e de interesse para a conservação, notadamente de aves e mamíferos. Espera-se que as espécies generalistas não sofram influência em suas populações uma vez que possuem maior capacidade de adaptação às perturbações. Mesmo assim, atenção deve ser dada às espécies indicadoras de qualidade ambiental, como aquelas representadas pelas aves e que possuem dependência à ambientes florestados e com média ou alta sensibilidade a eventuais distúrbios ambientais.

Quanto aos mamíferos, entende-se que os exemplares de pequeno porte, por possuírem áreas de vida menores tendem a ser mais afetados pela supressão da vegetação. Em decorrência disto, os felinos que ocupam o topo da cadeia trófica podem ter algum e os primatas identificados também podem ser pressionados quanto à sua área de vida.

O diagnóstico dos invertebrados realizado foi considerado satisfatório e com informações suficientes para subsidiar a avaliação dos impactos da implantação e operação do empreendimento. Foram avaliados 3 grupos: as borboletas, abelhas e formigas, além dos diagnósticos das espécies de vetores.

Para as borboletas, os resultados indicam que a espécie *Fountainea halice moretta* pode ser usada como bioindicadora para estudos de dinâmica de populações no local. Também é importante destacar que uma atenção especial deve ser dirigida às espécies de baixa abundância encontradas neste estudo e que o semiárido como um todo continua sendo considerada como uma área prioritária para inventários da fauna de borboletas.

Os resultados obtidos para as abelhas demostram que as espécies registradas para a área do empreendimento possuem ampla distribuição em outras áreas de Caatinga. Mesmo que a riqueza de espécies seja considerada baixa quando comparada aos outros estudos executados em outras áreas de Caatinga, o conhecimento acumulado nos dois EIAs representa cerca de 68% das espécies listadas para todo o estado do Ceará.

Quanto à mirmecofauna ocorreu também o predomínio de formigas generalistas, o que é comum em ambientes como a Caatinga e reflete a capacidade de resistência dessas espécies aos ambientes de marcada sazonalidade e flutuação de recursos. Já as três espécies do gênero *Pheidole* são espécies potencialmente invasora e podem servir como bioindicadores. assim como as dos gêneros *Camponotus* e *Acromyrmex*, ou ainda Solenopsis sp. Indicador de perturbação e *Gnamptogenys* sp. Indicadoras de habitats conservados.

Para os ecossistemas aquáticos, foram avaliadas as comunidades da ictiofauna, planctônicas (fitoplâncton e zooplâncton), de invertebrados bentônicos e de macrófitas de aquáticas. Por se tratar de um ambiente com alto regime de intermitência dos rios e da ausência de escoamento superficial em determinados períodos do ano, os levantamentos realizados se mantiveram restritos aos locais com disponibilidade.

Quanto a ictiofauna, o presente estudo permitiu a expansão do conhecimento local. Conforme o IBI de Karr os resultados demonstraram ambientes relativamente degradados, no entanto, a degradação desses corpos d'águas podem estar relacionada ao período seco, no qual ambientes aquáticos diminuem bastante o volume de água, muitas vezes secando completamente, característica típica desses ambientes sob da Caatinga. No período chuvoso, por sua vez, o aporte de caras difusas também contribui para a entrada de matéria orgânica no sistema

Na avaliação do fitoplâncton foi registrado um total de 98 táxons, a maioria integrante das classes Cyanophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae, o que é um padrão comum em sistemas aquáticos continentais. A comparação dos dados atuais com os levantados por Arcadis Logos (2014) indicam que houve diminuição na densidade de cianobactérias, o pode representar redução no grau de trofia em comparação a amostragem anterior.

Quanto à comunidade zooplanctônica, para a qual se registraram 61 táxons, foi evidenciado uma composição pouco diversificada e elevadas densidades de organismo tolerantes e resistentes à eutrofização. Assim como reportado no levantamento de 2011 (ARCADIS LOGOS, 2014) ocorreu a dominância de táxons oportunistas e adaptados aos ambientes com acentuado grau de trofia. Em nenhum dos grupos foram identificadas espécies exóticas, segundo o Informe sobre as Espécies Exóticas Invasoras de Águas Continentais no Brasil (MMA, 2016), ou da fauna ameaçada, de acordo com a Portaria do Ministério do Meio Ambiente - MMA n° 445 de 17/12/2014.

Para a comunidade bentônica, composta por 48 táxons, é importante destacar a predominância de larvas da ordem Diptera, sobretudo da família Chironomidae, componente comum da comunidade bentônica em diversos ecossistemas tropicais. Além disso, no açude do riacho Caaramutim foi registrada a ocorrência de moluscos do gênero Biomphalaria, hospedeiros intermediários das formas imaturas do trematódeo Schistosoma mansoni, agente patogênico da esquistossomose.

Na análise das macrófitas aquáticas, comunidade que registrou 52 táxons, nota-se que a maioria das espécies apresentou cobertura pequena e rara, não sendo verificada a presença de espécies dominantes em nenhum dos pontos avaliados, indicando equilíbrio da comunidade de macrófitas aquáticas na área de influência do projeto Santa Quitéria.

Com relação à fragmentação dos hábitats observou-se atualmente uma cobertura vegetal contínua na Área de influência do empreendimento (AID) com alto percentual de Savana Estépica arborizada e florestada na paisagem (89,08 %). Com a implantação do empreendimento ocorrerá redução dos quantitativos das fitofisionomias naturais (Savana Estépica arborizada e florestada) para 87,01%, por meio da supressão de aproximadamente 360 hectares. Dada a grande área recoberta por vegetação nativa na AID, a redução das fitofisionomias naturais na paisagem não será significativa. Cabe ressaltar que a área considerada para a supressão durante a implantação do PSQ será de aproximadamente 10% da área total da Fazenda Itataia.

O estudo de covariáveis ambientais teve como objetivo verificar a relação entre os dados de riqueza, presença ou ausência dos vertebrados terrestres com as variáveis de micro-habitat. A maioria dos resultados apontam para a influência da estrutura da vegetação refletida em um padrão de gradiente de habitat, principalmente de características de ambientes abertos e florestais, que foi majoritariamente responsável pela estruturação de quase todos os grupos de organismos estudados.

Assim, tendo em vista as todas as informações elencadas anteriormente, levantadas pelo diagnóstico e que estas foram suficientes e adequadas para a avaliação de impactos do empreendimento sobre a fauna e a flora, considera-se que mediante a execução das medidas de controle considerada pelo projeto, as ações de monitoramento e mitigação de impactos propostas, o empreendimento é ambientalmente viável.

tetra+

Consultoria Econômica e Ambiental

+55 (11) **2638-6664 / 3071-2721**

ESCRITÓRIO SÃO PAULO

Rua Jerônimo da Veiga, 164, 16° andar
São Paulo, SP CEP 04536-900

SIGA A TETRA+

www.tetramais.com.br