

UTE CANDIOTA III

Candiota - RS

PROPOSTA DE REVISÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, CORPOS HÍDRICOS E BIOINDICADORES AMBIENTAIS



AMBIVERSE
DESENVOLVER
ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

Julho, 2025.



AMBIVERSE
DESENVOLVER
ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE



www.ambiversegroup.com.br



(49) 3 555-5940



@ambiverse.desenvolver.group



desenvolvergestaoambiental@gmail.com

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 1984).	9
Figura 2- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 2005).	9
Figura 3- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 2024).	10
Figura 4- Análise dos componentes principais identificados na área de influência da UTE Candiota III, durante o período correspondente a primavera de 2011 ao inverno de 2024. .	20
Figura 5 - Curva de acumulação de espécies registradas na comunidade de peixes na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2011 e 2024.....	52
Figura 6 – Índice de Qualidade Ambiental (IQ) nas áreas de monitoramento P3, P5 e P6 da UTE Candiota III, entre os anos de 2007 e 2024.	54
Figura 7 - Níveis de Arcênio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	58
Figura 8 - Níveis de Arcênio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	59
Figura 9 - Níveis de Arcênio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	60
Figura 10 - Níveis de Cádmio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	62
Figura 11 - Níveis de Cádmio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	63
Figura 12 - Níveis de Cádmio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	64
Figura 13 - Níveis de Chumbo em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	66
Figura 14 - Níveis de Chumbo em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	67
Figura 15 - Níveis de Chumbo em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	68
Figura 16 - Níveis de Cobre em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	70
Figura 17 - Níveis de Cobre em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.....	71

Figura 18 - Níveis de Cobre em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	72
Figura 19 - Níveis de Cromo em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	74
Figura 20 - Níveis de Cromo em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	75
Figura 21 - Níveis de Cromo em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	76
Figura 22 - Níveis de Manganês em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	78
Figura 23 - Níveis de Manganês em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	79
Figura 24 - Níveis de Manganês em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	80
Figura 25 - Níveis de Mercúrio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	82
Figura 26 - Níveis de Mercúrio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	83
Figura 27 - Níveis de Mercúrio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	84
Figura 28 - Níveis de Níquel em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	86
Figura 29 - Níveis de Níquel em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	87
Figura 30 - Níveis de Níquel em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	88
Figura 31 - Níveis de Zinco em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	90
Figura 32 - Níveis de Zinco em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.....	91
Figura 33 - Níveis de Zinco em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.	92
Figura 34 - Curva de acumulação de espécies registradas para a avifauna na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.....	97
Figura 35 - Curva de acumulação de espécies registradas para anfíbios na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.....	99

Figura 36 - Curva de acumulação de espécies registradas para répteis na área de influência da UTE Candiota, entre os anos de 2012 a 2024.	99
Figura 37 – Coleta dos fungos liquenizados.	103
Figura 38 – Coleta dos fungos liquenizados.	103
Figura 39 – <i>Parmotrema tinctorum</i>	103
Figura 40 – <i>Ramalina celastri</i>	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, coordenada geográfica e identificação dos pontos de amostragem para a área de influência da Usina Termelétrica Candiota III.....	14
Tabela 2- Escopo amostral executado trimestralmente na área de influência da UTE Candiota III, durante o período entre a primavera de 2011 e o inverno de 2024.....	17
Tabela 3 - Índices de toxicidade (em uma escala de 0 a 9) observado nas amostras de águas superficiais coletadas na área de abrangência da Usina Termelétrica Candiota III - RS, no período correspondente entre novembro de 2016 e setembro de 2024.	21
Tabela 4 - Escopo Amostral para o programa de qualidade das águas subterrâneas executado entre a primavera de 2011 até o inverno de 2024, nos poços de monitoramentos distribuídos na área de influência direta da UTE Candiota III.....	28
Tabela 5 - Resultado obtido para o índice de toxicidade realizado durante o período correspondente entre primavera de 2016 até o inverno de 2024 nos poços de monitoramento das águas subterrâneas da área de influência direta da UTE Candiota III.	31
Tabela 6 - Estações de monitoramento do ambiente aquático, coordenada geográfica e identificação dos pontos de amostragem para a área de influência da Usina Termelétrica Candiota III.	51
Tabela 7 - Localização dos pontos amostrais para a avifauna na área de influência da Usina Termelétrica Candiota III, Candiota – RS.....	96
Tabela 8 - Riqueza de espécies de aves no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2016 a 2024.	98
Tabela 9 – Riqueza de espécies de anfíbios no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.	100
Tabela 10 – Riqueza de espécies de répteis no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.	100
Tabela 11 – Unidades amostrais do biomonitoramento passivo da qualidade do ar.	102
Tabela 12 – Coordenadas geográficas das Estações Amostrais utilizadas para o monitoramento relacionado à atividade pecuária.	105

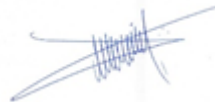



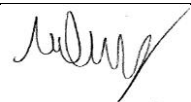
SUMÁRIO

1. EQUIPE TÉCNICA	7
2. HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO DA REGIÃO	8
3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO AMBIENTE AQUÁTICO	14
3.1 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUPERFICIAL.....	14
3.1.1 Resultados Históricos do Monitoramento	18
3.1.2 Proposta de Revisão de Escopo	21
3.2 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	23
3.2.1 Resultado Histórico do Monitoramento	29
3.2.2 Proposta de Revisão de Escopo	32
3.3 MONITORAMENTO DOS SEDIMENTOS	32
3.3.1 Resultado Histórico do Monitoramento	33
3.3.2 Proposta de Revisão de Escopo	35
3.4 BIOINDICADORES AMBIENTAIS AQUÁTICOS.....	36
3.4.1 Fitoplâncton.....	36
3.4.2 Zooplâncton.....	39
3.4.3 Perifíton.....	42
3.4.4 Macroinvertebrados bentônicos	45
3.5 MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA.....	51
3.5.1 Composição da Ictiofauna.....	52
3.5.2 Índice de Qualidade Ambiental (IQ)	52
3.5.3 Elementos contaminantes	55
3.5.4 Considerações Finais e recomendações	93
4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARA O AMBIENTE TERRESTRE	95
4.1 MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO	95
4.2 AVIFAUNA	96
4.3 HERPETOFAUNA	98
4.4 BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR - FLORA	101
4.4.1 Apresentação.....	101
4.4.2 Monitoramento Ativo.....	101
4.4.3 Monitoramento Passivo	103
4.4.4 Análise do solo	104
4.5 ATIVIDADE PECUÁRIA	104

■ REFERÊNCIAS..... 106



1. EQUIPE TÉCNICA

Identificação	Formação Profissional	Responsabilidade	Assinatura
Oswaldo Onghero Jr. CRBIO 53504-03 e 01 CTF IBAMA 3520389	Especialista em Gestão Ambiental; Biólogo.	Coordenador técnico geral	
Jerri Andre Berto CRBIO 063781-03 e 01 CTF IBAMA 4551016	Mestre em Ciências Ambientais; Biólogo.	Biomonitoramento do ambiente aquático	
Frederico Machado Urbim CRBIO 88043-03 CTF IBAMA 5464291	Mestre em Ecologia; Biólogo.	Biomonitoramento do ambiente aquático	<i>Frederico M. Urbim</i>
Máira Aparecida Dalavequia CRBIO: 25755-03 CTF 2327863	Mestre em Engenharia Ambiental, Bióloga.	Biomonitoramento do ambiente aquático	
Rodrigo Benedet CRBIO 58387-03 CTF: 759482	Biólogo.	Campo	
Marcelo Malysz CRBIO 118758-03	Mestre em Ecologia e Doutor em Botânica; Biólogo.	Biomonitoramento da flora	
João Carlos Marocco CRBio 069945/03 CTF 4976706	Biólogo	Biomonitoramento da fauna terrestre	<i>João Carlos Marocco</i>
Julia Wahrlich CREA/SC 186753-5 CTF IBAMA 8099253	Mestre em Ciências Ambientais; Engenheira Ambiental.	Geoprocessamento	<i>Julia Wahrlich</i>
Luciano Caramori CRMV: SC-04377-VP	Médico Veterinário	Biomonitoramento da Pecuária	-

2. HISTÓRICO DE USO E OCUPAÇÃO DA REGIÃO

O município de Candiota está situado na Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, estando a 387 km da Capital do Estado. No cenário turístico, o município integra-se a Região Turística denominada “Pampa Gaúcho”, a qual todos os elementos que estão no imaginário do turista a respeito do Rio Grande do Sul e ao gaúcho estão presentes (indumentária, danças, lidas campeiras, gastronomia e a própria figura do gaúcho), o que remete ao turismo cultural e histórico.

No campo, o destaque fica por conta da criação de gado leiteiro e a ovinocultura. A agricultura ganha força com o desenvolvimento da orizicultura e da fruticultura. Candiota também é reconhecida nacionalmente pela produção de sementes olerícolas e agroecológicas, e começa a se destacar com a produção de soja, onde grandes áreas de campos nativos vêm sendo transformados para cultivo deste grão. Ademais, em alguns trechos os campos nativos foram convertidos em áreas de silvicultura, porém, ainda em escala significativamente inferior a expansão da soja para a região. Nas imagens abaixo, é possível observar a alteração do terreno, em que áreas de campos nativos foram fortemente convertidos para agricultura, resultando em impactos e conflitos significativos para a preservação do bioma e de sua fauna associada. Além disso, com a expansão do plantio da soja, diferentes insumos vêm sendo utilizados, os quais são carregados para dentro de cursos hídricos, reduzindo a qualidade das águas, e por sua vez, prejudicando a biota aquática local e regional. Adicionalmente, é apresentado o mapa de uso do solo atualizado, onde é visível a redução das áreas de campos nativos.

Figura 1- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 1984).



Fonte: Adaptado de Google, 1984.

Figura 2- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 2005).



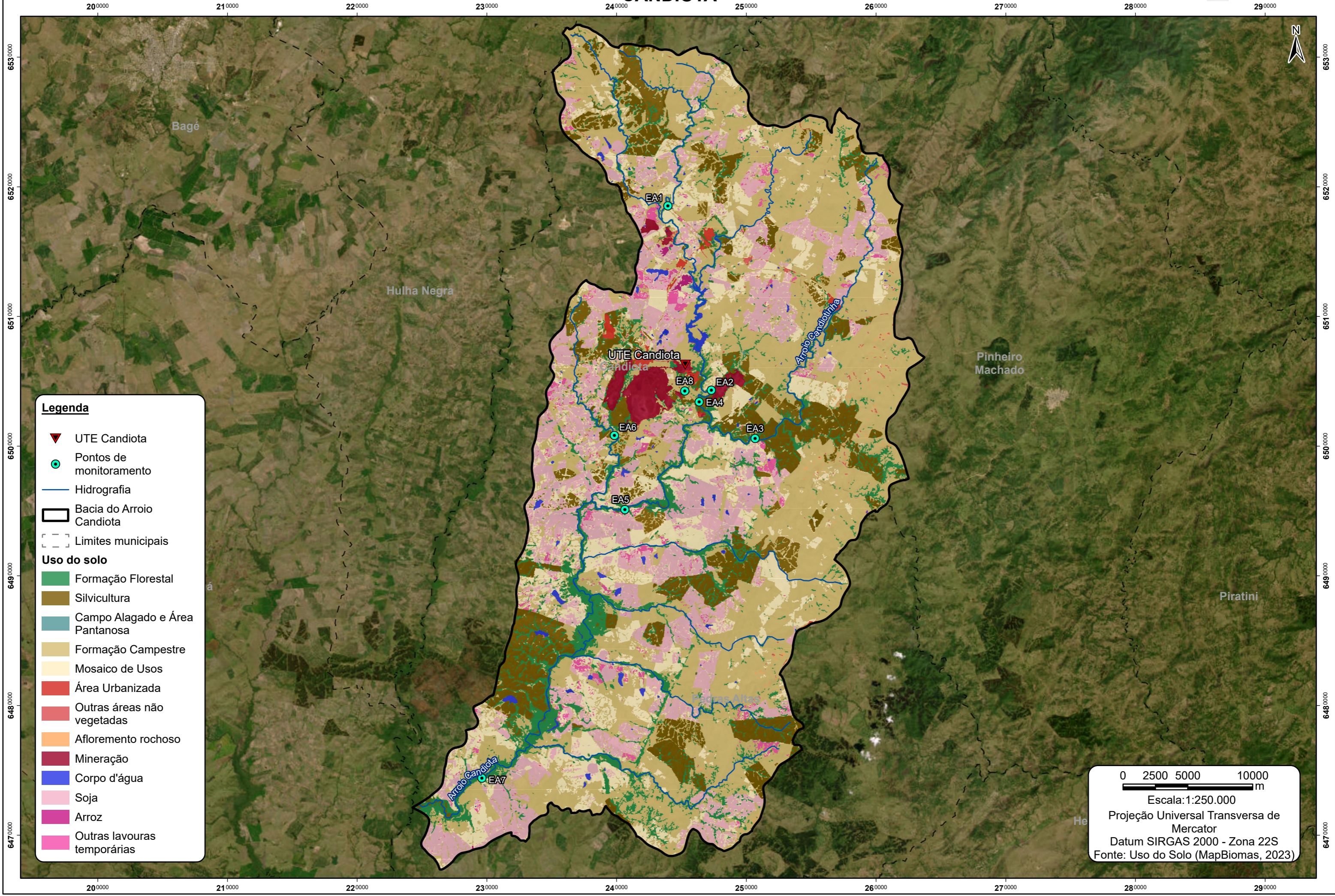
Fonte: Adaptado de Google, 2005.

Figura 3- Condição de uso e ocupação do solo na região de influência da UTE Candiota III (ano 2024).



Fonte: Adaptado de Google, 2024.

UTE CANDIOTA III - USO DO SOLO NA BACIA DO RIO CANDIOTA



Legenda

- ▼ UTE Candiota
- Pontos de monitoramento
- Hidrografia
- ▭ Bacia do Arroio Candiota
- - - Limites municipais

Uso do solo

- Formação Florestal
- Silvicultura
- Campo Alagado e Área Pantanosa
- Formação Campestre
- Mosaico de Usos
- Área Urbanizada
- Outras áreas não vegetadas
- Afloremento rochoso
- Mineração
- Corpo d'água
- Soja
- Arroz
- Outras lavouras temporárias

0 2500 5000 10000
m

Escala: 1:250.000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum SIRGAS 2000 - Zona 22S

Fonte: Uso do Solo (MapBiomass, 2023)

Candiota apresenta em seu território o único Bioma restrito a um Estado Brasileiro, o Rio Grande do Sul, o Bioma Pampa. Ecologicamente, esse bioma é caracterizado por uma vegetação composta por gramíneas, plantas rasteiras e algumas árvores e arbustos encontrados próximos a cursos d'água, que não são abundantes. Com um subsolo rico em carvão e calcário, o município representa um centro de geração de energia termelétrica e produção de cimento pozolânico, o que permite atividades relacionadas ao turismo pedagógico e turismo técnico-científico.

Considerando a atividade de geração energética, destaca-se a Usina Termelétrica Presidente Médici (UTE Presidente Médici), onde atualmente se encontra operando apenas sua fase C, a qual está nomeada como Usina Termelétrica Candiota III, desempenhando um papel importante no cenário energético do país. No mesmo município ainda há outra usina termelétrica operando, sendo a UTE Pampa Sul.

A construção da UTE Presidente Médici teve início na década de 1970, em um período em que o Brasil buscava expandir sua capacidade de geração de energia. A usina foi inaugurada em 1973 e foi uma das primeiras grandes usinas a utilizar carvão mineral como fonte de energia no país, contribuindo para diversificar a matriz energética brasileira.

Desde sua inauguração, a UTE Presidente Médici passou por diversas etapas de operação e expansão. A usina inicialmente teve uma capacidade instalada de 210 MW, mas ao longo dos anos, foram realizadas ampliações e modernizações que aumentaram sua eficiência. Com o tempo, a usina se tornou uma das principais fontes de energia da região sul do Brasil.

A utilização do carvão mineral, abundante na região de Candiota, destacou a UTE Presidente Médici como uma referência na geração de energia a partir de recursos locais. Essa característica, no entanto, trouxe também desafios em termos ambientais, levando à necessidade de implementar práticas de controle e mitigação.

Ao longo dos anos, a UTE tem enfrentado críticas e desafios relacionados ao seu impacto ambiental. A exploração do carvão e a geração de energia termelétrica são frequentemente discutidas no contexto de sustentabilidade e as graças de proteção ambiental, levando a usina a adotar medidas para minimizar sua pegada ecológica. Assim, ao longo dos anos, diversos monitoramentos ambientais vêm sendo realizados pelo empreendedor, em atendimento as condicionantes ambientais e

demais exigências do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Ademais, a expansão das atividades correlatas a geração energética da respectiva UTE, foram localizadas, ou seja, sem grandes alterações quanto ao uso e ocupação do solo. Ao considerar os diferentes usos atuais da região, é perceptível que a expansão agrícola para o plantio de soja é a atividade com maior potencial de degradação ambiental e perda de campos naturais, impactando diretamente a fauna terrestre, aquática e flora da região.

Em resumo, a Usina Candiota III, é marcada por uma história de contribuição à matriz energética brasileira, desafios em relação ao uso de carvão mineral e a busca por um equilíbrio entre geração de energia e sustentabilidade ambiental. A usina se mantém relevante no contexto energético atual, refletindo as complexidades e a evolução do setor elétrico no Brasil. Assim, entendendo que outras atividades são desenvolvidas em áreas lindeiras a UTE Candiota III, e que as mesmas são atividades com potencial poluidor, associado ao extenso e robusto banco de dados ambientais já levantados para a UTE em tela, faz-se necessário uma revisão dos programas ambientais atendidos atualmente pelo empreendedor.

3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO AMBIENTE AQUÁTICO

3.1 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUPERFICIAL

Para a área de influência da UTE Candiota III, foram avaliados os ambientes de influência do empreendimento, contemplando oito (08) pontos de amostragem conforme apresentado na tabela abaixo, com periodicidade de monitoramento trimestral.

Tabela 1 – Pontos de monitoramento da qualidade das águas superficiais, coordenada geográfica e identificação dos pontos de amostragem para a área de influência da Usina Termelétrica Candiota III.

Pontos	arroio	Coordenadas Geográficas UTM 22J		Identificação do Local
		Latitude	Longitude	
P1	Candiota	6518528,00	243952,00	Estação à montante da BR 293
P2	Candiota	6506688,00	246690,00	Estação à jusante da Barragem I
P3	Candiotinha	6500592,00	250676,00	Estação à montante do deságue no Arroio Candiota
P4	Candiota	6503415,00	246365,00	Estação à montante do deságue do esgoto da usina Arroio Candiotinha
P5	Candiota	6495108,00	240637,00	Estação à jusante do deságue do Arroio Candiotinha
P6	Poacá	6501568,00	239615,00	Estação após contribuição da Sanga da Carvoeira
P7	Candiota	6474399,00	229614,00	Estação após a foz do Arroio Poacá e à jusante de todas as fontes consideradas potencialmente geradoras de impactos ambientais
P8	sem nome	6505818,92	244627,54	Estação de lançamento do efluente tratado da termelétrica

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA - BIOMONITORAMENTO DO AMBIENTE AQUÁTICO



Legenda

- Pontos de monitoramento ambiente aquático
- UTE Candiota
- Hidrografia
- Limites Municipais

0 1500 3000 6000
m

Escala: 1:190.000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum SIRGAS 2000 - Zona 22S

De acordo com o levantamento realizado, o ponto amostral P1 - que está localizada à montante da BR 293, sabe-se que a montante existe contribuições da agricultura e pecuária;

No ponto amostral P2 – localizada a montante da usina termelétrica, existe ali a influência da Barragem I, da Barragem Velha e de um *Wetland* que recebe os efluentes da vila. Este ponto de monitoramento visa avaliar todas as atividades desenvolvidas à montante da contribuição dos efluentes hídricos da Usina;

No ponto amostral P3 - Estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteira, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, à beira da BR. Visa avaliar neste ambiente as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto;

No P4 - à jusante do deságue do efluente do empreendimento, localizada no arroio Candiota, visando avaliar as atividades desenvolvidas à montante e a jusante da contribuição dos efluentes hídricos da Usina;

O P5 - ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteira, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto e à jusante do deságue do efluente final líquido da Usina;

O P6 - ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da Sanga da Carvoeira, sendo que neste local visa a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor;

No P7 – ambiente localizado após a foz do Arroio Poacá, no arroio Candiota, ambiente à jusante de todas as fontes consideradas potencialmente geradoras de impactos ambientais;

E no P8 - ponto amostral acrescentada por solicitação do IBAMA, sendo um ambiente localizado, após o lançamento do efluente tratado da termelétrica no arroio sem nome, que desagua posteriormente no arroio Candiota.

Para a caracterização limnológica e da qualidade da água da área de influência da UTE Candiota III, foram monitoradas variáveis físicas, químicas e biológicas da água de modo sistemático, buscando-se registrar os padrões de qualidade da água local. Além dos parâmetros aferidos *in loco*, foram recolhidas alíquotas de água e acondicionadas em frascos específicos, conservadas e rotuladas para o

encaminhamento ao laboratório especializado nas análises, com credenciamento NBR ISO/IEC 17025, em sua versão mais recente. O período utilizado para esta análise crítica, que visa a alteração de escopo atualmente aplicado no empreendimento, foi correspondente as campanhas realizadas desde a primavera de 2011 até inverno de 2024.

Tabela 2- Escopo amostral executado trimestralmente na área de influência da UTE Candiota III, durante o período entre a primavera de 2011 e o inverno de 2024.

Parâmetros	Área de Influência da UTE Candiota III							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cor aparente (mg Pt-Co.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
DBOs (mg O ₂ .L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	X	X	X	X	X	X	X	X
Fenóis totais (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Fósforo total (mg P.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Nitrato (mg NO ₃ ⁻ .L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Nitrogênio amoniacal (mg NH ₃ -N.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Óleos e Graxas (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ .L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
pH	X	X	X	X	X	X	X	X
Sólidos Dissolvidos (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Sulfeto (mgS ²⁻ .L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura (°C)	X	X	X	X	X	X	X	X
Turbidez (NTU)	X	X	X	X	X	X	X	X
Alumínio dissolvido (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Arsênio total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cádmio total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Chumbo total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cobre dissolvido (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Cromo total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Ferro dissolvido (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Manganês total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Mercurio total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Níquel total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Zinco total (mg.L ⁻¹)	X	X	X	X	X	X	X	X
Toxicidade Algas – Pseudokirchneriella subcaptata	X	X	X	X	X	X	X	X
Toxicidade Crustáceos– Ceriodaphnia dubia	X	X	X	X	X	X	X	X
Toxicidade Peixe – Pimephales promelas	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Dados obtidos pela Fundação Luiz Englert, 2025.

As metodologias adotadas para as amostragens seguiram as recomendações contidas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostra (CETESB e ANA, 2011), e para as análises laboratoriais dos parâmetros elencados no escopo, seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and*

Wastewater of AWWA 23th Edition, 2013 e USEPA: SW 846-3050/3051 (USEPA 1986, TESTE METHOD FOR EVALUATING SOLID WASTE REPORT NUMBER SQ 846, WASHINGTON DC). Os resultados obtidos nos ensaios foram atestados mediante Relatórios de Ensaio - Laudos Analíticos, emitidos e assinados pelos responsáveis legais do laboratório, sendo estes anexados ao final do relatório.

Além destes parâmetros apresentados acima, também foram realizados monitoramentos trimestrais quanto ao efeito de toxicidade presente na água dos locais supracitados. Os ensaios de toxicidade contaram com análises de Toxicidade crônica com o peixe *Pimephales promelas*, Toxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* e Toxicidade crônica com a alga *Raphidocelis. Subcaptata*.

Para a análise dos dados obtidos durante o período de 2011 a 2024 foram calculados o IPMCA e o IQA, além da conformidade dos resultados dos parâmetros de qualidade da água com a Resolução CONAMA 357/2005.

3.1.1 Resultados Históricos do Monitoramento

Os resultados obtidos nos monitoramentos da qualidade das águas superficiais para o período em questão da Usina Termelétrica Candiota III, trouxeram resultados que indicaram aporte de contribuições orgânicas e inorgânicas, que por sua vez promoveram alterações de indicadores essenciais da qualidade da água como DBO, pH, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido. Ademais, foram identificados desacordos, de forma geral para a área de monitoramento, com a Resolução CONAMA 357/2005 para os parâmetros: DBO, coliformes termotolerantes, fenóis totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos, sulfeto, turbidez, alumínio, cádmio, chumbo, cobre, ferro, manganês, mercúrio, níquel e zinco.

Quanto a avaliação microbiológica demonstrou que as contribuições das áreas urbanas e área de drenagem destes corpos hídricos alcançam a água por carreamento e/ou lançamento e são constantes em todas as avaliações e locais do escopo. Alguns metais também são constantes na área de monitoramento, como alumínio, ferro, manganês, níquel e zinco. Sendo necessário manter o monitoramento deste escopo já aplicado atualmente, pois são elementos que variaram suas concentrações nas campanhas realizadas até o momento.

Alguns parâmetros deste escopo mostraram baixa contribuição ou nenhuma quando estiveram abaixo do limite de quantificação, sendo eles: surfactantes, cromo /total e arsênio total. O arsênio total esteve por todo o período de análise com resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório especializado. Os parâmetros surfactantes e cromo total estiveram com seus resultados abaixo do limite de quantificação na maioria das campanhas ou com resultado muito baixo quando identificado nos pontos, sem um padrão ecológico definido, demonstrando pouca presença destes compostos nas áreas monitoradas.

O Índice da Qualidade da Água aplicado com os resultados obtidos desde a campanha de novembro de 2016 até a de setembro de 2024 (Fundação Luiz Englert, Relatório Final, 2025), indicou que apesar das contribuições advindas pela continuidade dos arroios investigados e das contribuições do empreendimento foi identificado um gradiente variando de qualidade da água muito boa (ótima) até média (regular) durante o período de avaliação desta análise crítica. Na maioria das campanhas realizadas a qualidade da água se enquadrou como boa, com alguns desacordos frente a Resolução CONAMA 357/2005, principalmente pelas contribuições orgânicas aportadas por carreamento superficial das áreas de drenagem do entorno destes corpos hídricos ou por lançamento de efluentes no corpo receptor. Pontualmente foram obtidos resultados para os pontos amostrais que representaram qualidade da água média ou regular, refletindo em contribuições orgânicas mais acentuadas para determinados pontos, sem a obtenção de um padrão sazonal de aporte nestas amostras, variando desde o P1 até o P8. Para a classificação de qualidade da água ótima foram apenas identificadas condições muito boas no P2, em três (03) campanhas entre 2016 e 2017 e no P4, em duas (02) campanhas de 2021. A tabela abaixo demonstra a classificação do IQA por ponto e campanha amostral realizadas entre o período de novembro de 2016 à setembro de 2024.

Os resultados obtidos para o monitoramento da qualidade das águas superficiais desde a primavera de 2011 até o inverno de 2024, foi aplicada a Análise dos Componentes Principais, a fim de averiguar se os compostos investigados periodicamente na área de influência da UTE Candiota III, apresentaram algum padrão de distribuição. Para esta análise foram utilizados os resultados obtidos em quarenta e uma campanhas realizadas no período, sendo nomeados na análise com o ponto e o número da campanha, exemplo: P1.10, refere-se ao ponto amostral P1 na

ambiente mais perturbado com alta ponderação, em função dos registros de toxicidade aguda e crônica em diversas campanhas durante o período.

De acordo com o exposto pela Fundação Luiz Englert, em seu relatório final das atividades, datado de janeiro de 2025, os resultados de toxicidade demonstram que a Estação Amostral 6 nas ultimas campanhas realizadas em 2023 e 2024, sofreu influência direta das atividades de mineração de carvão no corpo receptor deste ambiente, e manteve sua característica histórica como a estação amostral onde se observa toxicidade com maior frequência (100% das campanhas durante este último período). A EA8, que sofre uma influência do efluente da Usina Termelétrica de Candiota, ampliou a frequência de campanhas com amostras com toxicidade, apresentando toxicidade crônica para algas nas campanhas de verão, outono e inverno. Historicamente a EA8 apresentou toxicidade em 28% das campanhas, sendo a segunda estação amostral em frequência e intensidade de toxicidade, reafirmando a necessidade de manter a avaliação destes locais.

Tabela 3 - Índices de toxicidade (em uma escala de 0 a 9) observado nas amostras de águas superficiais coletadas na área de abrangência da Usina Termelétrica Candiota III - RS, no período correspondente entre novembro de 2016 e setembro de 2024.

EA	Índice de toxicidade																																							
	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024							
	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I				
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	6	0	6	7	6	0	6	8	6	6	6	6	0	4	0	0	6	2	2	2	2	0	6	3	2	0	2	3	6	8	5	0	0	0				
7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EA= Estação amostral; P= primavera; V= verão, O= outono; I= inverno.

Fonte: Fundação Luiz Englert (Relatório Final), 2025.

3.1.2 Proposta de Revisão de Escopo

Após uma análise crítica dos resultados obtidos entre o período de 2011 e 2024, A Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, para as futuras campanhas de monitoramento da Usina Termoelétrica Candiota III, sugere as seguintes alterações em relação ao escopo aplicado atualmente:

Redução dos parâmetros que são avaliados no monitoramento da qualidade das águas superficiais, sendo que entre eles o Arsênio total esteve por todo o período de análise com resultados abaixo do limite de quantificação do laboratório especializado, além de surfactantes e cromo total estiveram com seus resultados abaixo do limite de quantificação na maioria das campanhas ou com resultado muito baixo quando identificado, demonstrando pouca presença destes compostos nas áreas monitoradas.

Destaca-se que no delineamento amostral aplicado atualmente, o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto. Para o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteinha, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto. Já no P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor. O delineamento amostral investigativo aplicado no monitorado da Usina Termoelétrica Candiota III desde o ano de 2011, deve ser revisto para otimização e objetividade ao empreendimento em tela.

De acordo com o apresentado no item anterior, existem algumas estações de coleta do monitoramento da qualidade da água que estão diretamente relacionados a outras atividades do entorno, não relacionados com a operação da termoelétrica, que demonstraram interferência no espaço monitorado até o momento. Os pontos mencionados acima são as estações de coleta: P3 (arroio Candioteinha, com contribuição direta de atividade de mineração), P5 (arroio Candiota, recebe as contribuições advindas do P4 que confluem com as contribuições do arroio Candioteinha – P3), e P6 (arroio Poacá, que recebe as contribuições diretas da carvoeira de entorno da UT); os quais se sugere a retirada do escopo, a fim de monitorar efetivamente as contribuições da UTE Candiota III de maneira objetiva, permanecendo os demais pontos do escopo atual, sendo eles: P1 (arroio Candiota, considerado o ponto controle, local a montante, fora da área de influência da UTE); P2 (arroio Candiota, área de influência direta da UTE); P4 (arroio Candiota, local a

jusante da confluência do lançamento da Estação de Tratamento da UTE - P8, com as contribuições advindas através do arroio Candiota – P2; P7 (arroio Candiota, ponto final do escopo, capaz de mostrar se as contribuições advindas das atividades locais na região, conseguem se depurar/dispersar ao longo do corpo hídrico); e P8 (arroio sem nome, ponto de lançamento da Estação de Tratamento de Efluentes da UTE Candiota III).

Ademais, se sugere a avaliação periódica semestral ao invés de trimestral como aplicado hoje no monitoramento da qualidade das águas superficiais, realizando as campanhas amostrais no período do ano que apresentaram as contribuições mais significativas, pois na análise crítica não foi identificado um padrão de aporte de compostos sazonal. Desta forma, sugere-se que os monitoramentos sejam realizados no verão e inverno de cada ano de vigência, conforme apresentado na proposta do programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais.

Sobre a análise de toxicidade realizada atualmente de forma trimestral nas oito (08) áreas amostrais apresentadas para o empreendimento, desde 2016 até 2024, foram identificados pontos críticos de presença de algum contaminante que gerou resultados expressivos para essa análise, gerando indicativo de áreas mais perturbadas e outra não. Sugerimos, manter a análise de toxicidade concomitante com o monitoramento da qualidade da água, nos cinco (05) ambientes apontados acima na nova proposta amostral e com periodicidade semestral.

3.2 MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Os poços instalados na área de influência direta da UTE Candiota III foram produtos de um estudo geoambiental os quais foram devidamente georreferenciados por coordenadas UTM. Previamente a realização da purga foi verificada a integridade dos poços a partir dos seus componentes tais como revestimento interno, filtro, pré-filtro, proteção sanitária, tampão, sistema de proteção, selo, preenchimento e guias centralizadoras. Estas condições foram devidamente descritas em caderneta de campo e devidamente fotografadas, assim como as condições e possíveis interferências do seu entorno.

Para a purga dos poços a rede de poços foi avaliada, levando em conta os critérios e considerações para a seleção de um método adequado de purga descritos

no item 5 da ABNT NBR 15847/2010 (ABNT sugerida inclusive pela portaria da FEPAM 29/2017). Os critérios descritos englobam a verificação das normas estabelecidas pelos órgãos reguladores Federal, Estadual ou Municipal, revisão de dados históricos, considerações embasadas no projeto do poço, avaliação das condições hidráulicas do poço, qualidade do poço, geoquímica da subsuperfície, as particularidades hidrogeológicas. A análise desses critérios auxilia a determinar a estratégia mais apurada para a realização da purga no programa.

Além disso, quanto aos Critérios de Rebaixamento do Nível da Água durante a Purga da NBR 15847/2010 relata que os “dados gerados em trabalhos anteriores de desenvolvimento e purga do poço de monitoramento devem ser considerados na definição e seleção do melhor procedimento de amostragem a ser utilizado”.

Com base nessa análise de critérios do item 5 e 6 da ABNT referida, e devido aos poços possuírem diferentes diâmetros, profundidades e condutividades hidráulicas, é recomendado manter o padrão de purga e de amostragem de trabalhos pretéritos na área estudada com o objetivo de manter a comparabilidade dos dados anteriores.

Sendo assim, o método da Purga de Volume Determinado (item 7.1 da NBR 15847/2010) é o que melhor qualifica para a coleta em frente à heterogeneidade dos poços de estudo. As vantagens desse método são (item 7.1.3 da NBR 15847/2010):

- a) pode ser usado com praticamente todos os tipos de bombas ou equipamentos de amostragem por captura;
- b) não requer medições químicas para que se determine se a purga já está completa;
- c) não requer controle contínuo dos parâmetros físico-químicos para que se determine se a purga já está completa.

Sendo assim, o volume de água purgado será determinado em campo em frente às variáveis climáticas que interferem na profundidade do nível freático, e, contudo, interfere diretamente na aquisição do volume de água do poço e na decisão do número de vezes que deve ser purgado o volume.

Após a constatação de situação adequada para a amostragem foi procedido a purga do poço, isto é, a eliminação total da água estagnada que estava no poço, mas sem esgotar o poço totalmente. Para tanto, uma trena eletrônica foi utilizada para

determinar a posição inicial do nível freático e com a mesma trena desligada, foi medida a profundidade do poço (que é previamente conhecida, mas deve ser checada a cada amostragem). Ao conhecer a altura da coluna de água com base no diâmetro do poço, calculou-se a quantidade de água a ser retirada para certificar-se do esvaziamento do mesmo apenas com a água parada, evitando-se retirar a água que estará entrando no poço naquele momento. Portanto, antes de iniciar a purga, a quantidade de água parada na coluna de água foi determinada (água no interior do poço).

Para alcançar estas exigências enunciadas acima, utilizou-se uma “bomba de dreno manual” com mangueiras acopladas à válvula de pé. A utilização da válvula de pé, devidamente higienizada a cada amostragem, impede que a retirada da água estagnada retorne ao poço por qualquer bombeamento irregular ocasionando turbidez. O equipamento de captação deve ser introduzido e removido de forma lenta e cautelosa no poço para evitar a movimentação de partículas sólidas eventualmente existentes no poço e no pré-filtro.

Para alguns poços de maior diâmetro, foi utilizado para purga uma bomba de água submersível e um gerador de energia (Figura 15). A bomba de água submersível é do tipo caneta de ½ HP e 1,5” com entrada de 220 Volts modelo 4SGM2/4A - Tander Profissional. A bomba é ligada no gerador de energia Gringer, modelo ZH3500, com 3000 watts de potência com saída em 110 e 220 Volts. O sistema utilizado em poços com maior volume onde temos o gerador alimentando a bomba submersa a qual tem uma mangueira conectada para a saída da água, colocada dentro do poço junto com o medidor de profundidade do nível de água. Os poços em que foram utilizadas a bomba submersa são PM-1, PM-5, PM-7 e PM-10. Todo equipamento é devidamente higienizado após a cada purga realizada. A purga sempre é realizada pelo menos 24 horas antes da coleta com o objetivo de garantir a recuperação e estabilização do poço de monitoramento.

Após o tempo de recarga dos poços (pelo menos 24 horas depois da purga), iniciou-se o processo de amostragem das águas subterrâneas. Primeiramente foi anotado em planilha/caderneta de campo as condições do tempo e a temperatura do ar no local do poço no momento do início da coleta. Para realizar a coleta de água subterrânea foi utilizado um amostrador descartável do tipo “bailer”. A Figura 16 apresenta de forma esquemática a utilização do amostrador do tipo “bailer” no



momento que o instrumento atinge a camada hídrica do poço para a realização da amostragem. Este tipo de amostrador é constituído por um tubo longo de diferentes diâmetros, aberto nas extremidades. Na parte do fundo, possui uma esfera que trabalha com uma válvula, que abre devido à pressão da água para entrar no tudo preenchendo o amostrador, e que fecha quando é içado para fora do poço, ou quando a pressão da água contida no poço é menor do que a da água coletada e contida dentro do amostrador. A parte superior do amostrador é constituída de um olhal para que possa ser amarrada uma corda, e assim, seja permitido inserir vagarosamente o amostrador no poço, como também para retirar o amostrar contendo a amostra de maneira vagarosa. Os “bailers” são confeccionados com materiais específicos e adequados às características químicas dos líquidos a serem amostrados, desde água até os mais diversos tipos de contaminantes orgânicos em fase livre ou dissolvida.

Em tese, os amostradores do tipo “bailer” coletam amostras sem alterar a química das mesmas, uma vez que se enchem e esvaziam sem provocar qualquer sucção ou introdução de pressão na amostra. Contudo, no campo não é exatamente assim que ocorre, a quantidade de vezes que o “bailer” é introduzido e retirado do poço faz com que o nível d’água suba e desça, causando fluxo de água para dentro e para fora da secção filtrante. Esta reversão do sentido do fluxo faz com que as partículas finas presas ao revestimento, na secção filtrante e nas imediações do poço aumentem a turbidez da água. O aumento da turbidez está associado ao aumento das concentrações de metais e do tempo de filtração com filtros para metais. Por ser um método manual, a qualidade do processo está diretamente ligada à habilidade do técnico, podendo ser afetada pela velocidade com que o “bailer” é introduzido no poço. Desse modo, existe a necessidade de cuidado máximo na coleta durante a introdução e a retirada do “bailer” no poço.

Devido a esses cuidados pronunciados, a coleta é realizada por técnicos de nível superior extremamente qualificados e experientes no processo. Ao fazer a primeira amostragem foram medidas a temperatura da do ar e a temperatura água no momento da coleta, o oxigênio dissolvido e o pH, assim como foi coletado os coliformes termotolerantes e foi realizada a observação da turbidez da água. Sequentemente, foram realizadas diversas amostragens até que se conseguiu preencher a série de frascos e bombonas para os ensaios analíticos realizados posteriormente em laboratório. Os frascos de amostragem foram devidamente



identificados e armazenados em caixa de isopor adequada e com bom estado de preservação. O resfriamento das amostras, dentro de caixas de isopor, foi realizado com gelo para manter a temperatura ideal de conservação do material coletado (~4°C).

Todo equipamento perene usado no poço foi adequadamente higienizado antes do manuseio e do prosseguimento da sequência da amostragem em outro poço monitor. Esses materiais são reconhecidamente inertes ao contaminante-alvo ou analito-alvo e demais componentes internos do poço. Tubos amostradores do tipo “bailer” utilizados na amostragem foram separados para o descarte após o término da coleta em cada poço.

As coletas de amostras atenderam ao estabelecido na ABNT NBR 15847/2010, assim como foram consideradas como base de consulta a Portaria nº 29/2017 e a Diretriz Técnica nº. 04/2021 – DIRTEC, ambas emitidas pela FEPAM, a respeito da sua aplicação nos serviços de monitoramento de águas subterrâneas.

Tabela 4 - Escopo Amostral para o programa de qualidade das águas subterrâneas executado entre a primavera de 2011 até o inverno de 2024, nos poços de monitoramentos distribuídos na área de influência direta da UTE Candiota III.

Análises Realizadas em Laboratório				
Parâmetros	Unidade	Incerteza	L.Q.	Referência do Método Analítico
Coliformes	(NMP·100mL ⁻¹)		1	SMWW, 23ª edição, método 9223B:2017
Condutividade	(µS·cm ⁻¹ à 25°C)	1,76852	1,0	SMWW, 23ª edição, método 2510B:2017
Cor Real	(U.C.)	6	10,0	SMWW, 23ª edição, método 2120C:2017
DBO ₅	(mg O ₂ ·L ⁻¹)	1,337256	2	SMWW, 23ª edição, método 5210B:2017
DQO	(mg O ₂ ·L ⁻¹)	3,13088	6	SMWW, 23ª edição, método 5220B:2017
Fenóis Totais	(mg C ₆ H ₅ OH·L ⁻¹)	0,0000067	0,0001	EPA 8270E:2018
Fósforo Total	(mg P·L ⁻¹)	0,01	0,02	EPA método 200.7:2001
Óleos e Graxas	(mg O&G·L ⁻¹)	0,2	10	SMWW, 23ª edição, método 5520D:2017
OD	(mg O ₂ ·L ⁻¹)	3,035	0,2	SMWW, 23ª edição, método 4500-O C:2017
pH	-	-	-	SMEWW, 23ª edição, método 4500 - H + B
Turbidez	(NTU)	0,085316	2,0	SMWW, 23ª edição, método 2130B:2017
Al Dissolvido	(mg Al·L ⁻¹)	0,0176	0,1	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
As Dissolvido	(mg As·L ⁻¹)	0,00177	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Cd Dissolvido	(mg Cd·L ⁻¹)	0,005724	0,005	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Pb Dissolvido	(mg Pb·L ⁻¹)	0,00142	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Cu Dissolvido	(mg Cu·L ⁻¹)	0,00444	0,03	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Cr Dissolvido	(mg Cr·L ⁻¹)	0,000825	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Fe Dissolvido	(mg Fe·L ⁻¹)	0,0479	0,3	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Mn Dissolvido	(mg Mn·L ⁻¹)	0,0419	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Hg Dissolvido	(mg Hg·L ⁻¹)	0,000017604	0,0001	EPA 7470A:1994
Ni Dissolvido	(mg Ni·L ⁻¹)	0,00227	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Zn Dissolvido	(mg Zn·L ⁻¹)	0,00364	0,05	SMWW, 23ª edição, método 3120B:2017
Al Total	(mg Al·L ⁻¹)	0,018	0,1	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
As Total	(mg As·L ⁻¹)	0,0002	0,002	EPA 3015A:2007
Cd Total	(mg Cd·L ⁻¹)	0,005724	0,005	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Pb Total	(mg Pb·L ⁻¹)	0,001	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Cu Total	(mg Cu·L ⁻¹)	0,004	0,03	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Cr Total	(mg Cr·L ⁻¹)	0,0008	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Fe Total	(mg Fe·L ⁻¹)	0,059	0,3	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Mn Total	(mg Mn·L ⁻¹)	0,061	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Hg Total	(mg Hg·L ⁻¹)	0,000017604	0,0001	EPA 7470A:1994
Ni Total	(mg Ni·L ⁻¹)	0,003	0,01	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017
Zn Total	(mg Zn·L ⁻¹)	0,004	0,05	SMWW, 23ª edição, método 3030B:2017

Fonte: Dados obtidos pela Fundação Luiz Englert, 2025.

Os resultados das análises de água subterrânea para as variáveis físicas, químicas e microbiológicas foram interpretados com base na legislação vigente que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas empregadas pela Resolução 396 de 2008 do CONAMA. Essa resolução possui quatro referências qualitativas as quais determinam os limites máximos das variáveis para o consumo humano (C.H.), dessedentação de animais (D.A.), irrigação e recreação.

No entanto, a Resolução 396 de 2008 do CONAMA apresenta, praticamente, limites quantitativos para as variáveis químicas de metais totais para os dados desse estudo. Assim, a necessidade de suprir os limites quantitativos para as demais variáveis, utilizou-se outras resoluções para classificação da qualidade das águas para o consumo humano. Para os metais dissolvidos se utilizou a mesma classificação

dos metais totais estabelecidos na Resolução 396 de 2008 do CONAMA para águas subterrâneas, uma vez que os metais totais são a soma da fração dissolvida e da fração particulada.

3.2.1 Resultado Histórico do Monitoramento

Os parâmetros físico químicos da água subterrânea investigados na área de monitoramento da UTE Candiota III, a maioria dos parâmetros analisados no escopo aplicado estiveram em desacordo, variando pelas contribuições que cada poço recebeu ao longo deste período de avaliação (primavera de 2011 a inverno de 2016). Basicamente, apresentaram desacordos os parâmetros cor verdadeira, DBO, fósforo total e turbidez. Os níveis de oxigênio estiveram baixos na maioria dos poços, principalmente em pontos mais profundos e a condutividade elétrica este elevada, apresentando um padrão semelhante por campanha realizada. O pH na maioria dos poços esteve com tendencia a acidez ou ácido, indicando efeito neste parâmetro frente a presença de metais, conforme será apresentado a seguir.

As maiores concentrações e constância de metais identificados nos ambientes monitorados entre 2011 e 2024, se deu pelos elementos alumínio, ferro e manganês em suas formas dissolvidas, apresentando desacordos com a legislação vigente. Zinco e níquel dissolvidos apresentaram desacordos pontuais para alguns poços, com destaque para o PM-10, que foi o mais recorrente entre estas pontualidades registradas para estes metais, sendo que os poços 13 e 14 também foram identificadas interferências de níquel durante este período. Ademais, foram obtidos resultados muito pontuais em desacordo para o mercúrio dissolvido no PM-20 (primavera de 2016) e no PM-01 (inverno de 2018). Estes resultados demonstraram que há influencia destes seja por contribuições naturais como o caso do alumínio, ferro e manganês.

Nas frações totais destes elementos avaliados no escopo da UTE Candiota III, foi identificada maior contribuição do alumínio, ferro, manganês e chumbo, como características padrões da maioria dos poços, apresentando desacordos mais constantes ao longo deste período de monitoramento. No escopo também foi possível verificar que existem variações de concentrações para os elementos arsênio, cobre, cádmio, cromo, mercúrio e níquel que apresentaram desacordos pontuais em alguns dos poços monitorados, sem indicações de contaminações constantes. O zinco total

foi o único metal que se manteve em concentrações abaixo do prescrito por Lei, sendo que muitas das vezes esteve como não detectado e abaixo do limite de quantificação laboratorial.

Para as toxicidades avaliadas no escopo das águas subterrâneas existiu o monitoramento apenas com organismos testes de algas (*Ceriodaphnia dubia*) do período de primavera de 2011 até inverno de 2015, onde a maioria das campanhas esteve o efeito toxico agudo e crônico ausente. Algumas pontualidades foram identificadas no período supracitado, onde não existiu quantificação do efeito e sim apenas a presença ou ausência de efeito. A partir da primavera de 2015 o escopo sofreu alteração com adição de mais dois (02) níveis tróficos de investigação, com análise toxicológica através dos organismos teste de microcrustáceo e de peixes.

Dentre os resultados obtidos foram identificados efeito tóxico agudo e crônico em alguns dos poços de monitoramento, sendo que no período deste novo escopo toxicológico, se destacaram os poços PM-04, PM-07, PM-10 e PM-12, com os maiores registros de toxicidade, de acordo com o índice de toxicidade apresentado abaixo.

Tabela 5 - Resultado obtido para o índice de toxicidade realizado durante o período correspondente entre primavera de 2016 até o inverno de 2024 nos poços de monitoramento das águas subterrâneas da área de influência direta da UTE Candiota III.

Poço	2016	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023				2024						
	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	V	O	I					
PM4	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	6,0	5,0	5,0	0,0	5,0	5,0	4,0	2,0	2,0	0,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
PM12	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	2,0	3,0	3,0	0,0	2,0	3,0	3,0	2,0	0,0	2,0	2,0	4,0	2,0	0,0	8,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	3,0			
PM3	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	5,0	5,0	2,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	5,0	2,0	5,0	3,0	3,0	0,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0				
PM16	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	0,0	5,0	3,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0				
PM2	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	3,0	2,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0				
PM7	0,0	3,0	4,0	2,0	2,0	2,0	5,0	4,0	4,0	0,0	3,0	3,0	5,0	0,0	0,0	5,0	2,0	2,0	5,0	6,0	3,0	2,0	4,0	0,0	6,0	0,0	5,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0				
PM20	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,0	2,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0				
PM1	3,0	3,0	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	2,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0				
PM10	3,0	3,0	4,0	4,0	5,0	2,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	5,0	4,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	7,0	8,0	5,0	9,0	9,0				
PM19	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	3,0	2,0	5,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0				
PM5	3,0	3,0	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0				
PM14	3,0	0,0	2,0	0,0	3,0	2,0	0,0	5,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0				
PM6	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	4,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	5,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	3,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0				
PM9	3,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0	0,0	4,0	0,0	2,0	2,0					
PM13	3,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	2,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,0	2,0				
PM17	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	3,0	4,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				

Fonte: Dados obtidos pela Fundação Luiz Englert, 2025.

3.2.2 Proposta de Revisão de Escopo

A análise dos dados acerca dos monitoramentos da qualidade das águas subterrâneas realizados durante o período supracitado, não apresentou ser influenciado por sazonalidade, sendo que as contribuições foram semelhantes entre os pontos de monitoramento, entendo que estes registros obtidos até o momento são característicos dos ambientes em que estão inseridos e que recebem influências. Desta forma, sugere-se a alteração da periodicidade que atualmente está definida como trimestral para campanhas semestrais, nos mesmos pontos já monitorados e com o mesmo escopo analítico.

3.3 MONITORAMENTO DOS SEDIMENTOS

Os dados deste estudo foram obtidos por meio do levantamento amostral de sedimentos superficiais de fundo da calha fluvial da Bacia Hidrográfica do Arroio Candiota (B.H.A.C.), nos municípios de Candiota, Pedras Altas e Pinheiro Machado, no estado do Rio Grande do Sul. As amostragens foram realizadas em uma situação intermediária entre as maiores profundidades do canal fluvial e as margens, com o objetivo de identificar e amostrar sempre em áreas de deposição sedimentar. O primeiro centímetro de sedimento foi recolhido no local de amostragem e transportado de forma adequada para os laboratórios de física dos sedimentos, química analítica e bioensaios de ecotoxicidade.

Os locais amostrados são os mesmos apresentados no Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais localizados no entorno da Usina Termelétrica de Candiota, III, na calha fluvial da B.H.A.C. Para a comparação dos valores, a estação amostral 1 foi definida como local de referência, uma vez que não existe um ponto estabelecido como "branco" na bacia hidrográfica do arroio Candiota. Esta estação foi escolhida com a aprovação do IBAMA, pois está situada a montante da atividade em foco, que é a geração de eletricidade a partir da combustão do carvão mineral.

Para avaliar a contaminação e poluição, foram utilizados dados de concentração total de metais na camada superficial do primeiro centímetro do fundo sedimentar (sedimentos fluviais ativos) com ênfase na análise das diferenças nos resultados obtidos por diversos métodos de avaliação.

3.3.1 Resultado Histórico do Monitoramento

A composição dos sedimentos nos pontos de monitoramento da área de influência da UTE Candiota III mostraram capacidade significativa de acumular compostos que se depositem nele, através da granulometria realizada durante o período desta análise crítica. O espaço amostral utilizado para este monitoramento dos sedimentos foi o mesmo para o Programa da Qualidade da água, apresentado anteriormente. A maior parcela da composição dos sedimentos de fundo dos locais amostrados, se deu por areia, com alguns ambientes exibindo a presença de silte e outros de argila, dependendo das características de cada ambiente monitorado. Esse padrão de composição granulométrica se manteve entre o período correspondente 2011 e 2024.

Todos os parâmetros monitorados durante o período entre a primavera de 2011 e o inverno de 2024, indicaram variação das concentrações destes elementos entre as campanhas, independentemente da estação do ano, sem apresentar um padrão cumulativo ou dispersivo sobre estes metais avaliados. Todos estes ambientes monitorados são lóticos e que acumulam sedimentos nos trechos que há redução da vazão e locais sinuosos dos arroios. Nos locais que apresentam o fluxo longitudinal constante não há acúmulos, sendo o substrato formado por cascalhos e rochas, sem a deposição de sedimento.

Dentre os parâmetros investigados o alumínio total apresentou alta variabilidade nas amostras coletadas para o período desta análise crítica, com resultados chegando a concentrações significativas de 5.980,94 Mg/Kg. Entre as campanhas realizadas no período, notou-se um aumento nas concentrações de todos os ambientes que permaneceu até atualmente, sem indicativo de interferência sazonal nesta deposição em ambiente lótico. As maiores concentrações de alumínio total identificados na área foram referentes ao P2.

Para o arsênio total durante o período de avaliação de 2011 a 2024 houve a redução de forma geral, das concentrações de arsênio no sedimento, sendo que entre 2011 e 2015 o limite de quantificação era elevado (<8,0 mg/kg) e nas campanhas seguinte foi alterado mais ordens mais refinadas. O local que apresentou os resultados mais significativos para o arsênio durante o período foi o P6.

O Cádmiio total teve suas maiores contribuições na área de influência da UTE Candiota III, de forma geral para todos os pontos monitorados durante as campanhas

de primavera de 2021 até o inverno de 2022, fora esses registros, houveram alguns pontuais, estando na maioria das amostras do período abaixo dos limites de quantificação dos laboratórios envolvidos nas análises, indicando baixa contribuição nos ambientes.

A análise do chumbo ao longo período, demonstrou que houveram registros de concentrações decrescentes para as campanhas realizadas desde 2011 até 2024, sem uma prospecção de ambiente mais propício, não existindo correlação com algum ponto do monitoramento na área de influência da UTE Candiota III em específico. A exemplo deste último, o elemento cobre também apresentou um padrão de dispersão das concentrações em sedimento entre a campanhas realizadas desde 2011 até 2024, com indicativo de que o P5, foi o ambiente que recebeu maior contribuição deste metal.

De certa forma, conseguiu mapear a contaminação e seus riscos, a identificação das fontes de poluição e a implementação de soluções práticas permanecem em aberto, necessitando de esforços adicionais e uma abordagem integrada, as relações de causalidade não são relações facilmente identificadas, devido a tudo o que foi mostrado e discutido neste relato.

Medidas mitigadoras, como o monitoramento regular da qualidade da água, das descargas industriais e a implementação de programas de recuperação de áreas contaminadas, são fundamentais para reduzir os riscos associados. Além disso, a conscientização da população sobre os perigos da contaminação por metais para promover práticas sustentáveis e proteger a saúde pública. Assim, a pesquisa não apenas informa a política ambiental, mas também capacita as comunidades a agirem em defesa de seu ambiente e saúde.

Ao determinar o estudo destes onze (11) metais foi com vistas ao uso do carvão na termelétrica, porém durante o desenvolvimento do estudo, constata-se que a onipresença e a multiplicidade de usos que liberam metais ao sistema tornam o estudo muito complexo, é um esforço para dar origem aos metais frente aos usos da bacia. Muito embora se constate por exemplos fontes difusas como a agricultura, pecuária, florestamento, associando usos de movimentação de solos, adubos e defensivos estejam distribuída por toda a área.

3.3.2 Proposta de Revisão de Escopo

Após avaliar os resultados obtidos nos ciclos de monitoramentos dos sedimentos da área de influência da UTE Candiota III, ressalta-se a necessidade de manter este acompanhamento periódico destes parâmetros nos ambientes já monitorados, principalmente pela elevação de alguns elementos nas últimas campanhas realizadas. Pela matriz analítica se tratar de sedimento do fundo dos arroios, um recurso ecológico que gera registro histórico de contribuições em mananciais superficiais até sua deposição final, e pelos resultados que até o momento não geraram indicativo de influência sazonal nos padrões revelados para o período correspondente a primavera de 2011 até o inverno de 2024, sugere-se a alteração da periodicidade deste monitoramento que atualmente é trimestral, para que passe a ser semestral (Verão e Inverno).

A fim de manter a correlação da matriz sedimento com a matriz água bruta, conforme sugerido para o monitoramento da qualidade da água, de realizar análise objetiva das contribuições diretas da Usina Termoeletrica Candiota III, sugere-se a retiradas dos pontos, a jusante do empreendimento. Esta alteração se daria em função dos pontos não serem representativos para a atividade da UTE, sendo retirados o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candiotinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto; o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candiotinha, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto; e o P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor.

Por fim, salientamos que para essa seção de águas superficiais, subterrâneas e sedimentos, apresentada acima, não houveram diagnósticos conclusivos acerca dos resultados obtidos, em função da complexidade das contribuições identificadas e as indicações de toxicidade pontuais em determinados pontos amostrais sem a influência direta do empreendimento. As variáveis do escopo amostral, na maioria das vezes

não indicaram quais compostos químicos presentes nas amostras influenciaram para registrar tal efeito tóxico, principalmente para os organismos mais sensíveis.

3.4 BIOINDICADORES AMBIENTAIS AQUÁTICOS

3.4.1 Fitoplâncton

Na coleta de Fitoplâncton, para as análises quantitativas de superfície, as amostras foram tomadas submergindo o frasco de coleta a aproximadamente 15 cm da superfície da água. Para as análises qualitativas, utilizou-se um recipiente de 20 L, submerso a aproximadamente 15 cm da superfície da água, sendo seu volume filtrado em rede de plâncton com porosidade de 30 µm.

As amostras foram acondicionadas em recipiente de polietileno de 250 mL e conservadas em formol a 4%. A quantificação da comunidade fitoplanctônica foi realizada pelo método de UTERMÖHL, utilizando câmaras de sedimentação sob microscópio invertido, a partir de amostras de água coletadas na sub-superfície da coluna d'água com auxílio de frascos de polietileno.

Para a determinação das espécies dominantes e abundantes devem ser utilizados os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON, os quais consideram abundantes aquelas cuja ocorrência numérica supera a média de ocorrência dos indivíduos por espécie e dominantes as que apresentam uma ocorrência superior a 50% do total de indivíduos contados na amostra. Também foi estimada a riqueza de espécies, o índice de diversidade de Shannon-Wiener e a equitabilidade de Pielou (J).

3.4.1.1 Resultado Histórico do Monitoramento

Os resultados analisados são referentes ao período de primavera de 2016 a inverno de 2024 e demonstraram que a área monitorada, na UTE Candiota III possui riqueza significativa de espécies, com variações em função das estações do ano e das contribuições em cada ponto avaliado. Para esse período foram identificadas variações de espécies das famílias Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Zignemaphyceae e Cryptophyceae, sendo que estes grupos foram ocorrentes em todos os ciclos de monitoramentos realizados até o momento. Dentre as espécies identificadas durante o período de

monitoramento destacam-se a Cyanobactérias que apresentam potencial tóxico para o ambiente, sendo que em descontrole populacional pode acarretar em prejuízos para o meio aquático.

As algas azuis (Cyanobactérias) ocorrem de maneira mais expressiva em ambientes com quantidades significativas de nutrientes dissolvidos, sendo microrganismos que possuem variabilidade adaptativa (PANOSSO et al., 2007), conseguindo se desenvolver em ambientes aquáticos que sofrera alterações antropológicas e naturais (SMITH e SCHINDLER, 2009), e tornam-se ótimas competidoras, reduzindo a existência de outras espécies do fitoplâncton e de outros seres que vivem no mesmo habitat (FERRÃO-FILHO et al., 2002). Esses organismos possuem características tanto morfológicas como fisiológicas para suportar as variações ambientais, aumentar seu crescimento, reprodução e sobrevivência (MOLICA e AZEVEDO, 2009). Em alguns ecossistemas aquáticos esses organismos foram motivos de preocupação, pois seu crescimento acelerado provocou a perda da qualidade da água e também afetou negativamente a biota local (BARBOSA et al. 2012). O grupo de maneira geral, apresenta rápido desenvolvimento através do aumento de nutrientes no corpo hídrico, principalmente, de fósforo e nitrogênio em um processo conhecido como eutrofização, que na maioria das vezes pode desencadear florações produtoras de toxinas (SANCHES et al., 2012). Essas florações são consideradas um grave problema ambiental e para saúde pública (AGUILERA et al. 2018).

As Chlorophyceae e Bacillariophyceae também apresentaram riqueza de espécies consideráveis durante o período de monitoramento, sendo famílias de espécies mais tolerantes a ambientes eutrofizados, onde juntamente com a Cyanophyceae auxiliam na degradação dos nutrientes, servindo de alimento para o zooplâncton e consumidores superiores.

Também foram identificadas espécies indicadoras de ambientes limpos, sendo estas mais sensíveis a alterações, reduzindo assim o quantitativo quando em ambientes impactados. De maneira geral, a comunidade fitoplanctônica da área de monitoramento da UTE Candiota III apresentou equilíbrio, com riqueza de espécies expressiva durante o período, sendo necessário manter esse monitoramento tanto qualitativamente quanto quantitativamente, principalmente para as Cyanophyceae, pelo seu potencial tóxico, sendo que a Resolução CONAMA 357/2005 restringe para



Classe II o quantitativo de 50.000 céls/mL por amostra, indicando risco ambiental acima desta prescrição.

3.4.1.2 Proposta de Revisão de Escopo

A comunidade fitoplanctônica está susceptível as diferentes estações do ano, fato constatado tanto na literatura disponível, quanto nos resultados obtidos nos monitoramentos realizados desde a primavera de 2016 até o inverno de 2024 nos arroios presentes na área de influência da UTE Candiota III. O desenvolvimento da comunidade está diretamente relacionado a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, principalmente fósforo e nitrogênio, além de disponibilidade de luz. Em ambientes eutrofizados existe a resposta imediata destes organismos fitoplanctônicos com indicativos visuais na lâmina d'água. Até o momento não foram identificados *blooms* de florações de algas nos ambientes lóticos monitorados, mas sim uma gama de espécies, que tornam os ambientes rico e com presença de espécies com potencial risco ambiental, como cianobactérias que produzem toxinas. Essa proliferação se dão quando há maior fotoperíodo, calor e disponibilidade de nutrientes e diante deste levantamento, para o programa de monitoramento da comunidade fitoplanctônica sugere-se a alteração da periodicidade que atualmente é trimestral para semestral, monitorando as estações do ano com maior probabilidade de desenvolvimento, verão e na estação do inverno, onde a comunidade apresenta redução de espécies e de densidade, em função da dispersão dos nutrientes e períodos luminosos menos frequentes.

Ademais, a fim de manter a correlação com o monitoramento da qualidade da água, sugere-se realizar análise objetiva das contribuições diretas da UTE para a comunidade fitoplanctônica, através da retirada dos pontos, a jusante do empreendimento. Esta alteração se daria em função destes não serem representativos para a atividade da UTE, sendo retirados o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto; o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteinha, cuja matriz predominante é a



agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto; e o P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor.

3.4.2 Zooplâncton

Para caracterizar a comunidade zooplanctônica existente na área de influência da Usina Termelétrica de Candiota, quanto à composição, distribuição espaço-temporal, abundância e dominância das espécies e correlacionar a qualidade das águas da bacia hidrográfica do arroio Candiota com a composição e estrutura da comunidade zooplanctônica, foi aplicada a seguinte metodologia.

As estações amostrais para este compartimento seguiram àquelas anteriormente apresentadas para o monitoramento da qualidade das águas superficiais. As coletas foram realizadas trimestralmente, entre a primavera de 2016 e o inverno de 2024. Para tanto, cerca de 300 litros de água foram retirados com o auxílio de uma bomba de sucção e filtrados em uma rede de plâncton de 57 µm de abertura de malha para a concentração de material biológico. As amostras obtidas, com volume final de 250 mL, foram fixadas imediatamente com formaldeído na concentração de 4% do volume do frasco e neutralizada com bórax a 1%.

As análises qualitativas foram realizadas com exame ao microscópio óptico, binocular, com aumento de até 400 vezes. As análises quantitativas foram realizadas através de contagens numéricas ao microscópio estereoscópico. Para as contagens de indivíduos pertencentes aos grupos de Cladocera e Copepoda (copepoditos e adultos), foi utilizada câmara de contagem de Bogorov. Para as contagens de Rotifera e náuplios de Copepoda foi utilizada uma câmara de Sedgewick- Rafter em microscópio óptico. Os valores obtidos para densidade absoluta de organismos estão expressos em número de indivíduos por metro cúbico de água (Nº. ind.m).

Na identificação taxonômica das espécies zooplanctônicas utilizou-se as chaves de identificação, diagnoses e descrições dos seguintes autores: Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), Montu & Goeden (1986) e Elmoo-Loureiro (1997).¹

Para a análise dos dados utilizou-se a constância de ocorrência das espécies nas amostras, proposto por DAJOZ (1973), que considera entre 0 a 25% - espécies ocasionais; >25 a 50% - acessórias e >50% - constantes.



A diversidade biológica foi calculada utilizando-se o índice de Shannon-Winner, através da fórmula apresentada abaixo:

$$H = - \sum_{i=1}^s (n_i / N) \times \ln (n_i / N)$$

Onde:

S = número de espécies;

n_i = número de indivíduos em cada espécie;

N = número total de indivíduos.

A riqueza considerada é o número de espécies e a equitatividade ou uniformidade, se refere à distribuição dos organismos nos táxons. A equitatividade foi calculada através da equação:

$$E = H' / H_{max}$$

Onde:

H' = é a diversidade de espécies obtida pelo índice de SHANNON-WINNER, e H_{máx} é a diversidade de espécies sob condições de máxima equitatividade, obtida do logaritmo do número de espécies da amostra.

Para o tratamento dos dados, foi utilizada uma análise multivariada de agrupamento (*Cluster analysis*) com o emprego do pacote estatístico *Past*.

3.4.2.1 Resultado Histórico do Monitoramento

Para a área de monitoramento da UTE Candiota III foram identificada riqueza de espécies significativa para os ciclos sazonais realizados até o momento, que mostraram como constantes os grupos zooplancônicos pertencentes aos Copepodas, Cladoceras e Rotífera, este último com ocorrências da Subclasse Bdelloidea. Entre os ciclos sazonais realizados foi possível identificar variação de espécies, influenciados pelas contribuições recebidas na área de monitoramento.

Com riqueza de espécies mais significativa durante o período supracitados, salienta-se que os Rotífera, têm sido amplamente utilizados como indicadores de poluição e das condições ambientais, considerando desde as alterações na estrutura das suas comunidades e populações. Algumas espécies são capazes de suportar condições ambientais extremas e abrangem formas desde livre-natantes, bentônicas, sésseis até parasitas. Os bdeloídeos tiveram a maior representatividade de espécies



durante o período supracitado, são conhecidos popularmente por sanguessugas, é uma subclasse de rotíferos que vivem em água doce e se distribuem por todos os ambientes em todo o mundo e se destacam em meio ao zooplâncton pela reprodução partenogénica e anidrobiose, que é a capacidade de sobreviverem em ambientes secos e severos, entrando em um estado de dormência induzida por dessecação.

Os Copepodas e Cladoceras apresentaram composição semelhante de gêneros zooplanctônicos, variando as espécies identificadas ao longo dos ciclos sazonais de monitoramento, que demonstrou um padrão de composição de espécies semelhante ao da comunidade primária, estando os resultados intimamente correlacionados, sendo parte fundamental na dinâmica ambiental da ciclagem de nutrientes no ambiente aquático.

Apesar da composição dos rotíferos na área monitorada, foi possível identificar que não há descontrole populacional desta comunidade a ponto de prejudicar o ambiente, auxiliando sim na depuração das contribuições advindas, pela continuidade do rio, lançamentos de efluentes e carreamento das áreas de drenagem em momentos de precipitação significativa. Deve-se manter a análise desta comunidade, correlacionando-a diretamente com a comunidade primária (fitoplâncton), a fim de buscar padrões de distribuição espacial e temporal para a área de monitoramento da UHE Candiota III.

As mudanças físicas e químicas nos ecossistemas aquáticos atingem diretamente a comunidade zooplanctônica, principalmente devido às atividades antrópicas. Os fatores que afetam e/ou alteram a comunidade são regidos pela dinâmica dos ecossistemas aquáticos, já que são organismos capazes de influenciar processos ecológicos fundamentais (WETZEL, 1983). O zooplâncton é considerado o elo entre os produtores primários (fitoplâncton) e os consumidores maiores da cadeia alimentar e graças a seu elevado metabolismo, possui um papel central na dinâmica de um ecossistema aquático (ARMENGOL, 1980; LAZZARO, 1987; RAMOS, 2002; RUSSO; HAHN, 2006).

3.4.2.2 Proposta de Revisão de Escopo

Conforme dito, a comunidade zooplanctônica está intimamente correlacionada a disponibilidade da comunidade fitoplanctônica, sendo este o elo de ligação entre as cadeias tróficas superiores. A exemplo do fitoplâncton, além das interferências



externas que aportam nos arroios monitorados, a sazonalidade também influencia no desenvolvimento. Para este monitoramento também se sugere a alteração da periodicidade de trimestral para semestral, em consonância com a comunidade primária citada no item anterior, a fim de poder correlacionar essas comunidades, sendo o zooplâncton o elo de ligação da cadeia trófica aquática, entre os produtores primários e níveis superiores.

Também, a fim de manter a correlação com o monitoramento da qualidade da água, sugere-se realizar análise objetiva das contribuições diretas da Usina Termoelétrica Candiota III para a comunidade zooplanctônica, através da retirada dos pontos, a jusante do empreendimento. Esta alteração se daria em função destes não serem representativos para a atividade da UTE, sendo retirados o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto; o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteinha, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto; e o P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor.

3.4.3 Perifíton

Para a coleta do Perifíton foram coletados, em cada estação amostral, cinco seixos, dos quais foram raspados 25 cm de material de cada seixo, formando uma amostra composta de 125 cm. O material foi coletado de seixos submersos e orientados para a velocidade da corrente. A remoção do Perifíton se deu com o auxílio de uma escova de cerdas flexíveis, sendo o mesmo acondicionado em frascos com água destilada e fixado com formalina.

A quantificação das algas epilíticas foi realizada pelo método de Utermöhl, utilizando câmaras de sedimentação sob microscópio invertido. Foram utilizadas câmaras de sedimentação de 2 ml e o material foi deixado sedimentar por no mínimo 24 horas. Cada célula, filamento ou cenóbio foi considerado um indivíduo. Estimou-se



o número de indivíduos por cm utilizando a fórmula de Wetzel & Likens modificada por Schwarzbald (1992), conforme segue:

$$N = [(n * V)/v] * (1/S)$$

onde:

N = número de indivíduos por cm²

n = número total de indivíduos contados

V = volume da amostra com material raspado

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm²

Também foi estimada a riqueza de espécies, o índice de diversidade de Shannon- Wiener e a equidade de Pielou (J). A determinação das espécies dominantes e abundantes seguiu o critério de Lobo & Leighton, sendo consideradas espécies abundantes aquelas cujas densidades superam a densidade média de cada amostra e, dominantes, as que apresentam densidades maiores do que 50% da densidade total da amostra.

3.4.3.1 Resultado Histórico do Monitoramento

Os resultados obtidos para o período correspondente de primavera de 2016 até o inverno de 2024 para a comunidade de Perifiton, estiveram em consonância com as algas ocorrentes nas águas da área de monitoramento da UTE Candiota III. Neste intervalo de tempo foram identificadas espécies pertencentes as famílias Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanopytceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Zignemaphyceae e Cryptophyceae, sendo que estes grupos foram ocorrentes em todos os ciclos de monitoramentos realizados até o momento. A exemplo do fitoplâncton, na interface lâmina d'água e ar (perifíton), para as espécies identificadas durante o período de monitoramento destacam-se a Cyanobactérias que apresentam potencial tóxico para o ambiente, sendo que em descontrole populacional pode acarretar em prejuízos para o meio aquático. Até o momento não foram registrados potenciais efeitos de descontrole desta população.

Temporalmente, foram identificadas variações na composição das espécies das famílias citadas, sendo que também são influenciados por contribuições advindas para a área e sazonalidade. O padrão de ocorrência na área seguiu o resultado obtido para o monitoramento da comunidade fitoplanctônica, com a distinção de algumas

espécies, que se desenvolvem com mais prosperidade em nichos diferentes deste substrato rochoso.

3.4.3.2 Proposta de Revisão de Escopo

A comunidade do perifíton está susceptível as diferentes estações do ano, fato constatado tanto na literatura disponível, quanto nos resultados obtidos nos monitoramentos realizados desde a primavera de 2016 até o inverno de 2024 nos arroios presentes na área de influência da UTE Candiota III. O desenvolvimento da comunidade está diretamente relacionado a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, principalmente fósforo e nitrogênio, além de disponibilidade de luz. Em ambientes eutrofizados existe a resposta imediata destes organismos fitoplanctônicos com indicativos visuais na lâmina d'água. Até o momento não foram identificados descontroles desta comunidade nos ambientes lóticos monitorados, mas sim uma gama rica de espécies. Possíveis problemas se dão quando há maior fotoperíodo, calor e disponibilidade de nutrientes e diante deste levantamento realizado, para o programa de monitoramento da comunidade Perifíton, sugere-se a alteração da periodicidade que atualmente é trimestral para semestral, monitorando as estações do ano com maior probabilidade de desenvolvimento, verão, no ápice do seu desenvolvimento e na estação do inverno, onde a comunidade apresenta redução de espécies e de densidade, em função da dispersão dos nutrientes pelas chuvas e períodos luminosos menos frequentes.

Para esta comunidade também há relevância manter a correlação com o monitoramento da qualidade da água, então sugere-se realizar análise objetiva das contribuições diretas da Usina Termoelétrica Candiota III para a comunidade zooplanctônica, através da retirada dos pontos, a jusante do empreendimento. Esta alteração se daria em função destes não serem representativos para a atividade da UTE, sendo retirados o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto; o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteinha, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo



da soja e do eucalipto; e o P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor.

3.4.4 Macroinvertebrados bentônicos

O monitoramento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos vem sendo realizado concomitante aos demais bioindicadores ambientais aquáticos” (fitoplâncton, perifiton, zooplâncton e ictiofauna) e dos indicadores ambientais, da água superficial e sedimentos. O plano de amostragem descrito no relatório inicial vem sendo seguido pela equipe de campo. Sempre considerando as características geomorfológicas de cada local, tais como, profundidade, tipo de substrato, velocidade de corrente, diferentes mesohabitats, além do cuidado com a segurança durante o procedimento de coleta.

Coletas de amostras ambientais dificilmente são realizadas exatamente nos locais da campanha anterior, buscou-se amostrar as cercanias, por isto constituem-se em estações amostrais. No presente estudo as estações monitoradas são designados como ponto macroinvertebrados PM1, PM2, PM3, PM4, PM5, PM6, PM7 e PM8, sendo os mesmos locais apresentados para o monitoramento da qualidade das águas superficiais.

Os procedimentos adotados em campo e em laboratório estão de acordo com os sugeridos pelo “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos”. Procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos. Resolução Nº 724/2011. “Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA” (Brandão et al. 2011).

A metodologia de coleta utilizada em riachos é diferente daquela de rios em regiões de foz ou potamal, uma vez que as condições hidrológicas são completamente diversas. O sedimento da calha principal também será diferente, assim como a fauna associada. Assim, o tipo de coletor irá variar de acordo com o ambiente estudado. Silveira, M. P.; Queiroz, J. F.; Boeira, R. C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Comunicado Técnico 19,



ISSN 1516-8638. Jaguariúna, SP. Outubro, 2004. Disponível em: Acesso em: 03 de 2017.

As amostragens foram realizadas nas áreas de corredeira e de remanso, com base na observação dos autores Brown & Brussock (1991) de que a geometria do canal de um rio preservado é meândrica, ou seja, são formados pela sucessão contínua entre áreas de remoção (fluxo rápido) e deposição (fluxo lento). Constataram que estas áreas poderiam ser identificadas como habitats distintos abrigando espécies com adaptações e características fisiológicas específicas.

Para a retirada das amostras nos distintos mesohabitats foi adotado o uso de três amostradores. Nas áreas de corredeira foi utilizado o amostrador do tipo Surber (malha de 250 μ m, abertura 30X30 cm e área amostrada de 900 cm), com exceção das estações PM5 e PM7, devido às características do substrato. Nas áreas de remanso (áreas de deposição), locais em que se observa o predomínio de substratos mais finos, como areia e silte, foi utilizada a Draga de Petersen (modificada) com área de 0,0345m². Ambos amostradores em triplicata. As amostras obtidas com auxílio de rede manual em formato “D” (malha de 250 μ m), em duplicata.

Totalizando 44 amostras por campanha amostral, perfazendo 176 amostras no ano. Em se tratando de um biomonitoramento este número de réplicas adotado, atende aos requisitos estatísticos e é um número ainda exequível, principalmente em razão do tempo gasto no processamento das amostras.

No laboratório, as amostras anteriormente fixadas em campo, com formalina 10% neutralizada (com bicarbonato de sódio) foram lavadas em peneira de malha de 0,250 mm, conservadas em etanol 70°GL e triadas integralmente sob estereomicroscópio (Zeiss Stemi DV4), permitindo a observação 3D de alta qualidade de objetos que normalmente são visíveis a olho nu. A malha utilizada retém diversos estádios larvais, tais como de organismos pequenos como as larvas de Orthoclaadiinae, nestes casos, com o intuito de facilitar a triagem de algumas amostras, foi utilizado um corante (Rosa de Bengala). Como a cor muitas vezes atrapalha na identificação, antes de serem colocados nas lâminas os espécimes são descorados, com banhos rápidos em álcool acidulado ou álcool 95% GL.

A grande maioria dos organismos foi identificada sob estereomicroscópio, com base na visualização de caracteres morfológicos externos. Quando as características morfológicas demandaram uma observação mais minuciosa e/ou quando houve

dificuldade em observar organismos de menor tamanho, foram confeccionadas lâminas semipermanentes para observação sob microscópio (Zeiss Primo Star).

Para a análise das peças bucais das larvas Chironomidae foram montadas lâminas, nas quais foram depositadas, separadamente, as capsulas cefálicas e o resto do corpo, imersas em meio de Hoyer, conforme TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO (1995). As lâminas com os espécimes de Oligochaeta foram confeccionadas após uma diafanização com lactofenol, de acordo com BRINCKHURST & MARCHESE (1989). Devido a facilidade de fragmentação dos oligoquetas a contagem e identificação destes organismos é realizada a partir da observação das partes, sob microscópio. Foram contados apenas os espécimes que mantinham a região anterior.

Quando houve necessidade, na identificação de alguns organismos, utilizou-se bibliografia especializada como Pennak (1989), McCafferty (1981), Merrit & Cummins (1984), Buckup & Bond-Buckup (1999), Mugnai *et al.* (2010), Brinkhurst & Marchese (1989), Epler (1992), Froehlich (2007), Trivinho-Strixino & Strixino (1995) e Trivinho-Strixino (2023).

Os dados obtidos foram reunidos em tabelas e gráficos, sendo os resultados expressos em números absolutos. Abundância total (N), entendida como o somatório de todas subamostras. Abundância relativa (%) $AR = (N^{\circ} \text{ de indivíduos da espécie} / n^{\circ} \text{ total de indivíduos}) \times 100$ e valores médios das respectivas réplicas.

Para as análises foram utilizadas métricas de riqueza, medidas da composição e de tolerância: adotou-se a nomenclatura apresentada por Mc Cullough & Jacson (1985) apud Brandimarte (1991) na qual os grupos com abundância entre 50 -100% são considerados dominantes; entre 30-49% abundantes; entre 10-29% comuns; entre 1 e 9% ocasionais e <1% raros. A Riqueza de táxons (S), número de táxons em uma determinada amostra e riqueza EPT (REPT), diversidade Shannon-Wiener (H'), equabilidade de Pielou (J'), índice EPT (%), EPT/Chironomidae, riqueza de taxa sensíveis (Ssens) (consideradas sensíveis as famílias de Ephemeroptera (exceto o gênero *Campsurus* sp da família Polymitarciidae), Plecoptera, Trichoptera e os gêneros de Chironomidae-Tanytarsini, Stempellina, Stempellinella e Constempellina, conforme, de acordo com CETESB (2012). E o índice biótico *BMWP*.

3.4.4.1 Resultado Histórico do Monitoramento

Para as campanhas realizadas trimestralmente desde o inverno de 2014 até o inverno de 2024, pode-se verificar que na área de monitoramento existiu riqueza de



espécies significativa, com diversos grupos funcionais tróficos, que auxiliam na depuração do material orgânico aportado nestes rios. Esta degradação biológica da matéria orgânica ocorre em estágios distintos com participação de fragmentadores, raspadores e detritívoros, além dos filtradores que consomem os nutrientes já dissolvidos na coluna d'água e ou sedimentos de fundo.

As espécies foram identificadas até família, sendo que estas se enquadraram em diversas ponderações do índice ambiental *BMWP*, com composição variada desde espécies sensíveis a alteração ambiental, até as mais tolerantes e conseqüentemente indicadora de qualidade da água comprometida. Foram identificadas espécies de cnidários, artrópodes, moluscos, platelmintos, nematóides e anelida. Dentre os artrópodes identificados, a Classe insecta foi a mais rica com diversas espécies indicadoras de ambientes limpos e pouco impactados e algumas já indicadoras de ambientes alterados, como o caso dos dípteros.

Dentre os dípteros o gênero Chironomidae se destaca por ser altamente tolerante a ambientes eutrofizados, são capazes de habitar uma variedade de ambientes aquáticos, desde rios e lagos até estações de tratamento de esgoto, e a sua presença e distribuição podem indicar a condição ambiental. Os Chironomidae são uma família com grande diversidade de espécies, que se adaptam a diferentes condições ambientais, como níveis de oxigênio dissolvido e poluição orgânica. Na área de monitoramento da UTE Candiota III, a família Chironomidae teve representantes identificados em todos os pontos amostrais, sem a presença de um padrão de distribuição entre os pontos, mas quantitativamente superior no verão em relação as demais estações do ano.

A relação EPT, refere-se a presença de espécies de insetos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, os quais indicam um ambiente saudável quando ocorrem em densidade representativa, sendo utilizadas didaticamente para avaliar a qualidade da água devido à sua sensibilidade às mudanças nas condições ambientais, com respostas imediatas em relação ao número das populações. Dentre estas ordens, foram identificadas espécies de dezenove (19) famílias que se desenvolvem em número quando em condições favoráveis, ou seja, em condições nutricionais naturais. Estes organismos atuam na fragmentação da matéria orgânica grossa que é aportada nos riachos, em detritos menores e assimiláveis por outros níveis tróficos.

Dentre os grupos identificados na área de monitoramento da UTE Candiota III, se destacou a presença da Ordem Decapoda, principalmente da família Aeglidae, que possuem muitas espécies listadas no Livro Vermelho, merecendo atenção. As Aeglas têm preferência por ambientes lóticos, caracterizados por cursos d'água com acentuado hidrodinamismo e oxigenação, existindo também espécies adaptadas aos ambientes lênticos (Bond-Buckup et al., 2008). A maioria das espécies ocorre, em ambiente epígeo, embora algumas sejam encontradas exclusivamente no interior de cavernas. Os eglídeos constituem um importante componente da comunidade de macroinvertebrados nos sistemas límnicos (Chalar, 1994). Apresentam hábito alimentar onívoro, consumindo detritos vegetais, algas, formas aquáticas imaturas ou adultas de alguns grupos de insetos hemimetábolos e holometábolos (Ephemeroptera, Trichoptera, Coleóptera e Díptera) ou mesmo de outros crustáceos de pequeno porte (Ostracoda, Cladocera e Amphipoda) e moluscos (Magni & Py-Daniel, 1989; Lara & Moreno, 1995; Bueno & Bond-Buckup, 2004; Bücken et al., 2008; Santos et al., 2008). Os eglídeos também desempenham importante papel na reciclagem de nutrientes, participando do processo de fragmentação da biomassa de folhas que caem nos corpos d'água (Cogo & Santos, 2013). Por outro lado, também fazem parte da dieta de vários vertebrados como peixes (Burns, 1972), lontras (Pardini, 1998; Cassini et al., 2009) e jacarés (Melo, 1990). Esta Família ocorreu nas áreas amostrais dos Pontos 1, 2 e 3, sendo que houve registro do gênero para o P1 na maioria das campanhas realizadas durante o período supracitado.

Nos dados obtidos até o momento não foi citada a presença do mexilhão dourado (Mytilidae – *Limnoperna fortunei*) nos pontos monitorados, embora há descrição pontual da ocorrência de espécie da família Mytilidae, no Ponto 7 durante a campanha de outono de 2021.

Especialmente, ao longo deste período foi identificada uma baixa diversidade de espécies e indivíduos mais tolerantes a alterações ambientais nos Pontos 5, 6, 7 e 8, sendo que para o P6 essa condição foi mais rotineira, variando apenas em muito poluída para fortemente poluída. Os Pontos de 1 ao 4, apresentaram variação de duvidosa a ótima por este período, onde foram registradas as maiores riqueza de espécies e o resultado mais elevados para o *BMWP*.

3.4.4.2 Proposta de Revisão de Escopo

Com vista da riqueza identificada entre 2014 e 2024 e a pouca diferença de composição sazonal registrada durante o período, sugere-se a alteração da periodicidade que atualmente é trimestral para semestral, a fim de avaliar a distribuição desta comunidade na área de monitoramento, em busca da conservação ambiental de espécies mais sensíveis a alteração da qualidade das águas e sedimentos de fundo dos riachos. Deve-se aplicar a mesma metodologia utilizada até então, nos mesmos pontos amostras já delimitadas.

Com a continuação deste monitoramento com periodicidade semestral, torna-se viável a aplicação da metodologia de busca ativa nas áreas monitoradas, além dos métodos já empregados, vasculhando os ambientes de forma a inspecionar materiais que ficam com faces submersas no reservatório (embarcações, troncos, tijolos, pedras, trapiches), visando o registro de espécies de interesse ecológico como *Limnoperma fortuneii* (Mexilião Dourado), que se adere a substrato em até dois (02) metros de profundidade a partir da lâmina d'água.

Ademais, a fim de manter a correlação com o monitoramento da qualidade da água, sugere-se realizar análise objetiva das contribuições diretas da Usina Termoelétrica Candiota III para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, através da retirada dos pontos, a jusante do empreendimento. Esta alteração se daria em função destes não serem representativos para a atividade da UTE, sendo retirados o ponto amostral P3, estação à montante do deságue no Arroio Candiota, localizada no arroio Candioteinha, com área de drenagem ocupada intensamente por plantio de eucaliptos e com a presença da planta de produção de cimentos, visou avaliar as contribuições advindas das atividades industriais (cimenteiras) no corpo receptor, além das interferências promovidas para o ambiente do cultivo de eucalipto; o P5, ponto localizado no arroio Candiota, à jusante do deságue do Arroio Candioteinha, cuja matriz predominante é a agrícola, com o cultivo da soja e do eucalipto; e o P6, ponto localizado no Arroio Poacá, após a confluência da sanga que traz as contribuições da Carvoeira, sendo que neste local visou a avaliação das atividades de mineração de carvão no corpo receptor.

3.5 MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA

Para a avaliação dos dados históricos do monitoramento da ictiofauna, foram utilizadas informações correlatas a campanhas amostrais trimestrais realizadas a partir de 2004 até 2024, sendo que diferentes períodos foram considerados para análises de diferentes programas, conforme apresentado mais adiante. Em cada campanha, oito (08) estações amostrais foram monitoradas, e suas localizações estão apresentadas a seguir.

Tabela 6 - Estações de monitoramento do ambiente aquático, coordenada geográfica e identificação dos pontos de amostragem para a área de influência da Usina Termelétrica Candiota III.

Pontos	arroio	Coordenadas Geográficas UTM 22J		Identificação do Local
		Latitude	Longitude	
P1	Candiota	6518528,00	243952,00	Estação à montante da BR 293
P2	Candiota	6506688,00	246690,00	Estação à jusante da Barragem I
P3	Candiotinha	6500592,00	250676,00	Estação à montante do deságue no Arroio Candiota
P4	Candiota	6503415,00	246365,00	Estação à montante do deságue do esgoto da usina Arroio Candiotinha
P5	Candiota	6495108,00	240637,00	Estação à jusante do deságue do Arroio Candiotinha
P6	Poacá	6501568,00	239615,00	Estação após contribuição da Sanga da Carvoeira
P7	Candiota	6474399,00	229614,00	Estação após a foz do Arroio Poacá e à jusante de todas as fontes consideradas potencialmente geradoras de impactos ambientais
P8	sem nome	6505818,92	244627,54	Estação de lançamento do efluente tratado da termelétrica

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Para o levantamento dos dados a campo, foram instaladas baterias de redes de espera com malhas variando entre 1,5 – 2,5 e 3,5 mm entre nós. Cada rede com dez (10) metros de comprimento, conferindo à bateria de redes o total de trinta (30) metros. As redes foram expostas ao entardecer e retiradas no alvorecer do dia seguinte, totalizando entre 12 e 18 horas de exposição.

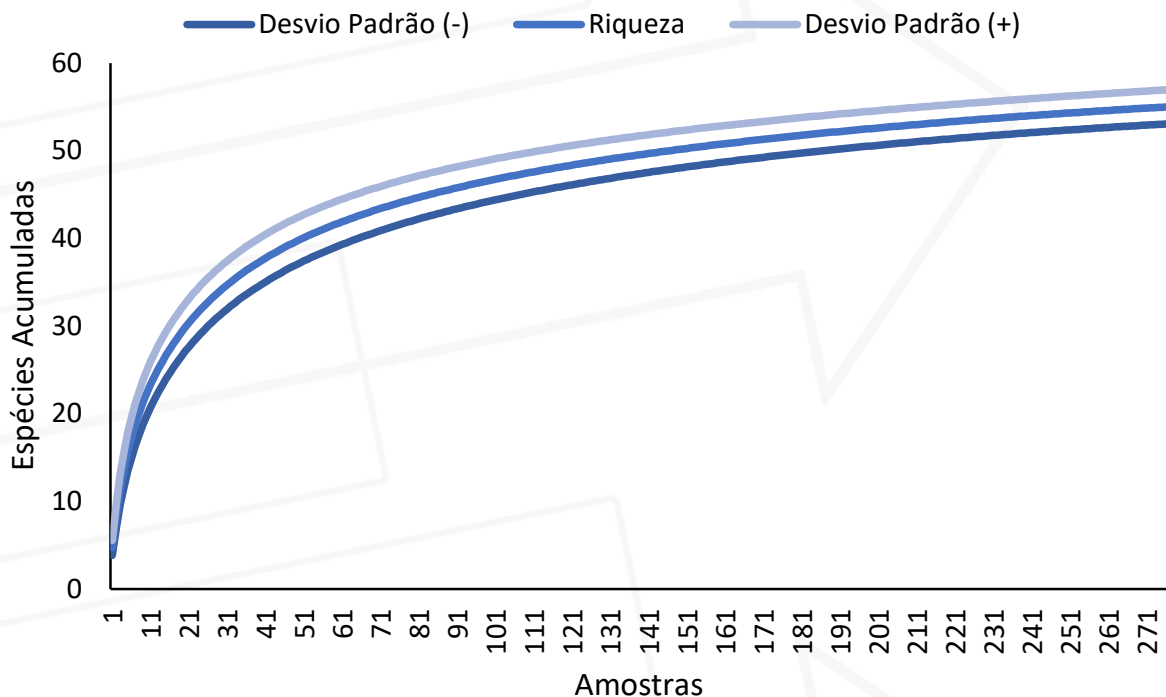
Nos locais em que não foi possível armar a bateria de redes, devido às limitações de hábitat e espaço físico, foi empregado esforço amostral com puçá para realizar a captura de peixes. Dessa forma os resultados obtidos, foram analisados na contextualização da composição da comunidade bem como do ponto de vista da contaminação dos peixes. A seguir, é apresentada discussão acerca das avaliações realizadas para a comunidade ictiofaunística durante o período acima mencionada, indicando possíveis alterações do programa de monitoramento aqui considerado.



3.5.1 Composição da Ictiofauna

Durante o período de monitoramento realizado entre os anos de 2011 e 2024, um total de 39 campanhas amostrais foram realizadas, em que 55 diferentes espécies foram registradas. Ao se observar a curva de acumulação de espécies, verifica-se uma estabilização na curva, indicando que as espécies locais foram registradas ao longo do período monitorado. Assim, a análise indica que a comunidade ictiofaunística local já foi registrada, sendo que a possibilidade de novas espécies serem observadas no ambiente é mínima com a continuidade dos monitoramentos trimestrais. Esta análise, não é considerada nos relatórios apresentados até o momento, porém, a mesma traz uma clareza quanto as espécies existentes no ambiente, as quais são caracterizadas pelo seu porte variando de pequeno a médio, generalistas quanto ao uso de habitats e de reprodução potencializada nos períodos de maior temperatura, normalmente entre os meses de outubro e fevereiro de cada ano.

Figura 5 - Curva de acumulação de espécies registradas na comunidade de peixes na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2011 e 2024.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.2 Índice de Qualidade Ambiental (IQ)

Para a análise do Índice de Qualidade Ambiental (IQ), foram encontrados dados históricos que datam do ano de 2007 até 2024, o que potencializa e corrobora para

uma análise temporal mais robusta. Ressalta-se que para esta análise, o ponto P8 não foi considerado, haja vista sua inserção no escopo. Desta forma, a partir da elaboração da análise, foi possível verificar a existência de alguns padrões visuais, considerando a condição temporal.

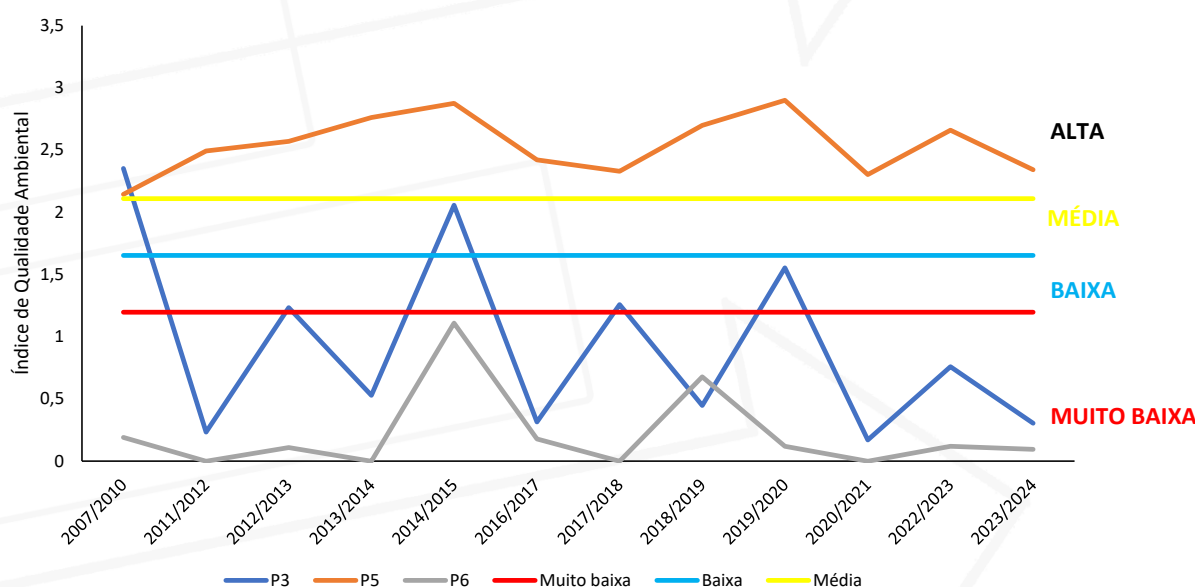
Para cada ciclo sazonal, foi realizado a média harmônica dos dados, onde a partir dos resultados obtidos, é possível observar que o ponto P5 (Arroio Candiota), apresenta uma constância na sua caracterização como um ambiente de alta qualidade, considerando a comunidade da ictiofauna. Por outro lado, o ponto P6 (Arroio Poacá, logo a jusante da foz da Sanga da Carvoeira), indica que este intervalo constitui um ambiente impactado, especialmente por se tratar de um local que recebe contribuições da área de mineração de carvão da CRM, pois a sanga da Carvoeira nasce no interior da área de extração mineral. Importante ressaltar, que o resultado alcançado para o P6, não significa que a atividade de extração de carvão seja exclusivamente o responsável pela reduzida qualidade desta drenagem, uma vez que a própria formação geológica e estrutural do local, pode naturalmente apresentar condições restritivas a comunidade de peixes no atendimento de suas condições ecológicas e de ocupação. Ainda se ressalta que esta estação amostral não sofre influência direta da UTE Candiota III, e que, a área antigamente utilizada para a extração de carvão pela CRM, se encontra em processo de recuperação ambiental a partir do término da atividade anteriormente desenvolvida.

O ponto P3 (Arroio Candioteinha), aparentemente flutua sua condição do índice em tela, entre muito baixa a baixa, a qual pode, além de estar sofrendo alguma influência das atividades desenvolvidas localmente e próximo a sua área de drenagem (agricultura e pecuária), também das condições ambientais e estruturais do próprio curso hídrico, o que acarreta em uma flutuação da comunidade íctica local. Importante mencionar que as atividades operacionais na UTE Candiota III não influenciam diretamente com contribuições que possam vir a prejudicar a qualidade ambiental desta área amostral. O gráfico abaixo representa o Índice de Qualidade Ambiental de cada uma das áreas amostrais acima mencionados. Entende-se que tais ambientes não sofrem influência direta da operação da UTE Candiota III, sendo que já há para estes corpos hídricos, um grande histórico em número de espécies e indivíduos registrados e que caracterizam este grupo. As condições que implicam diretamente nestes locais estão associadas a outras atividades, sendo que estas deveriam ser as



responsáveis pelo monitoramento e indicação de possíveis medidas mitigadoras. Diante disto, é solicitado a exclusão destes ambientes do escopo de monitoramento da ictiofauna, uma vez que a operação da UTE Candiota III não implica de forma direta em possíveis impactos a tais áreas. Além disso, as emissões atmosféricas provenientes da termelétrica atendem a todas as regulamentações legais, o que fornece ao empreendedor a segurança no atendimento das normas ambientais.

Figura 6 – Índice de Qualidade Ambiental (IQ) nas áreas de monitoramento P3, P5 e P6 da UTE Candiota III, entre os anos de 2007 e 2024.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Para os pontos amostrais P1 (montante da barragem da Usina Termelétrica de Candiota no arroio Candiota), P2 (jusante da barragem da Usina Termelétrica de Candiota, no arroio Candiota), P4 (Arroio Candiota, próximo do ponto de lançamento de efluentes líquidos da Usina Termelétrica) e P7 (Arroio Candiota), o índice apresenta um padrão variando entre baixa e média qualidade ambiental, com alguns poucos picos atingindo qualidade muito baixa e/ou alta. Para estes pontos amostrais, as variações aparentemente são menores, e influenciadas diretamente por variações de condições ambientais, em que períodos de secas e chuvas severas nas últimas décadas foram observadas para o Rio Grande do Sul, potencializando tais oscilações. Corroborando a isso, Bruschi Jr. et al. (2000) demonstraram em avaliações de qualidade ambiental, que a presença de espécies generalistas reforça a classificação

de locais como de qualidade intermediária ou baixa, tal qual verificado para a área aqui considerada.

Ressalta-se que as estações amostrais P2 e P4 representam áreas com maior potencialidade de sofrer alguma interferência pelas atividades operativas da UTE Candiota III, enquanto que a estação amostral P1, localiza-se a montante da área de influência e o P7 dista significativamente a jusante, sendo o P1 considerado “controle”, e o P7 a área que recebe a contribuição de toda a área de drenagem do arroio Candiota, inclusive de atividades não relacionadas a operação da UTE Candiota III (agricultura, pecuária, mineração). Assim, é possível considerar que tais estações amostrais (P1, P2, P4 e P7) são representativas e suficientes para a caracterização da ictiofauna sob possíveis influências das ações operativas do empreendimento em tela. Ressalta-se que a estação P7, indicará se possíveis contribuições são dispersadas ao longo do arroio Candiota, minimizando condições adversas a ictiofauna local.

Assim, mediante a extensa gama de informações que reportam a análise do Índice de Qualidade Ambiental das áreas amostrais com base no registro da comunidade ictiofaunística local, é possível afirmar já existir um padrão para esta análise dentro do programa de monitoramento. Mesmo com esse padrão evidente, se entende a importância na manutenção do programa dentro das condicionantes ambientais exigidas pela Licença de Operação da UTE Candiota III, porém, podendo ocorrer redução de pontos amostrais (P3, P5 e P6), além das amostragens sazonais para semestrais (verão e inverno) sem prejuízos ao acompanhamento do Índice de Qualidade Ambiental das áreas que realmente interessam e que podem indicar possíveis influências da UTE Candiota III.

3.5.3 Elementos contaminantes

A poluição dos corpos hídricos nas últimas décadas se tornou uma questão de preocupação global, especialmente em áreas com alta densidade populacional. Essa situação resulta, em grande parte, de despejos urbanos, industriais, agrícolas e de atividades mineradoras (Velini, 2000), levando à contaminação por metais pesados nos ecossistemas aquáticos. Essa contaminação provoca alterações significativas nas características físicas e químicas das águas continentais, fazendo com que os rios se tornem receptores desses efluentes. O processo natural de autodepuração

reduz a assimilação dos poluentes, o que, por sua vez, pode resultar na diminuição ou extinção da biodiversidade aquática (Menezes et al., 2006).

Os ecossistemas aquáticos litorâneos sofrem interferências significativas que geram impactos negativos nos organismos que neles habitam, com os peixes sendo particularmente afetados devido à sua predominância, diversidade de espécies, heterogeneidade, abundância e mobilidade, além de seu papel crucial na cadeia alimentar. Esses organismos podem acumular níveis potencialmente tóxicos de poluentes, cujos efeitos prejudiciais incluem danos reprodutivos e de desenvolvimento, o que também pode comprometer a saúde humana através da ingestão de peixes contaminados (Rodrigues, 2007).

Considerando as atividades desenvolvidas na Usina Termelétrica Candiota III, em que a geração de energia utiliza carvão mineral (o qual é extraído localmente), o que pode levar a potencialização de metais liberados para o ambiente, e conseqüentemente, afetando os ambientes aquáticos. Desta forma, durante o período de 2004 e 2024, monitoramentos acerca de possíveis contribuições da UTE foram avaliados para espécies ícticas carnívoras, onívoras e raspadoras, em que foram analisados os seguintes metais: arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, manganês, mercúrio, níquel e zinco. A seguir, são apresentados os resultados temporais para cada um destes (período 2004 a 2022), bem como discussão e conclusão acerca de suas bioacumulações.

3.5.3.1 Arcênio

O arsênio, não tem características de essencialidade, como a tem outros metais (zinco, cobre, manganês e cromo), constituindo-se em objeto de preocupação dado a sua importância toxicológica. O efeito tóxico deste elemento depende da forma em que ele se encontra. Os compostos orgânicos são reconhecidamente menos tóxicos que os inorgânicos e destes últimos, os compostos trivalentes são os mais tóxicos.

Para os dados levantados a campo até o presente momento, percebe-se que os carnívoros a partir da campanha de novembro de 2017, não ocorreram mais extrapolações desse metal, enquanto que poucas amostras ultrapassaram os limites quando consideradas as espécies onívoras. Por outro lado, para os raspadores, os limites foram ultrapassados de maneira mais recorrente, com picos durante o ano de

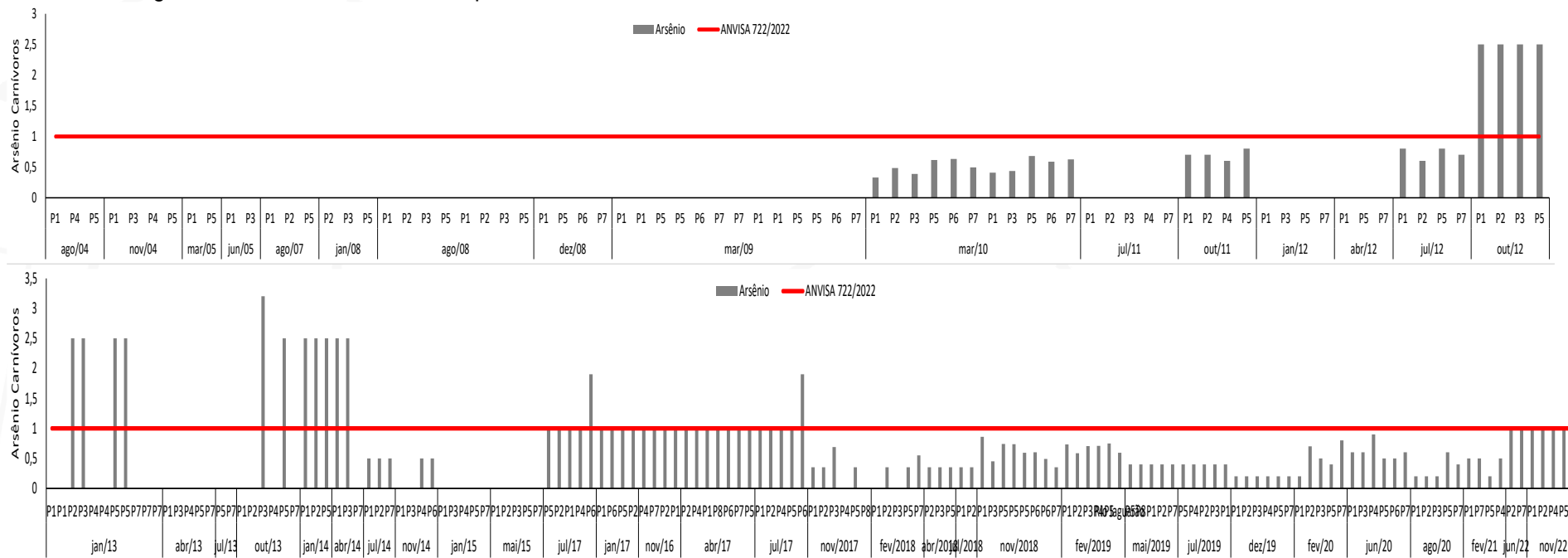
2018, e algumas outras extrapolações em anos posteriores, porém, indicando uma possível redução desta acumulação.

Tais resultados indicam que espécies que se alimentam de recursos obtidos junto aos sedimentos de fundo de drenagens ou anexos a rochas e troncos de árvores, são às que acumulam em seu corpo, especialmente no seu tecido muscular, maior concentração de arsênio.

Assim, entendendo que os limites ainda se encontram acima daqueles determinados conforme ANVISA 722/2022, especialmente para espécies raspadoras, tais como os cascudos, entende-se que deverá ser dado continuidade em seu monitoramento, considerando espécies dos três níveis tróficos que já vem sendo avaliadas (carnívora, onívora e raspadora). Os monitoramentos deverão ser realizados semestralmente, durante as estações de verão e inverno.

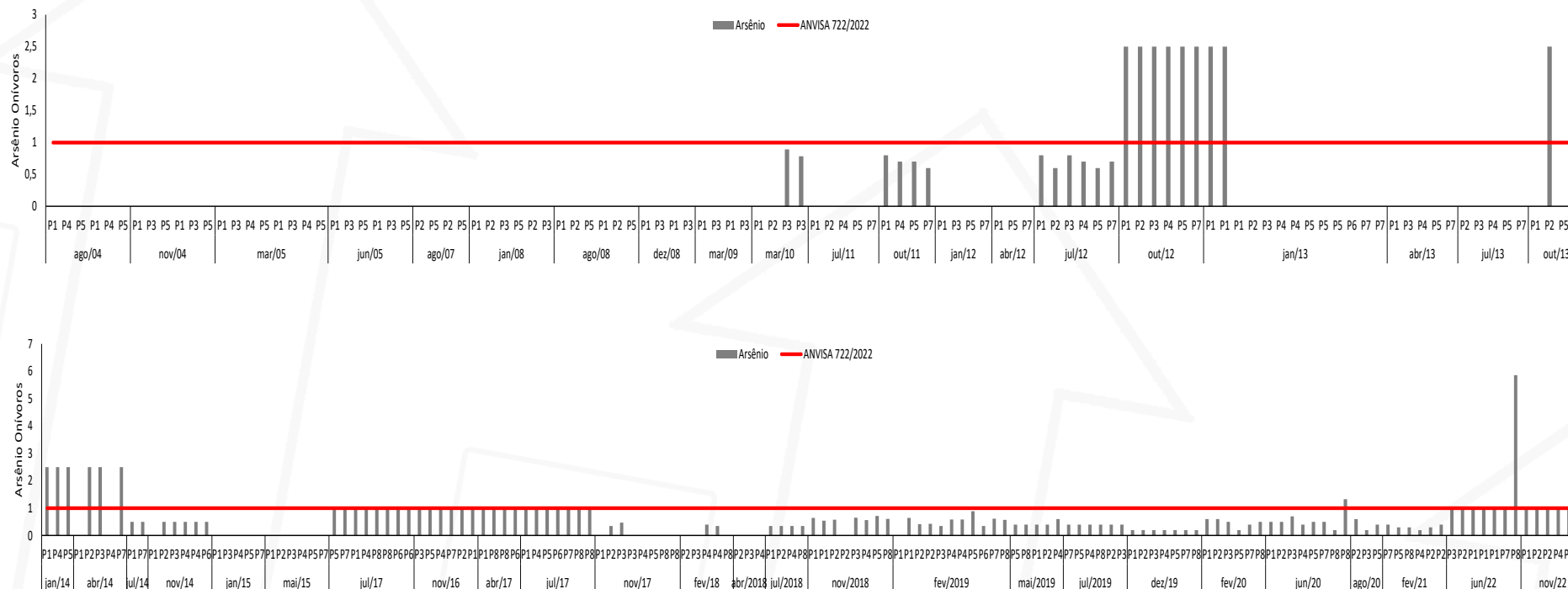
UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 7 - Níveis de Arsênio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



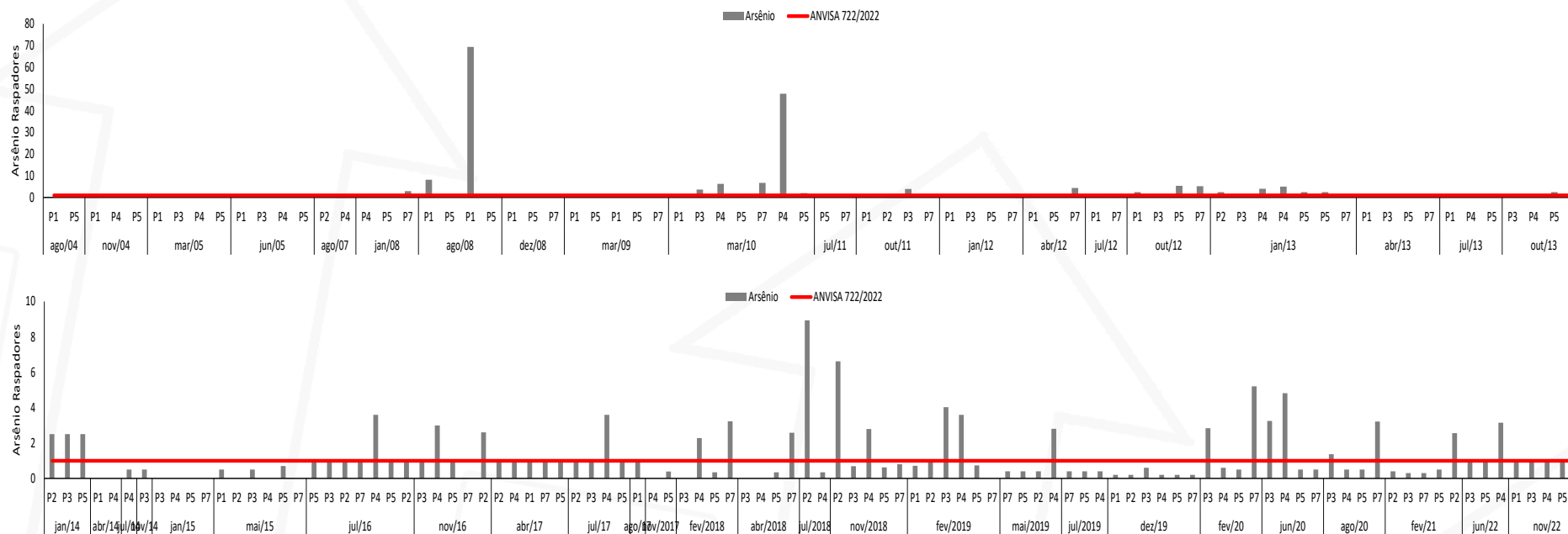
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 8 - Níveis de Arsênio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 9 - Níveis de Arsênio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.3.2 Cádmi

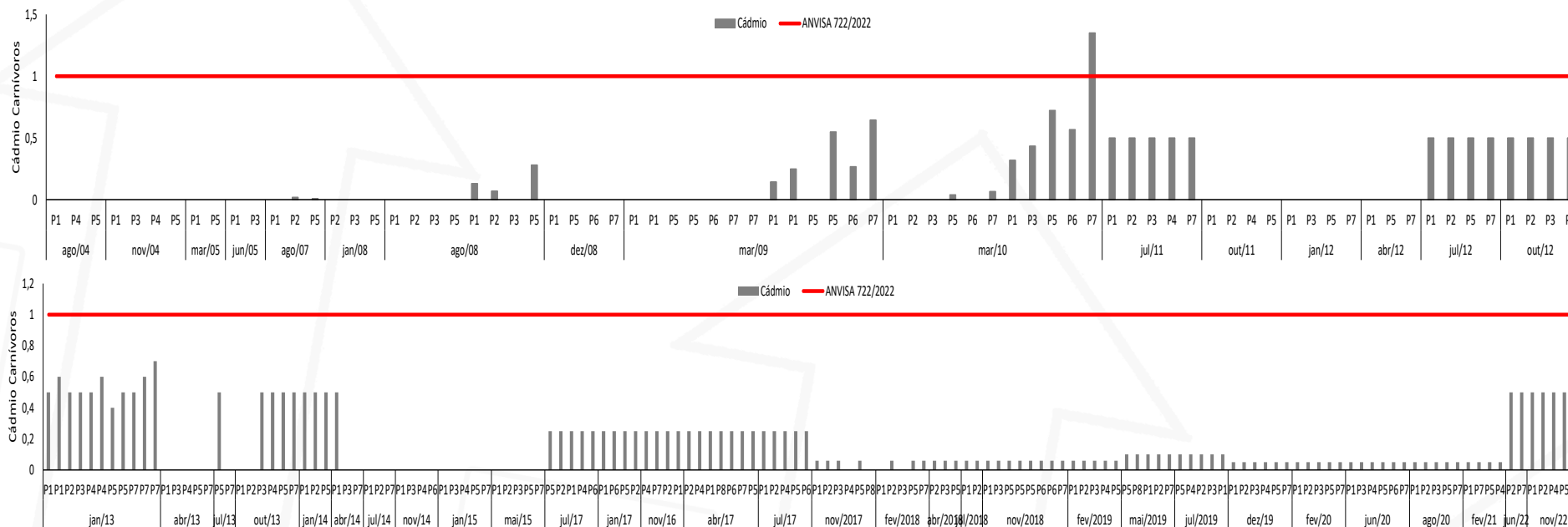
O metal cádmio, segundo a CETESB (2012), é um contaminante tóxico, que pode ter sua origem na natureza através da mineração metalúrgica, a partir de sucatas relacionadas de ferro e aço, em que se obtém aproximadamente 10% de metal consumido, como também, na produção de pilhas elétricas e plásticos. Outra fonte a ser considerada, são áreas utilizadas para mineração de carvão, tal qual aquela aqui considerada. Ainda segundo CETESB (2012), o alimento é a principal fonte de exposição ao cádmio para a população em geral, como carnes, peixes ovos e laticínios. Assim, o monitoramento deste metal foi considerado para a área da UTE Candiota III, sendo os resultados obtidos entre os anos de 2004 e 2022 são apresentados a seguir.

Durante o período monitorado, é possível verificar que houveram extrapolações significativas para espécies onívoras e raspadoras, enquanto que para carnívoros, apenas uma amostra obtida no P7 para março de 2010 ultrapassou os limites estipulados pela ANVISA 722/2022.

Tais resultados indicam que o ambiente vem recebendo contribuições desse metal, os quais influenciam principalmente espécies que de forma constante ou esporádica se alimentam de recursos associados aos sedimentos, ao ponto que os carnívoros basicamente permaneceram dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano. Assim, é possível concluir que o acompanhamento deste metal deverá ter continuidade, uma vez que amostras de diferentes períodos e distribuídos ao longo de toda área amostral apresentaram limites superiores aqueles aceitáveis, conforme ANVISA 722/2022. Os monitoramentos deverão ser realizados de forma semestral (inverno e verão), com coletas de amostras de tecidos para todas as guildas tróficas avaliadas (carnívoras, onívoras e raspadoras), nas mesmas estações amostrais já avaliadas.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

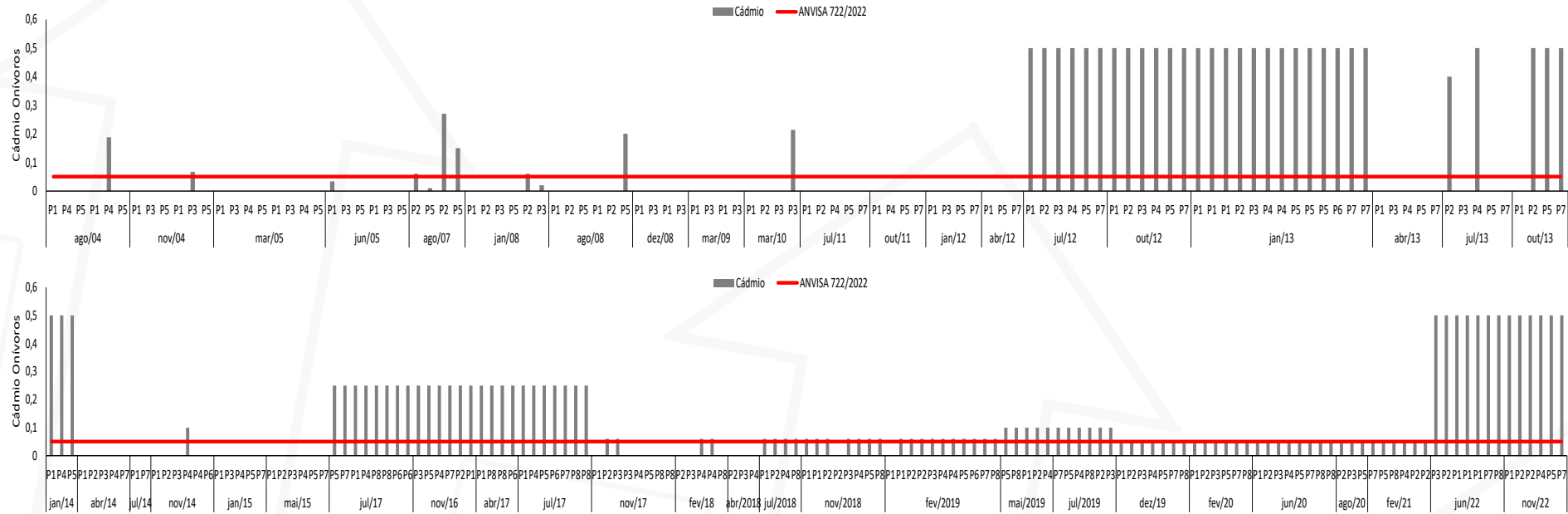
Figura 10 - Níveis de Cádmio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

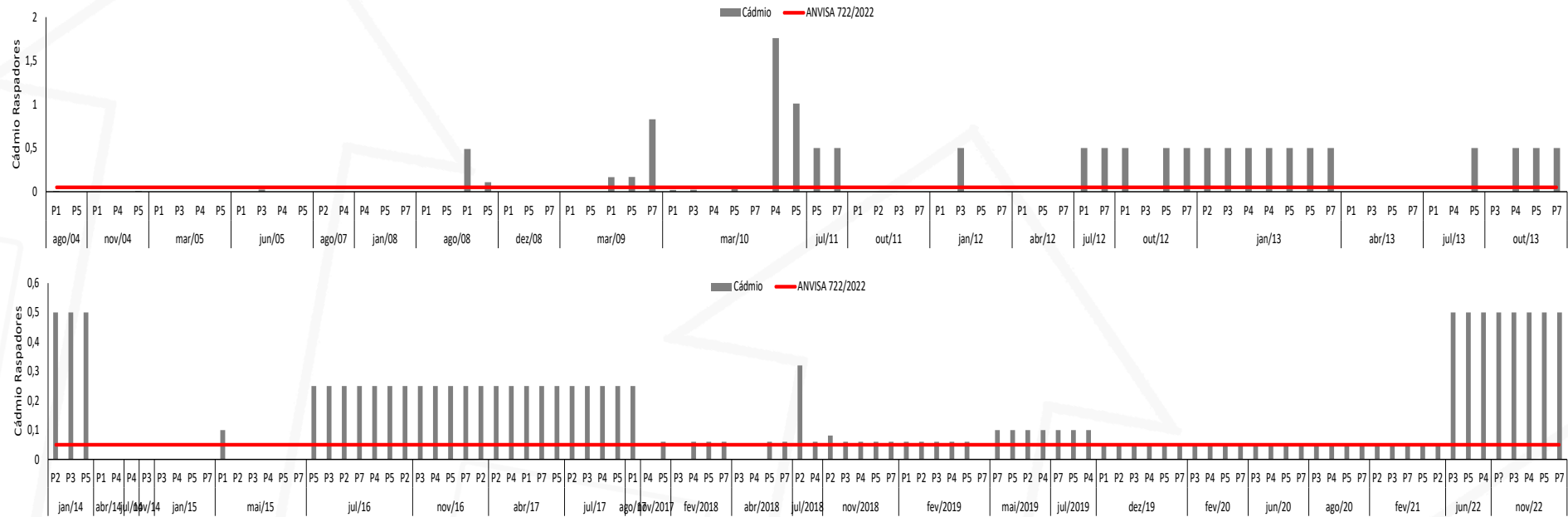
UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 11 - Níveis de Cádmio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 12 - Níveis de Cádmio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.3.3 Chumbo

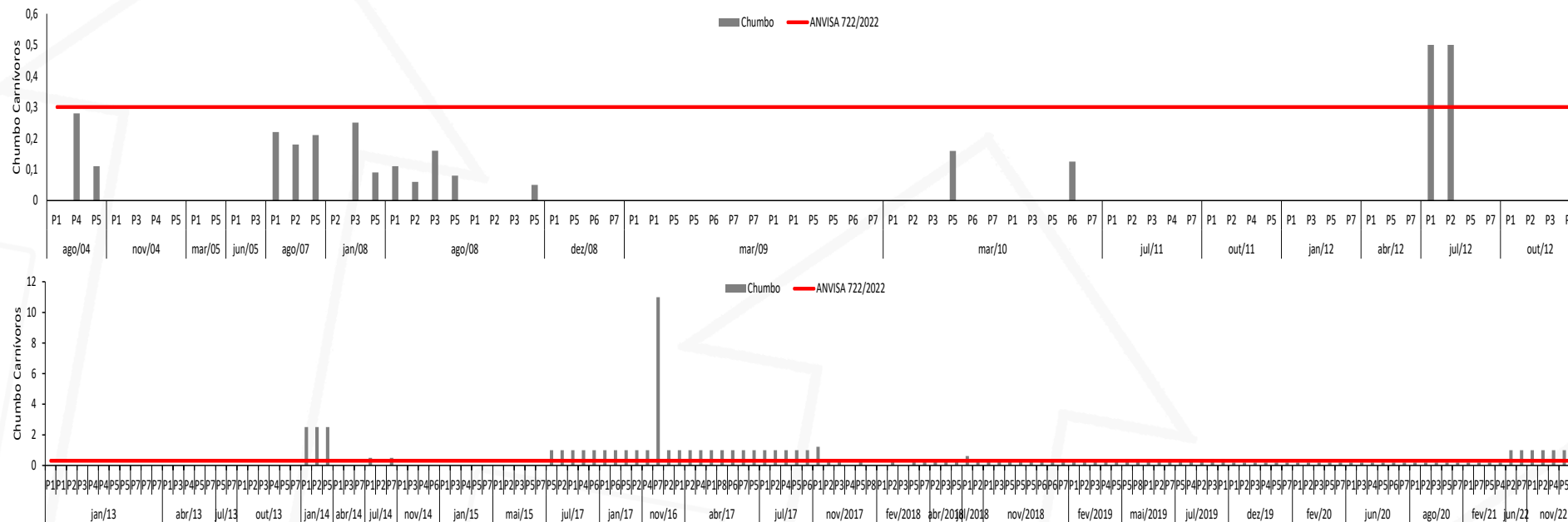
O chumbo é encontrado em baixas concentrações na crosta terrestre e sua dispersão no ambiente é resultante da atividade antropogênica como a mineração e transporte e amplo uso na indústria de tintas, baterias e tubulações e, embora o seu uso em aditivos na gasolina tenha sido banido a décadas, traços deste metal podem ser ainda detectados no ambiente (Mikac *et al.*, 2001).

O excesso de chumbo nos organismos pode causar efeitos cardiovasculares e reprodutivos adversos além de danos neurológicos e doenças renais (Garza *et al.*, 2006). As formas inorgânicas e orgânicas do chumbo são encontradas no pescado, sendo a primeira mais frequente e a última mais tóxica e absorvida pelos organismos. Grande variedade de peixes pode assimilar e acumular níveis elevados desse elemento (Repula *et al.*, 2012).

Desta forma, considerando que o município de Candiota existe a mineração de carvão, e que este é utilizado em Termelétricas, tais como a UTE Candiota III, o monitoramento de chumbo em diferentes guildas tróficas de peixes foram realizados a partir do ano de 2004, estendendo-se até os dias atuais. A seguir, serão apresentados os resultados temporais deste metal, quanto a sua detecção nos músculos de peixes e sua possível correlação com o empreendimento em tela.

Para o chumbo, verifica-se que a partir do ano de 2017, em sua maioria, as amostras das distintas guildas tróficas avaliadas, permaneceram dentro dos limites aceitáveis, de acordo com ANVISA 722/2022, as quais apresentaram alguma extrapolação no ano de 2022. Importante ressaltar que a partir do ano de 2017, apenas a fase C se encontra em operação, a qual atende a todos os pré-requisitos estruturais e tecnológicos, o que reduz a emissão de poluentes para o ambiente, quando comparado as demais fases (A e B) já paralisadas. Assim, os resultados indicam que este metal se encontra controlado e dentro dos parâmetros aceitáveis, e para tal, conclui-se que o mesmo não apresenta mais necessidade de acompanhamento, indicando assim, o encerramento de seu monitoramento.

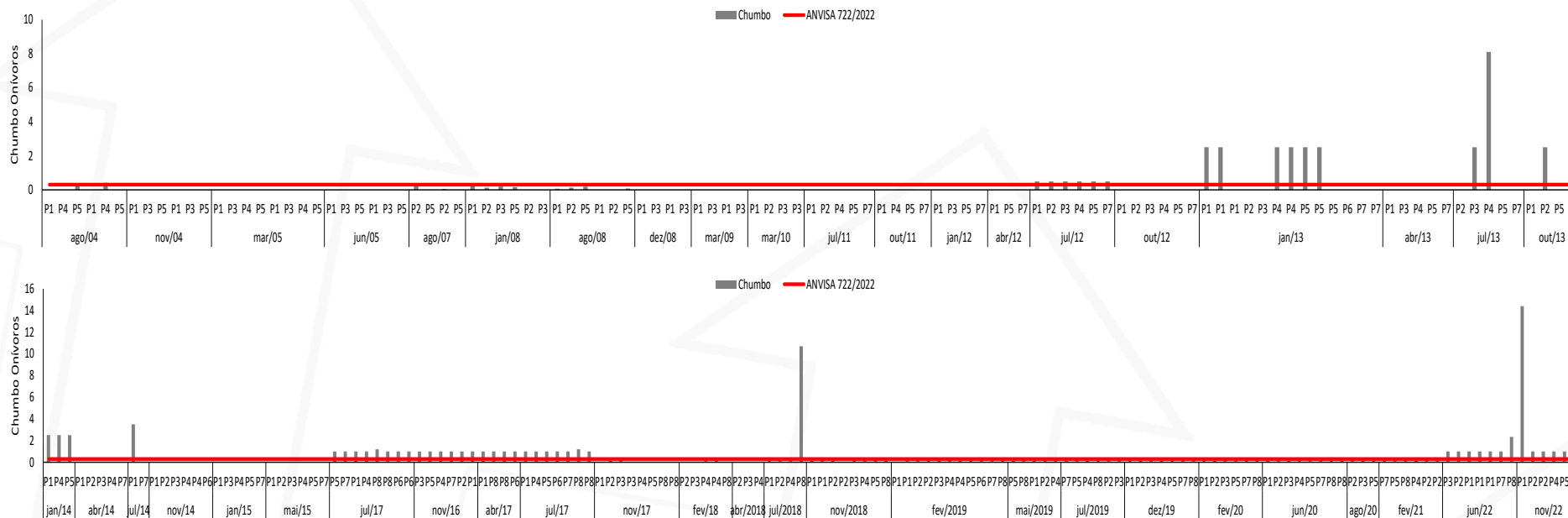
Figura 13 - Níveis de Chumbo em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

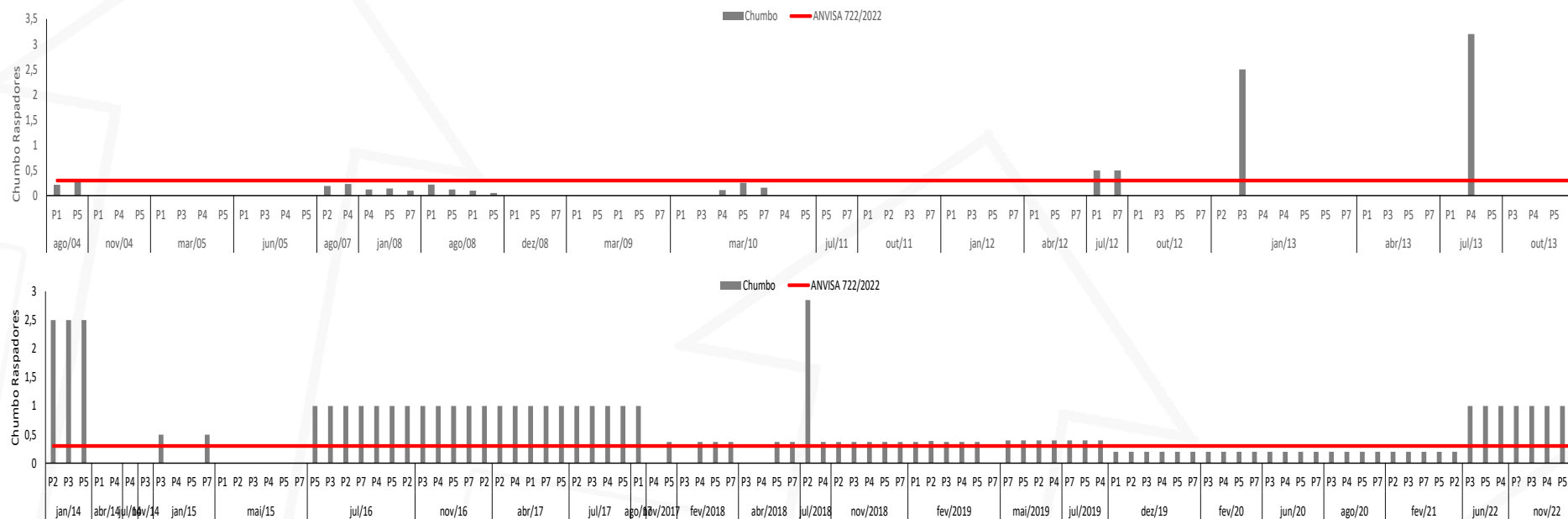
Figura 14 - Níveis de Chumbo em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 15 - Níveis de Chumbo em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



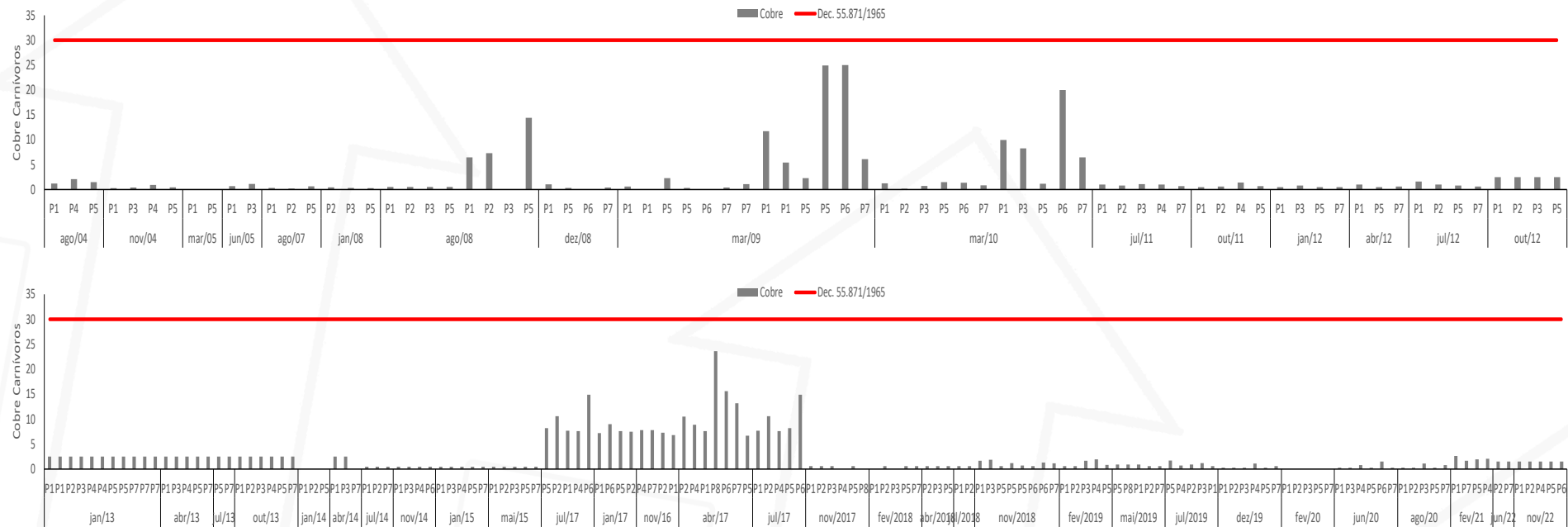
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.3.4 Cobre

O cobre é um elemento essencial na fisiologia de animais aquáticos e no homem, e a participação na produção de proteínas. Segundo a CETESB (2000), no meio ambiente tem a sua concentração potencializada, devido a corrosão de tubulações por águas ácidas, efluentes de estação de tratamento de esgotos e contaminação das águas subterrâneas e partir do uso agrícola com fungicida e pesticida, no tratamento de solos e efluentes, precipitação atmosférica de fontes industriais de mineração e fundição. Em concentrações elevadas no homem, pode apresentar diversos distúrbios, como a irritação estomacal, disfunção hepática, renal e do sistema nervoso central.

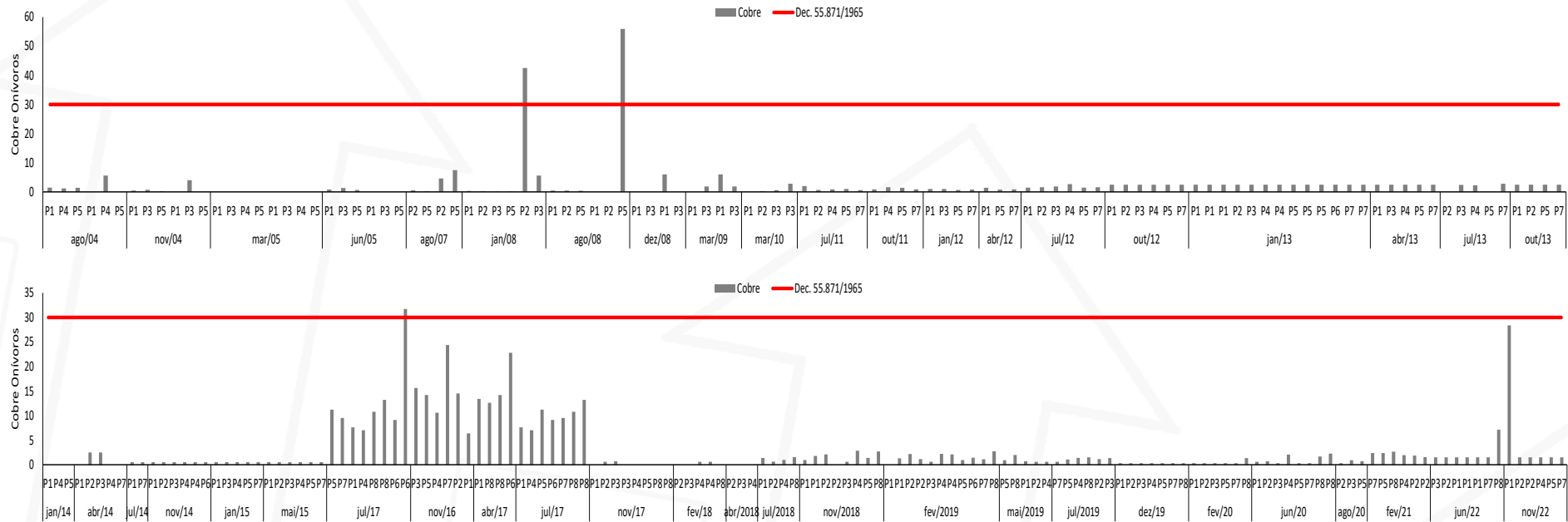
Assim, visando verificar possíveis bioacumulações deste metal em peixes na área de influência da Usina Termelétrica Candiota III, monitoramentos foram realizados a partir do ano de 2004. Conforme apresentado nos resultados abaixo, o cobre permaneceu dentro dos limites aceitáveis para o bem-estar da comunidade íctica, bem como para o ser humano, a partir do consumo deste pescado. Desta forma, se entende que este metal não é influenciado pelas atividades realizadas na UTE Candiota III, bem como de outras atividades realizadas regionalmente (e.g. agricultura, pecuária, silvicultura), e assim, conclui-se pela não necessidade de continuidade em seu monitoramento.

Figura 16 - Níveis de Cobre em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



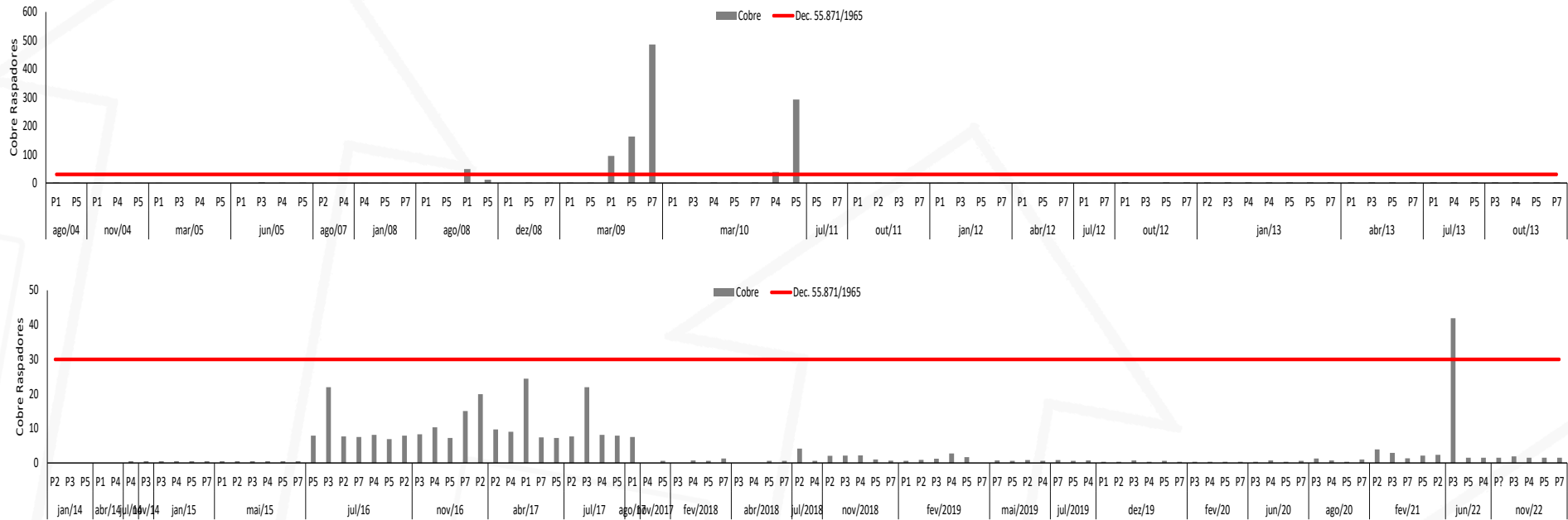
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 17 - Níveis de Cobre em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 18 - Níveis de Cobre em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

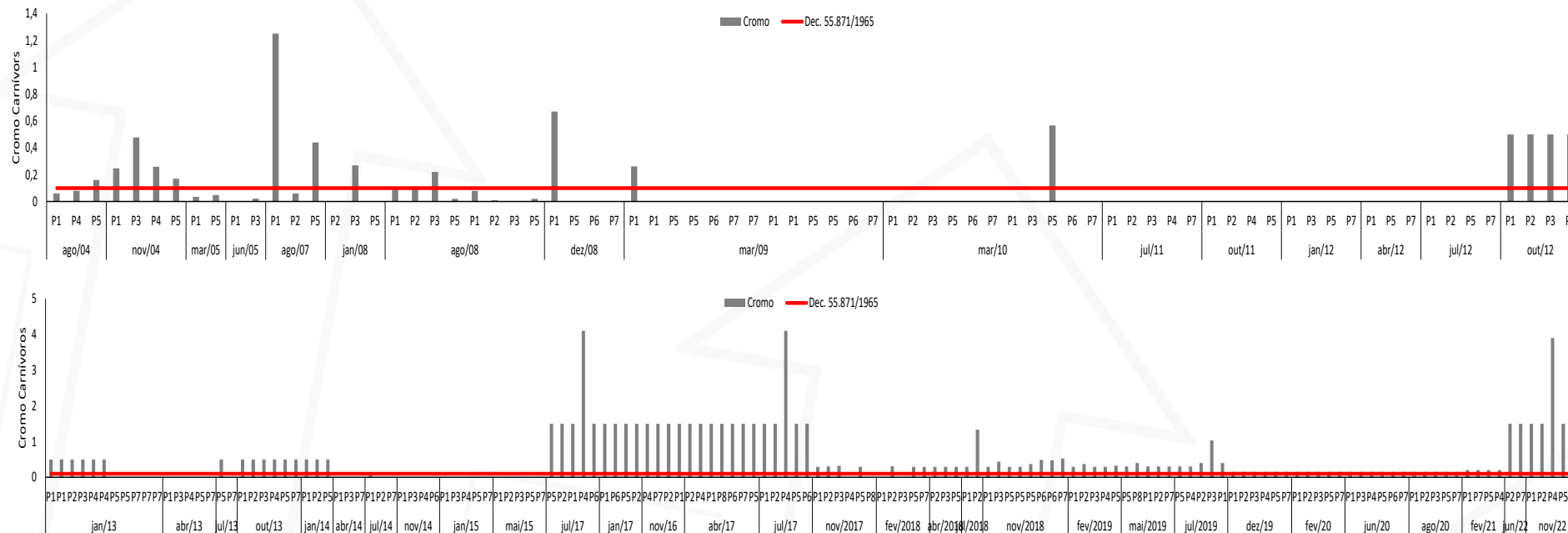
3.5.3.5 Cromo

O cromo (Cr) é um metal de transição amplamente distribuído no ambiente, podendo ser encontrado em rochas, no solo, em plantas e animais (ATSDR, 2013). A ocorrência de Cr no ambiente pode ser decorrente de fontes naturais ou antropogênicas. Como fonte natural, o intemperismo de rochas com Cr em sua composição se destaca e, nesse sentido, o solo formado sob influência desse processo tende a ter também elevadas concentrações do elemento (GUERTIN *et al.*, 2004). Entre as fontes antropogênicas, as indústrias de produção de aço e ligas metálicas, a mineração, processamento de couro, fabricação de tintas e o processamento de madeira se destacam, além da queima de combustíveis fósseis também é uma fonte antropogênica de Cr no ambiente (ATSDR, 2013; Tumolo *et al.*, 2020).

Desta forma, devido a atividade desenvolvida para a operação da UTE Candiota III, este metal vem sendo monitorada junto à comunidade de peixes que utilizam as drenagens locais e sob influência da respectiva UTE. Conforme representação gráfica abaixo, verifica-se que espécies onívoras e raspadoras apresentaram menores variações e extrapolação quanto a bioacumulação de cromo, enquanto que para carnívoros, índices superiores ao determinado pelo Decreto 55.871/1965 foram mais frequentes, porém, com períodos em que os níveis permaneceram dentro dos limites aceitáveis.

Entendendo que os peixes carnívoros apresentaram níveis superiores para aqueles determinados para o bem-estar da comunidade de peixes e de possíveis consumidores deste pescado, indica-se que para tal metal seu monitoramento seja realizado com as mesmas guildas tróficas e pontos amostrais já realizados, porém, com periodicidade semestral (verão e inverno).

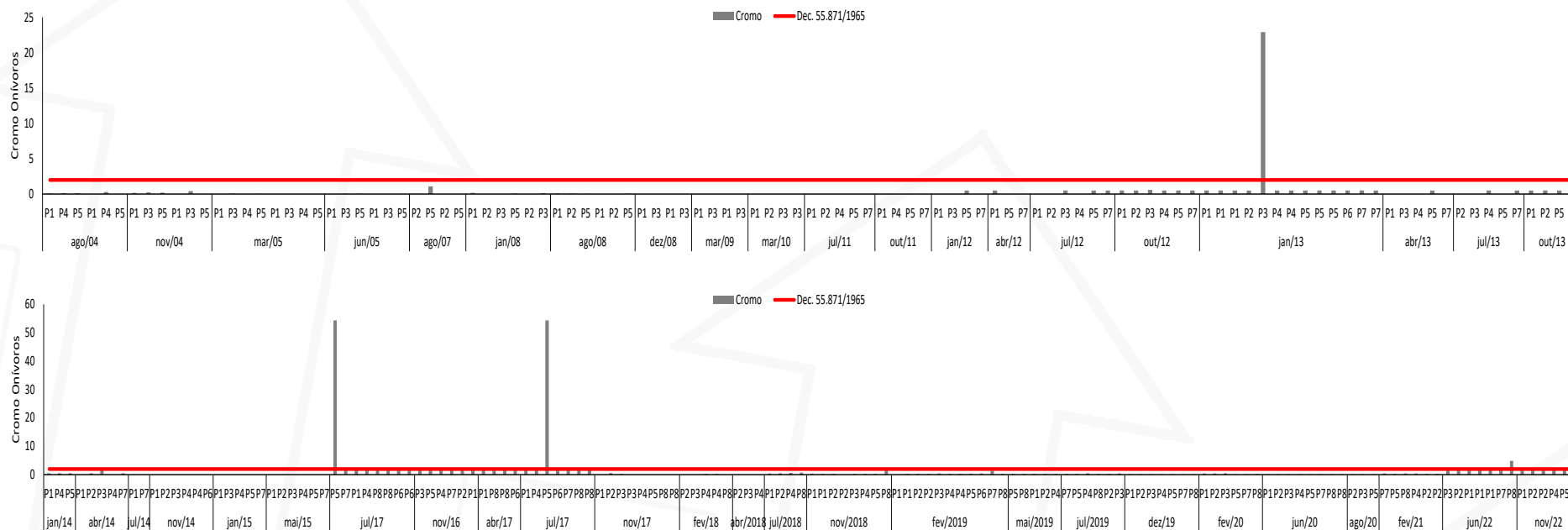
Figura 19 - Níveis de Cromo em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 20 - Níveis de Cromo em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

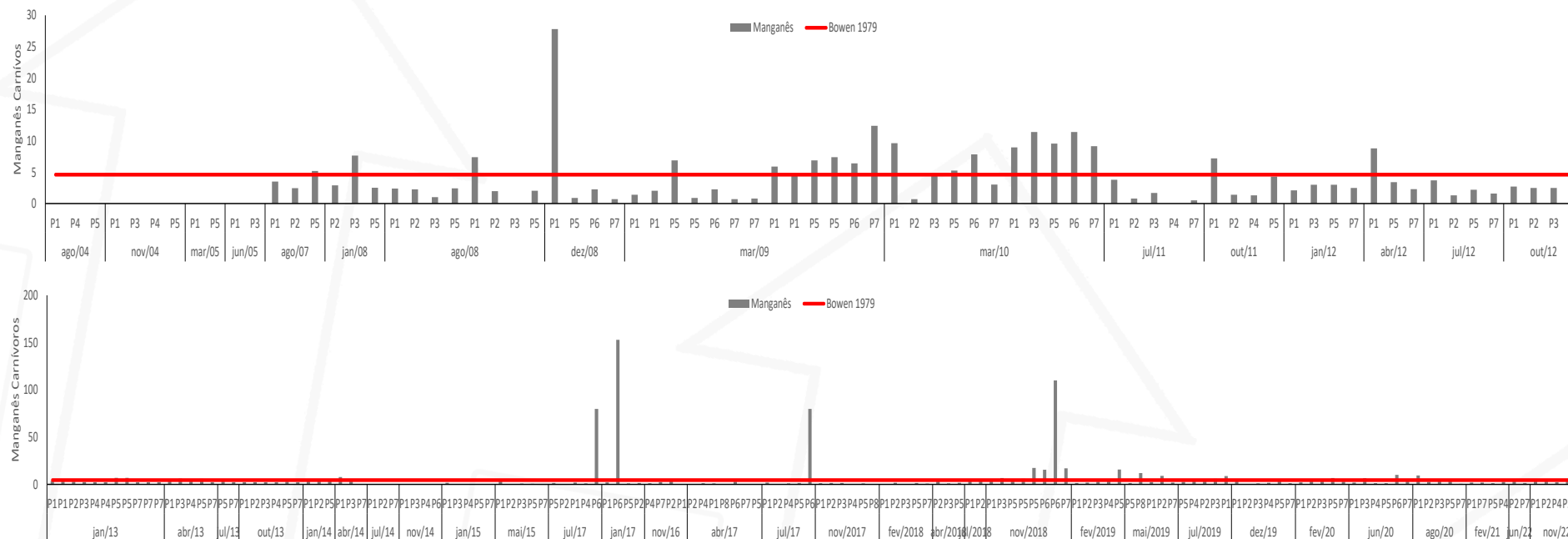
3.5.3.6 Manganês

O manganês e seus compostos podem existir na atmosfera na forma de partículas em suspensão, resultantes da erosão do solo, emissões industriais e vulcânicas, assim como da queima de combustíveis contendo o composto orgânico tricarbonil metilciclopentadienil manganês (TMM). Essas partículas apresentam meia-vida em torno de alguns dias. No solo, o material particulado contendo Mn pode ser transportado para o ar e o estado de oxidação do metal, tanto nessa matriz como em sedimentos, pode ser alterado por atividade microbológica.

Na água, o manganês ocorre nas formas dissolvida e suspensa, que variam conforme pH e potencial redox. A água subterrânea anaeróbia frequentemente contém níveis elevados de manganês dissolvido. Em rios, o Mn é transportado adsorvido a partículas suspensas dos sedimentos. O TMM é persistente no ambiente aquático e no solo na ausência de luz solar, com tendência para sorver às partículas do solo e sedimento. Na presença de luz, a fotodegradação do TMM é rápida (menos de dois minutos). O manganês pode acumular-se em alguns organismos, como algas, moluscos e alguns peixes, mas a biomagnificação na cadeia alimentar parece não ser significativa, pois a bioacumulação do manganês é maior em níveis tróficos inferiores do que em superiores. Porém, de forma preventiva, o monitoramento deste metal foi realizado na área da UTE Candiota III, sendo que a seguir, é apresentado os resultados alcançados entre os anos de 2004 e 2022 para sua bioacumulação em tecidos de peixes.

Para raspadores, os limites permaneceram dentro dos limites determinados na maioria das amostras, enquanto que para carnívoros e onívoros, os limites excederam o previsto por Bowen (1979), indicando que este metal é atuante e culmina na acumulação de Manganês no pescado local. Desta forma, os monitoramentos deverão ser realizados de forma semestral (inverno e verão), com coletas de amostras de tecidos para todas as guildas tróficas avaliadas (carnívoras, onívoras e raspadoras), nas mesmas estações amostrais já avaliadas.

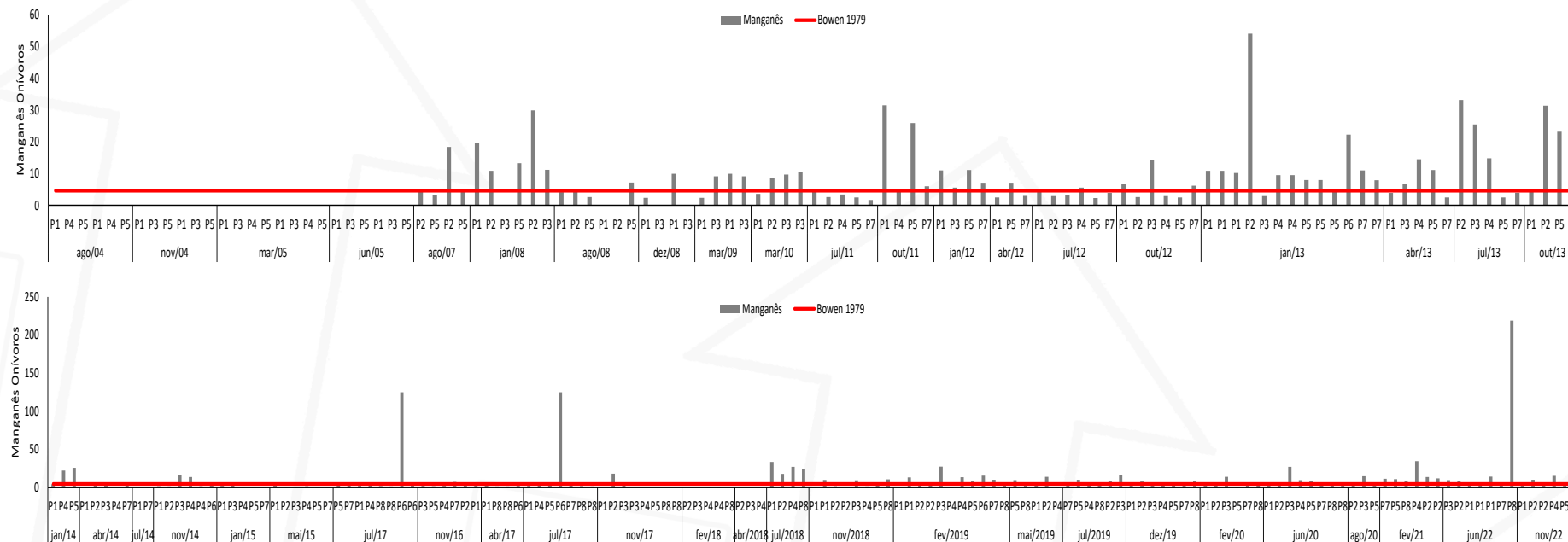
Figura 22 - Níveis de Manganês em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

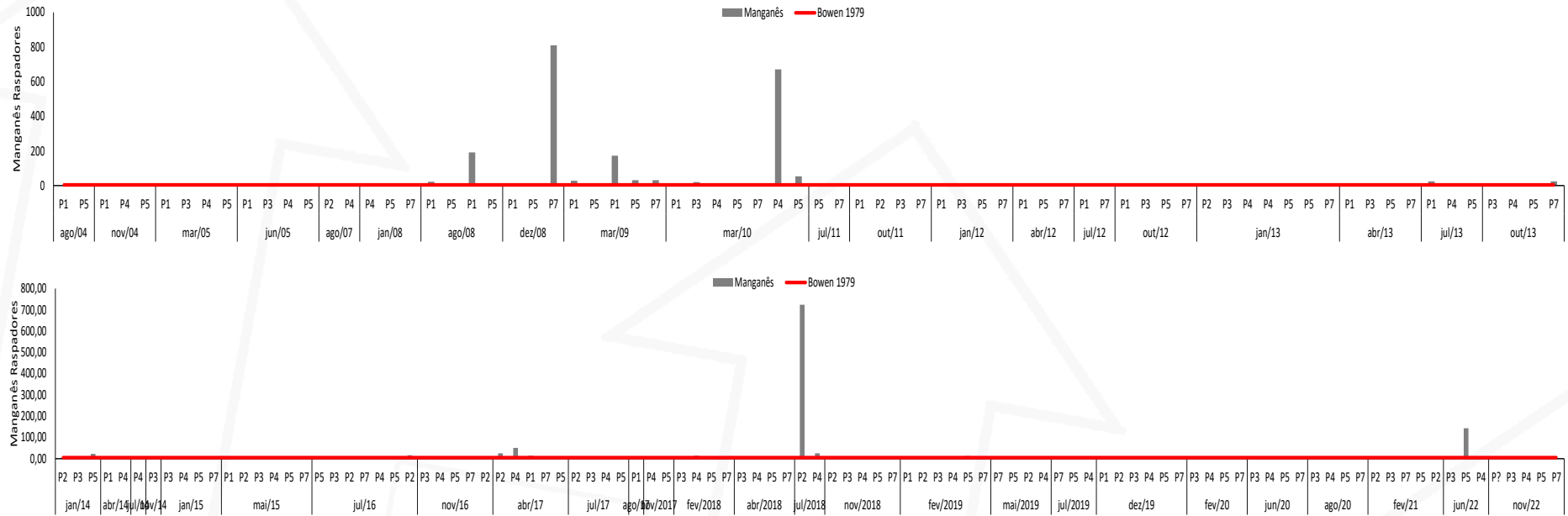
Figura 23 - Níveis de Manganês em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 24 - Níveis de Manganês em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.3.7 Mercúrio

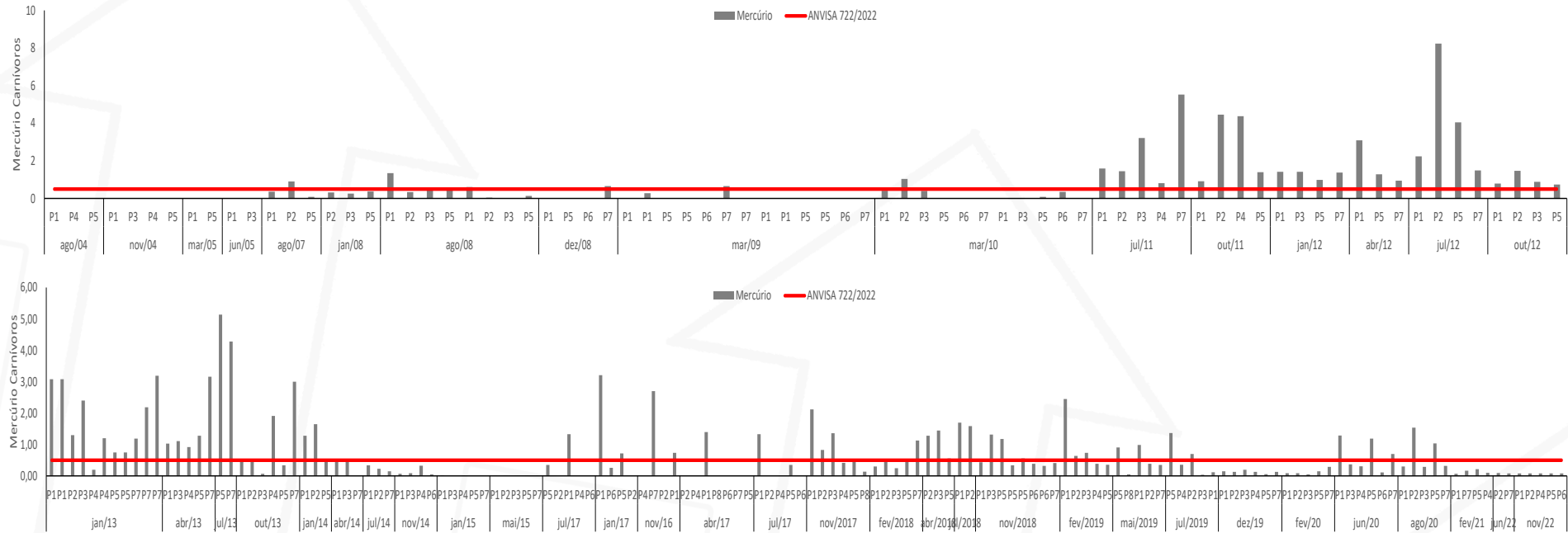
A expressão "metal pesado" é comumente utilizada para se referir a metais considerados poluentes, abrangendo um grupo muito diverso que inclui metais, semimetais e até não metais. Entre os metais, o mercúrio é frequentemente destacado como um dos mais problemáticos. Na natureza, o mercúrio ocorre principalmente na forma de sulfeto e está presente tanto na atmosfera quanto na água; entretanto, sua concentração pode ser alterada por influências de fontes contaminantes (OLIVARES, 2003).

De acordo com Vecchio (2005), a contaminação por mercúrio pode ocorrer por meio de contato dérmico acidental com líquidos ou sais utilizados na manipulação de componentes eletrônicos, inalação de vapores, exposição ocupacional e ingestão de peixes. Em relação à dieta, Cardoso et al. (2009) observam que a acumulação de mercúrio se dá de maneira progressiva ao longo da cadeia trófica e na água. Os peixes, nesse contexto, são utilizados como indicadores do nível de contaminação em uma determinada região. Considerando que a exposição ao mercúrio pode levar a prejuízos a saúde dos seres humanos, especialmente em perdas da função dos rins e danos neurológicos, o acompanhamento deste metal foi realizado na área de influência da UTE Candiota III e de seu entorno, conforme resultados cumulativos apresentados abaixo.

Ao analisar os gráficos abaixo, é possível verificar que em determinados períodos, ocorreram extrapolações dos limites aceitáveis para o bem-estar da saúde humana. Para onívoros e raspadores, as extrapolações foram mais pontuais, ao ponto que nos últimos anos de monitoramento, as concentrações de mercúrio permaneceram em níveis aceitáveis, enquanto que para os carnívoros, a acumulação do mercúrio em excesso esteve presente ao longo dos períodos monitorados, porém com gradativa diminuição a partir do ano de 2021. Tais resultados indicam que este metal vem reduzindo sua influência na acumulação no pescado local, porém, devido a sua presença histórica, indica-se a continuidade de seu monitoramento por mais dois anos, a fim de verificar um padrão de baixa acumulação em peixes. Os monitoramentos deverão ser realizados de forma semestral (inverno e verão), com coletas de amostras de tecidos para todas as guildas tróficas avaliadas (carnívoras, onívoras e raspadoras), nas mesmas estações amostrais já avaliadas.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

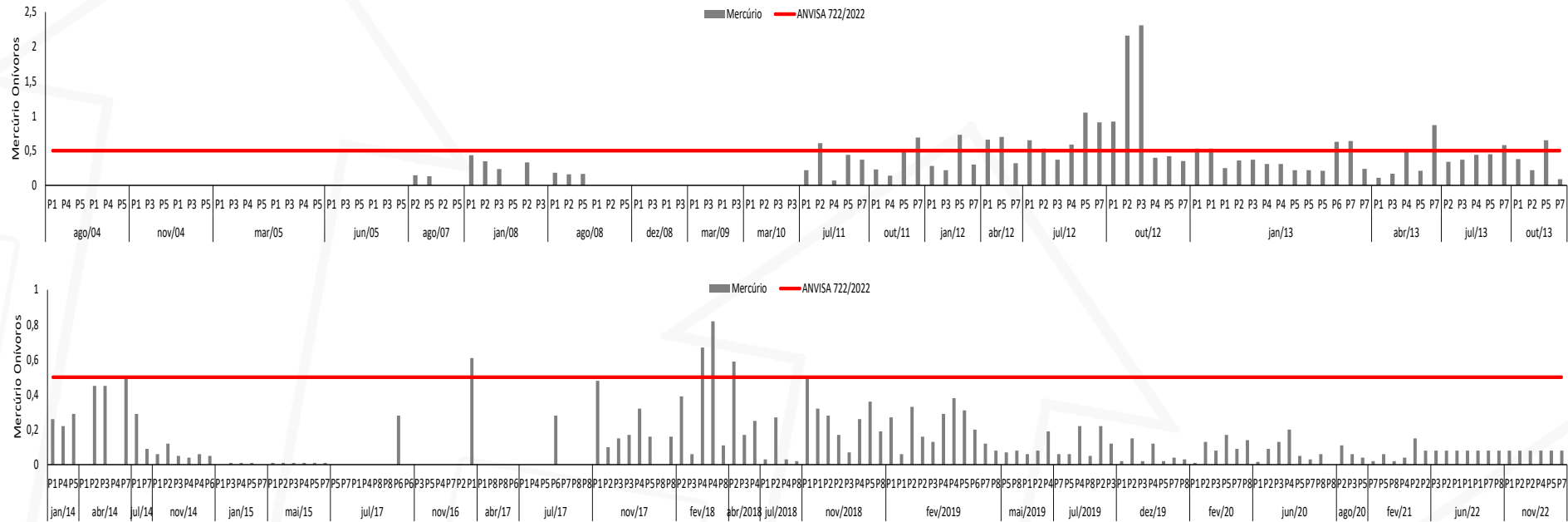
Figura 25 - Níveis de Mercúrio em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

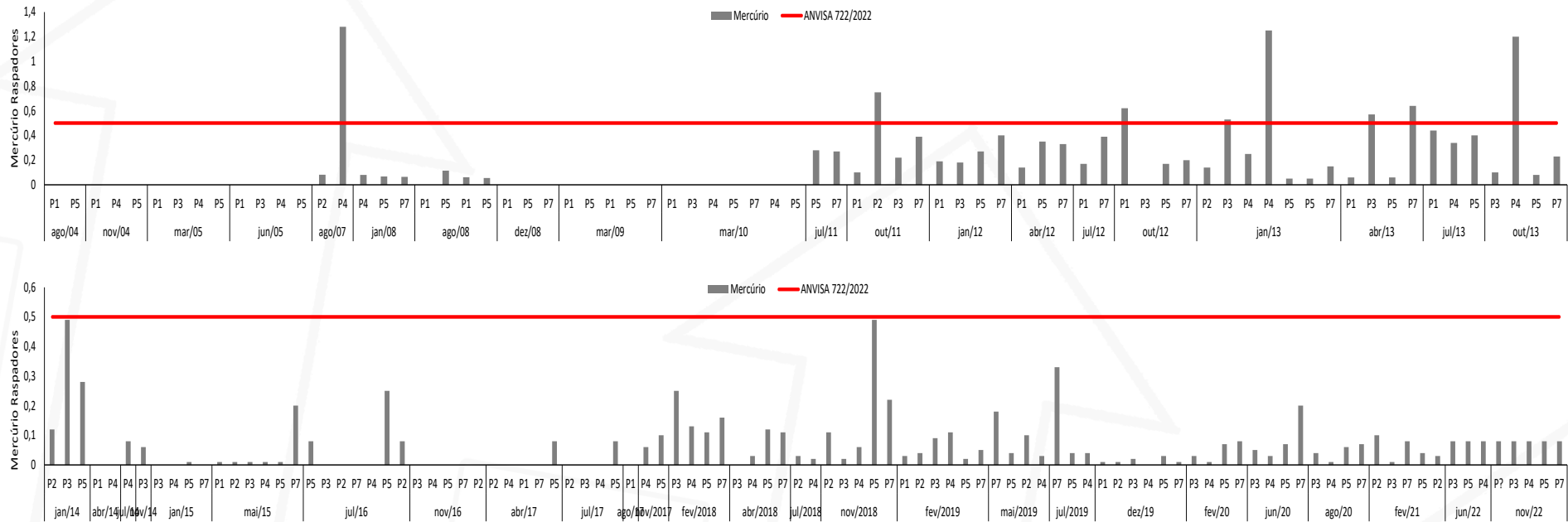
Figura 26 - Níveis de Mercúrio em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 27 - Níveis de Mercúrio em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

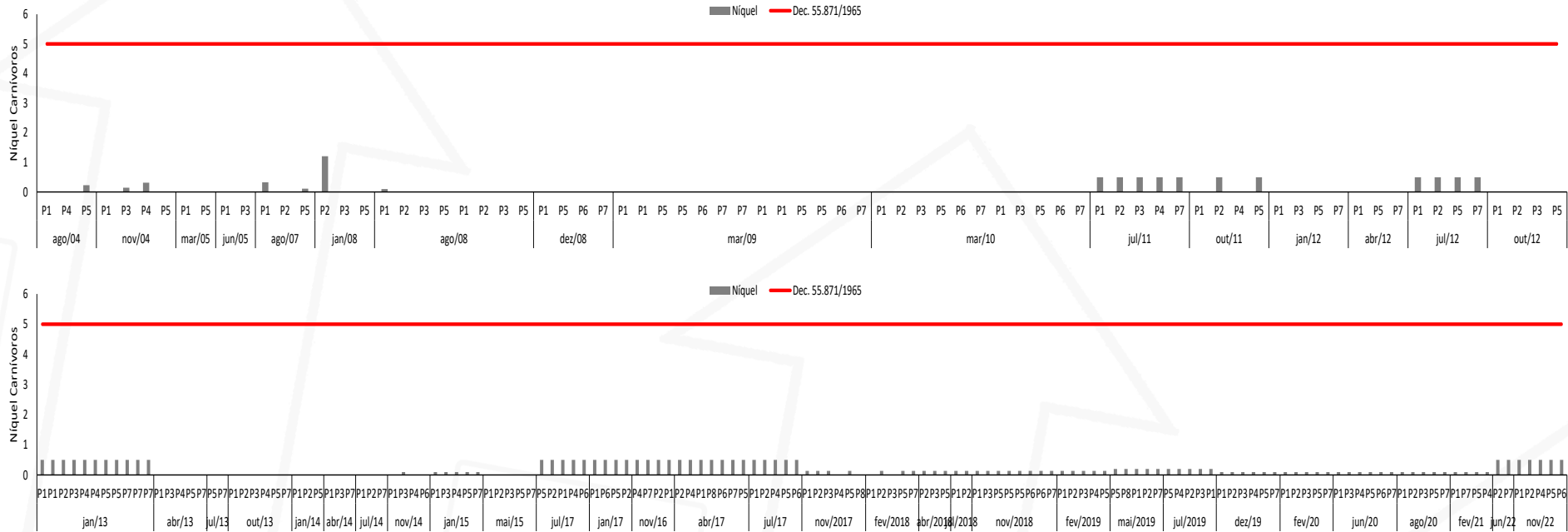
3.5.3.8 Níquel

O níquel é um metal que, embora não seja considerado um metal pesado no sentido tradicional, pode ser tóxico para a vida aquática, especialmente em concentrações elevadas. Ele é utilizado em diversas aplicações industriais, como na fabricação de ligas metálicas, baterias e revestimentos. O aumento das atividades industriais e a poluição resultante têm levado à contaminação de ambientes aquáticos com níquel e outros metais.

O níquel tende a se acumular nos tecidos dos peixes, principalmente em órgãos como fígado e rins. A bioacumulação pode ser preocupante, pois os peixes que se alimentam de outros organismos contaminados podem ter níveis ainda mais altos de níquel. Para tal, mesmo que as atividades desenvolvidas na região não tenham grandes consequências para os ambientes aquáticos e terrestres, entre os anos de 2004 e 2024, foram avaliadas as suas concentrações em peixes de diferentes guildas, a saber: carnívoros, onívoros e raspadores.

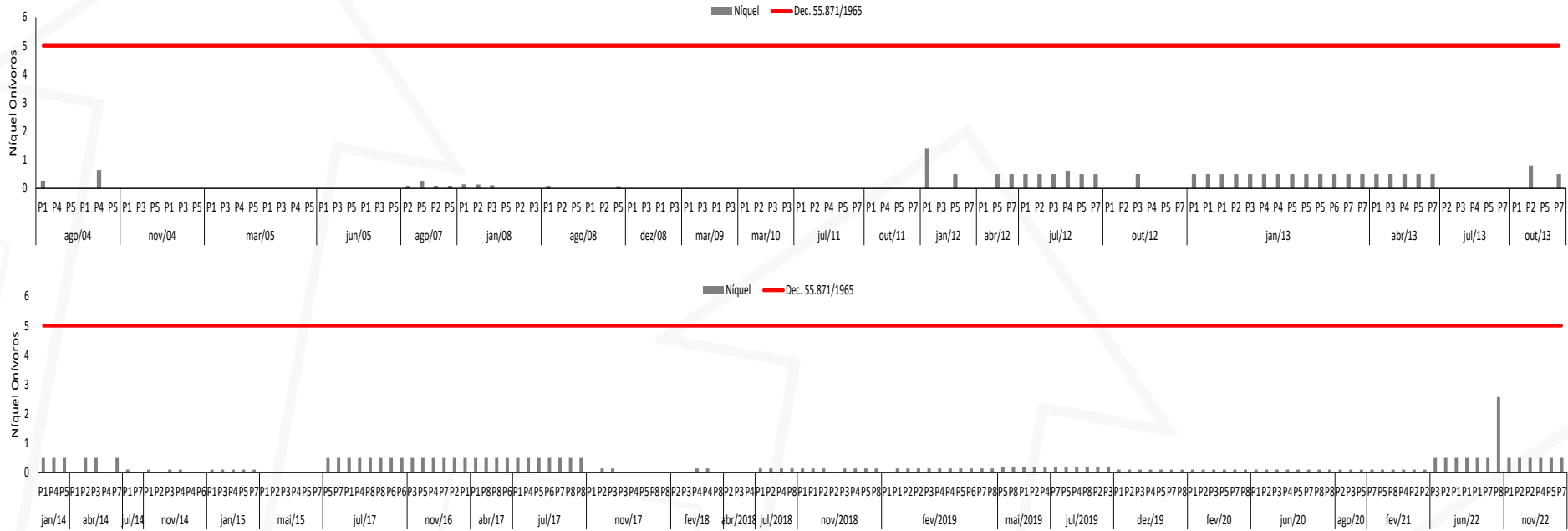
A partir dos resultados apresentados abaixo, é possível verificar que este metal não apresentou em nenhum dos períodos a extrapolação de sua bioacumulação nos peixes avaliados. Assim, se conclui que este metal não é necessário manter no escopo de avaliação do presente programa de monitoramento ambiental da UTE Candiota III.

Figura 28 - Níveis de Níquel em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 29 - Níveis de Níquel em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 30 - Níveis de Níquel em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.3.9 Zinco

O zinco é um elemento essencial para muitos organismos, incluindo peixes, desempenhando um papel fundamental em várias funções biológicas, como a síntese de proteínas, a função imunológica e a reparação celular. No entanto, a concentração de zinco em ambientes aquáticos e a exposição excessiva a ele podem resultar em efeitos tóxicos junto à comunidade íctica.

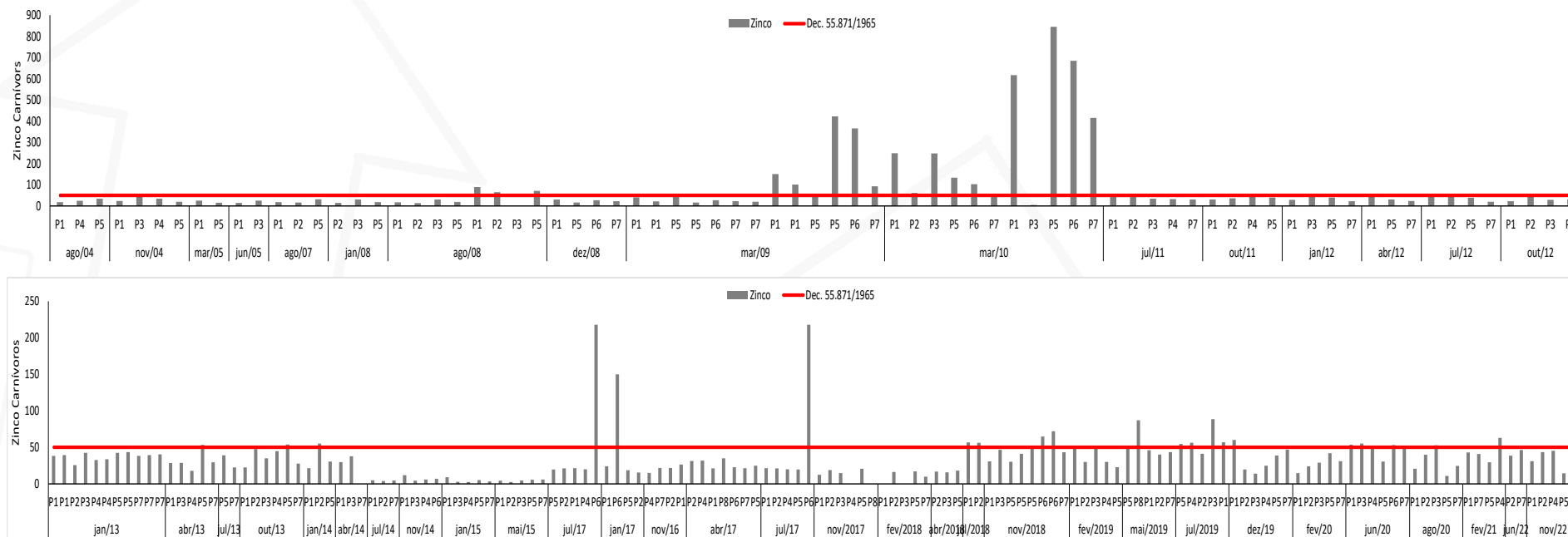
Apesar de ser essencial em quantidades adequadas, o zinco pode se tornar tóxico quando suas concentrações no ambiente aquático excedem os níveis normais. A toxicidade do zinco em peixes pode causar uma variedade de efeitos adversos, tanto fisiológicos como comportamentais. A contaminação por zinco em ambientes aquáticos geralmente resulta de atividades humanas, como a mineração, a metalurgia, o descarte inadequado de resíduos industriais e a poluição urbana.

Desta forma, considerando as atividades de mineração e produção energética, em que a queima do carvão mineral é necessária para a operação da UTE Candiota III, tal metal foi avaliado para verificar se o ambiente apresenta acumulação em excesso do mesmo, o qual pode ser avaliado por meio de avaliações de bioacumulação em tecidos de peixes.

Para carnívoros, houveram algumas extrapolações significativas para os anos de 2009 e 2010, assim como em 2017, além de outros excessos pontuais. Para raspadores, condição similar pode ser observada, com algumas amostras pontuais contendo zinco para além do indicado no Decreto 55.871/1995. Já para onívoros, se verifica uma maior acumulação entre os anos de 2004 e 2013, com menor incidência a partir deste período, porém, com extrapolações ainda presentes.

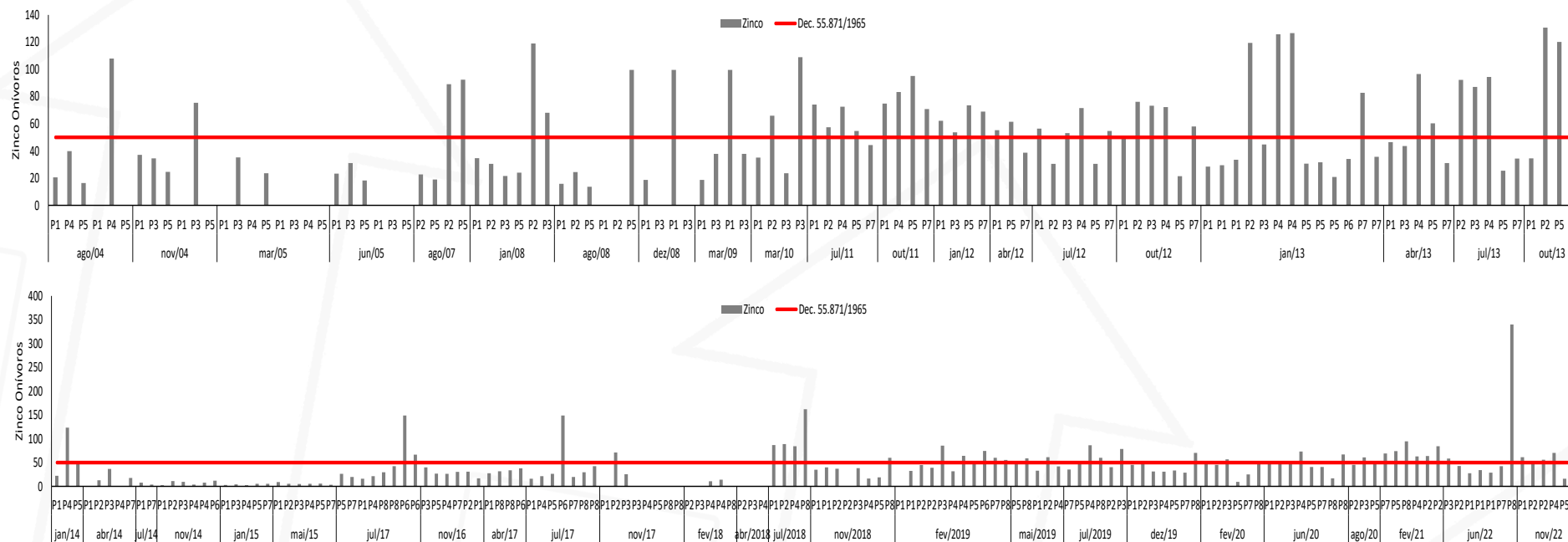
Assim, conclui-se que devido a presença de amostras com zinco em todas as guildas tróficas avaliadas, com maior constância para onívoros, faz-se necessário a continuidade da avaliação semestral deste metal na área de influência e de entorno da UTE Candiota III, por um período mínimo de dois anos. Os monitoramentos deverão ser realizados de forma semestral (inverno e verão), com coletas de amostras de tecidos para todas as guildas tróficas avaliadas (carnívoras, onívoras e raspadoras), nas mesmas estações amostrais já avaliadas.

Figura 31 - Níveis de Zinco em espécies carnívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



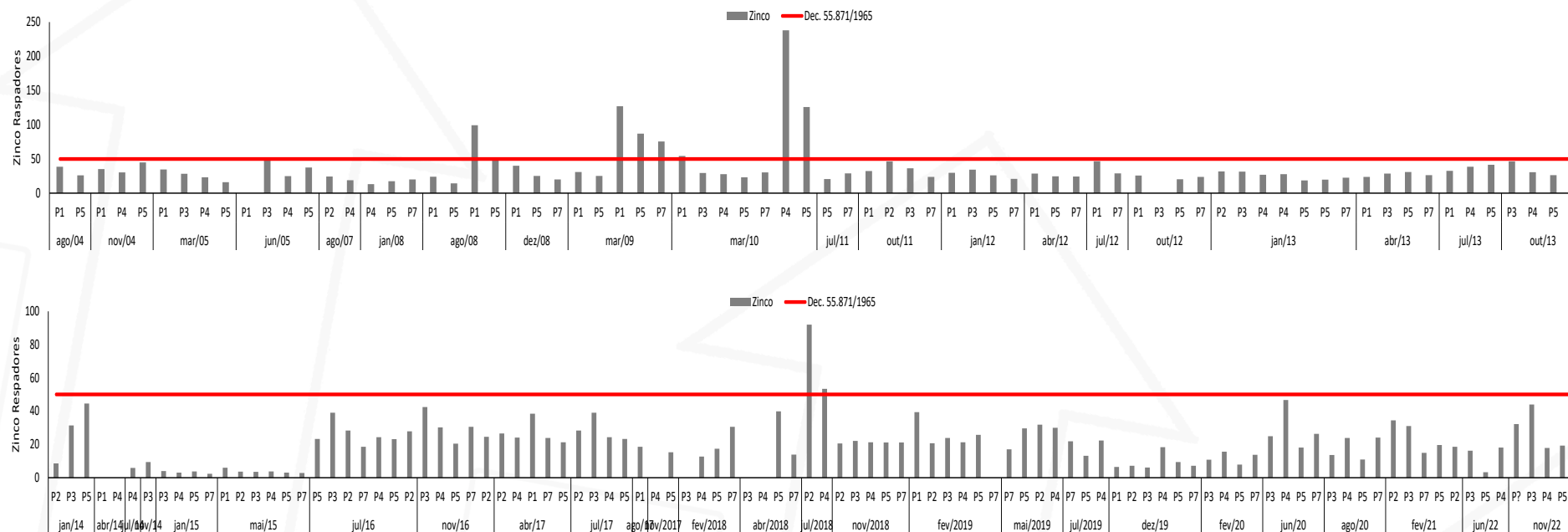
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 32 - Níveis de Zinco em espécies onívoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 33 - Níveis de Zinco em espécies raspadoras na área de monitoramento da UTE Candiota III, entre os anos de 2004 e 2022.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

3.5.4 Considerações Finais e recomendações

A Usina Termelétrica Candiota, vem sendo monitorada a mais de duas décadas no que diz respeito ao ambiente aquático. Dentre as diversas frentes analisadas, a ictiofauna foi monitorada em oito áreas amostrais, porém, com algumas diferenças temporais (início do monitoramento) entre si. Além disso, há também variações de análises realizadas entre as mesmas, conforme apresentado em itens anteriores a este documento. Abaixo, é apresentado as principais considerações, conclusões e recomendações no que diz respeito ao biomonitoramento da comunidade íctica local.

- De acordo com a análise de composição da comunidade íctica, foi verificado uma estabilização na curva de suficiência amostral, indicando que as espécies de peixes que utilizam o espaço foram registradas em sua maior parcela, com poucas possibilidades de elevar a riqueza já observada;
- Em relação ao Índice de Qualidade Ambiental (IQ), foi possível verificar a existência de um padrão para os ambientes monitorados, com classificações variando entre baixas e médias para os pontos amostrais P1, P2, P3, P4 e P7, enquanto que o P6 apresenta-se com os resultados menos expressivos (muito baixa) e para o P5 a classificação foi considerada “alta”. Mesmo com esse padrão evidente, se entende a importância na manutenção do programa dentro das condicionantes ambientais exigidas pela Licença de Operação da UTE Candiota III, porém, podendo ocorrer redução de amostragens sazonais para semestrais (verão e inverno) sem prejuízos ao acompanhamento do Índice de Qualidade Ambiental. Inverno e verão são importantes períodos dentro da ecologia de vida deste grupo faunístico, pois englobam períodos com dinâmicas correlatas a alimentação (inverno), onde os espécimes buscam por recursos para potencializar suas reservas energéticas, a fim de no período de piracema (que engloba o verão de cada ano), possam atingir um maior sucesso na reprodução e manutenção de suas populações locais.
- Para a análise de metais no tecido de diferentes guildas tróficas presentes na área avaliada e com possível interferência das atividades que envolvem as atividades operacionais da UTE Candiota III, análises temporais foram realizadas, onde foi verificado que os metais Chumbo, Cobre e Níquel, não apresentam histórico de influências negativas a qualidade do pescado, e por

consequência de possíveis contribuições provenientes das atividades operacionais da UTE Candiota III e das demais ocupações da área de entorno da mesma, onde se pratica atividades como a pecuária e o plantio de sementes. No entanto, para os demais metais (Arcênio, Cádmio, Cromo, Manganês, Mercúrio e Zinco), bioacumulações foram observadas ao longo do tempo avaliado, o que indica a necessidade de seu acompanhamento. Para tal, seu monitoramento deverá ser realizado de forma semestral, nas mesmas unidades amostrais já avaliadas, considerando as seguintes guildas tróficas: carnívora, onívora e raspadora.

4. PROGRAMA DE MONITORAMENTO PARA O AMBIENTE TERRESTRE

4.1 MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO

O monitoramento da vegetação campestre foi realizado do ano de 2011 até 2024 (14 Anos). As estações amostrais utilizadas foram: EA1, EA2, EA3, EA4 e EA5, sendo as respectivas coordenadas apresentadas anteriormente. O método de amostragem utilizado foi o de parcelas de 25 cm² (50 cm x 50 cm). Em cada estação amostral foi demarcado um transecto fixo, onde foram alocadas 38 parcelas, totalizando a amostragem de 190 parcelas por trimestre. Ao longo de cada ano, o monitoramento contou com a amostragem de 760 parcelas de 50 x 50 cm. A riqueza amostrada no local no ciclo de 2023-2024 foi de 152 taxa, sendo esse valor não muito diferente nos demais ciclos de amostragem realizados. Essa riqueza representa um valor médio de trabalhos realizados em formações campestres no Rio Grande do Sul (Boldrini et al., 1998; Zocche, 2002; Overbeck et al., 2006; Caporal & Boldrini, 2007; Ferreira et al., 2010; Setubal & Boldrini, 2012; Dresseno & Overbeck, 2013; Rolim et al., 2014).

O esforço amostral que foi empregado até o momento, no monitoramento da vegetação campestre, é enorme quando comparado aos artigos indexados na literatura e relacionadas com a vegetação campestre. Tomando como base os relatórios elaborados pela Fundação Luiz Englert, ocorreram algumas variações na vegetação campestre monitorada, contudo, nenhuma atribuída às atividades da Usina Termelétrica Candiota III. As principais influências que ocorreram na riqueza de espécies campestres foram a estiagem entre 2019 e 2022, onde ocorreu uma leve queda na riqueza e a influência negativa do cultivo de soja sob a diversidade de espécies campestre. Não há conclusões de que ocorra influência do empreendimento em questão na comunidade de espécies campestres da região. **Assim, com base nos argumentos supracitados, se propõe o encerramento do programa de monitoramento da vegetação campestre, uma vez que fica claro que a UTE Candiota III não apresenta influência sob a vegetação campestre regional.**

4.2 AVIFAUNA

Para o monitoramento da avifauna, foram selecionadas cinco estações amostrais, em que os ambientes de campos naturais foram priorizados. A localização dos mesmos é apresentada na tabela abaixo.

Tabela 7 - Localização dos pontos amostrais para a avifauna na área de influência da Usina Termelétrica Candiota III, Candiota – RS.

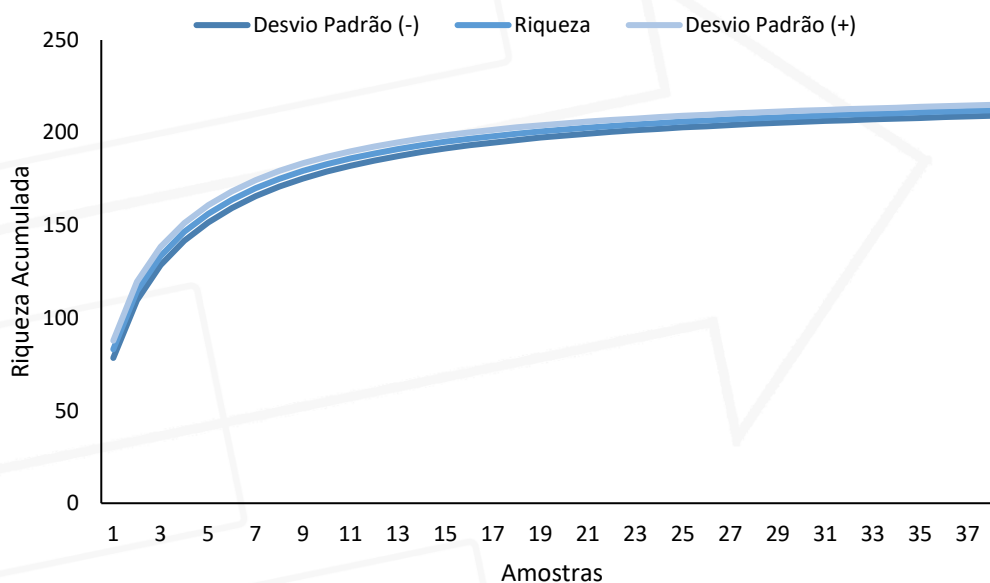
Pontos	Coordenadas Geográficas UTM 22J		Identificação do Local	Objetivo
	Latitude	Longitude		
EA 1	6503935,00	262163,00	Fazenda Serra da Veleda	Avaliar o background da região
EA 2	6501179,00	241561,00	Fazenda Três Lagoas	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão sobre o ecossistema terrestre na direção predominante do vento
EA 3	243736,00	6510363,00	Fazenda Candiota	Avaliar a contribuição direta da fonte de emissão na direção predominante secundária do vento
EA 4	248153,00	6509846,00	Chácara Santa Clara	Avaliar o impacto sobre o ecossistema terrestre na direção nordeste
EA 5	249292,00	6503784,00	Fazenda Santa Rita	Validar a estação de referência

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

A fim de verificar possíveis padrões na composição deste grupo faunístico, bem como de possíveis conflitos relacionados as ações operativas da UTE Candiota III, foram avaliados os dados registrados a partir do ano de 2012 até 2024, onde campanhas amostrais foram realizadas de forma trimestral.

Considerando as informações de presença e ausência de espécies ao longo dos 10 ciclos sazonais considerados, foi aplicada uma análise de “curva do coletor”, onde é possível verificar que há uma estabilização da mesma, ou seja, a curva atingiu sua assíntota. Isso significa que a comunidade de aves que utilizam a região já foi amostrada em sua grande maioria, sendo que novas espécies dificilmente serão registradas.

Figura 34 - Curva de acumulação de espécies registradas para a avifauna na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Ao levar em consideração a riqueza de espécies por ciclo sazonal e estações amostrais, foram considerados os dados levantados a partir do ano de 2016 a 2024, onde visivelmente há uma redução em número de espécies. Algumas hipóteses podem ser consideradas nessa avaliação, tais como as grandes variações das condições ambientais que assolaram o estado do Rio Grande do Sul neste período, em que longos períodos de estiagem foram registrados, assim como de níveis históricos de precipitações. Tais intemperes promovem afastamento de determinadas espécies da avifauna, especialmente aquelas que realizam migrações ao longo do ano. Outro fator determinante na redução desta riqueza, está associado a elevada transformação dos campos naturais da região em áreas agricultáveis, especialmente no que diz respeito a produção de soja. Isso acarreta em grandes e significativas perdas de habitats naturais para as aves, as quais deslocam-se para outras regiões em busca de melhores condições para o atendimento de suas dinâmicas ecológicas.

Assim, conclui-se que as atividades operacionais da UTE Candiota III, tendem a influenciar de forma diminuta na ocupação da avifauna local, onde os maiores prejuízos estão associados a conversão dos campos naturais em áreas agricultáveis. Tal expansão vem aumentando gradativamente nos últimos anos, ao ponto que algumas das estações de monitoramento já foram quase que totalmente convertidas

para a agricultura, reduzindo a possibilidade de registros que anteriormente eram realizados de forma corriqueira para algumas espécies de aves.

Tabela 8 - Riqueza de espécies de aves no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2016 a 2024.

Período	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
2016/2017	75	105	70	68	88
2017/2018	82	97	65	68	92
2018/2019	74	103	69	91	71
2019/2020	73	100	60	85	59
2020/2021	68	94	58	83	58
2022/2023	69	90	54	71	59
2023/2024	59	72	49	63	56

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Considerando os resultados e discussões acima, indica-se que o monitoramento da avifauna seja realizado nas mesmas áreas amostrais, porém, com campanhas semestrais (verão e inverno de cada ano), onde a influência das ações operativas da UTE Candiota poderá ser acompanhada, além de comprovar que a perda de habitats para a agricultura, é atualmente o maior conflito enfrentado pela avifauna na região.

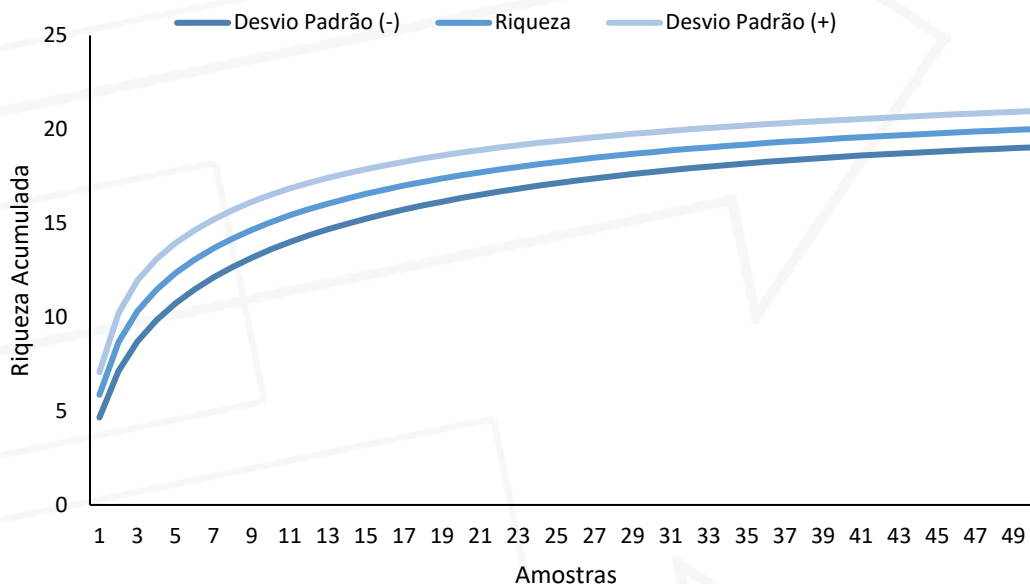
4.3 HERPETOFAUNA

A herpetofauna, que engloba anfíbios e répteis, vem sendo monitorada nas mesmas áreas amostrais apresentadas anteriormente para a avifauna. Nestes locais, foram realizadas buscas tanto em áreas de campos, interior de matas existentes, além de locais úmidos, como banhados, lagoas temporárias e permanentes, além das margens de possíveis cursos hídricos existentes.

Para uma melhor avaliação, anfíbios e répteis foram analisados de forma separada, onde foi possível observar o histórico temporal e espacial das espécies. Assim, foram realizadas análises que refletem se tais comunidades foram registradas de forma suficiente na área monitorada. As curvas de acumulação de espécies indicaram que para os anfíbios, a comunidade local já foi em sua grande maioria registrada, e que há poucas probabilidades de novos táxons serem encontradas. No entanto, ao considerar os répteis, os resultados apontam que ainda há espécies a

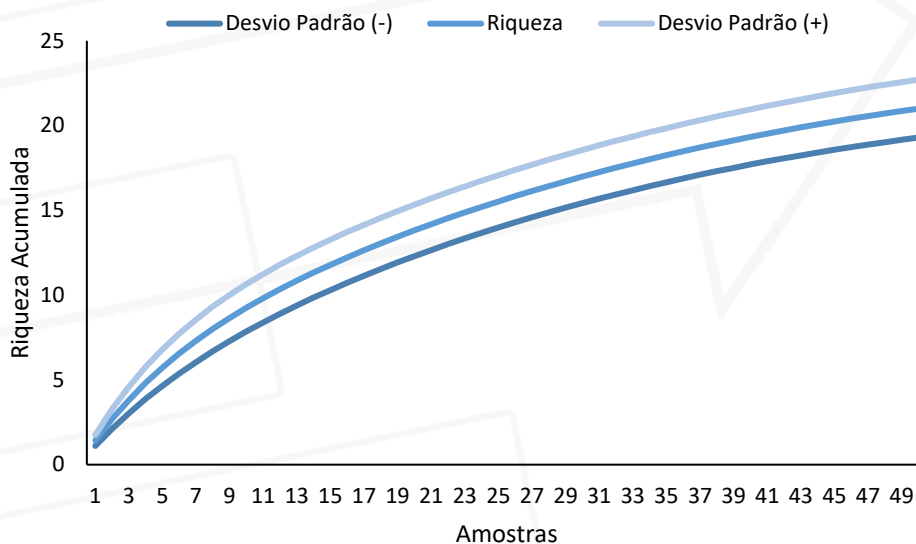
serem registradas, uma vez que a curva de suficiência amostral permaneceu ascendente.

Figura 35 - Curva de acumulação de espécies registradas para anfíbios na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 36 - Curva de acumulação de espécies registradas para répteis na área de influência da UTE Candiota, entre os anos de 2012 a 2024.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Já ao considerar a riqueza de espécies, para os anfíbios é possível observar que nos primeiros anos monitorados, um número maior de espécies foi registrado, com uma visível redução a partir do ano de um padrão similar ao registrado para a avifauna, onde temporalmente há uma visível redução a partir do ano de 2016, com um crescimento no último ciclo sazonal (2023/24). Para os répteis, houve uma visível

redução de registros de espécies entre os anos de 2016 e 2020, com uma elevação deste índice a partir disso, mantendo-se regular até o último ciclo sazonal considerado nesta análise (2023/24).

Tais resultados indicam flutuações na comunidade da herpetofauna, em que não se evidenciam influências diretas da operação da UTE Candiota III. Toda via, assim como mencionado para a avifauna, a alteração de campos nativos em áreas agricultáveis, onde significativas perdas de habitats ocorreram, promoveram uma nova face regional, onde a permanência das espécies fica restrita a pequenos trechos em que as condições ambientais foram mantidas. Além de restringir locais para a reprodução das espécies, há um aumento na competição por recursos, onde espécies mais sensíveis tendem a ser as mais prejudicadas.

Tabela 9 – Riqueza de espécies de anfíbios no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.

Períodos	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
2012/13	12	8	10	13	13
2013/14	8	10	4	8	7
2014/15	8	9	1	2	8
2016/17	6	4	4	6	9
2017/18	7	5	2	5	4
2018/19	5	3	4	7	6
2019/20	7	5	2	5	4
2020/21	5	5	3	6	3
2022/23	6	2	2	3	4
2023/24	9	8	3	8	5

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Tabela 10 – Riqueza de espécies de répteis no espaço e no tempo, na área de influência da UTE Candiota III, entre os anos de 2012 a 2024.

Períodos	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5
2012/13	0	1	2	4	1
2013/14	2	2	3	3	1
2014/15	1	5	2	3	0
2016/17	0	3	0	1	0
2017/18	0	2	0	1	0
2018/19	0	4	1	2	1
2019/20	0	1	1	1	0
2020/21	3	2	0	1	0
2022/23	1	0	2	0	1
2023/24	2	4	1	3	3

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Desta forma, considerando que o maior conflito enfrentado por este grupo faunístico está associado a perda de áreas nativas convertidas principalmente para o cultivo de soja, é possível concluir que a operação da UTE Candiota pouco vem causando condições adversas a manutenção da herpetofauna local. Assim, é indicado que o monitoramento seja realizado de forma semestral (verão e inverno de cada ano), em que será possível evidenciar possíveis impactos a este grupo faunístico frente a operação da UTE supracitada, bem como da expansão agrícola regional. Os monitoramentos deverão ser realizados nas mesmas regiões já avaliadas, porém, com possíveis ajustes dos ambientes para locais onde as condições sejam relacionadas a intervalos de campos nativos.

4.4 BIOINDICADORES DA QUALIDADE DO AR - FLORA

4.4.1 Apresentação

Este documento tem como finalidade otimizar os monitoramentos utilizado bioindicadores de qualidade de ar, realizados na área de influência da Usina Termelétrica Candiota III, localizada no município de Candiota -RS. Para tanto foram analisados os relatórios elaborados pela Fundação Luiz Englert, dos anos de 2011 até 2023. Analisando o material supracitado, se constatou uma deficiência na apresentação dos métodos utilizados, bem como da apresentação dos resultados e conclusões. Assim, será proposta uma reestruturação destes programas, afim de apresentar de forma mais clara e objetiva os métodos utilizados e os resultados obtidos.

4.4.2 Monitoramento Ativo

O monitoramento Ativo será realizado em 10 unidades amostrais, estas já utilizadas anteriormente, o que permitirá a comparação de resultados. Os locais estão dispostos na área de entorno do proposto empreendimento em diferentes distâncias e direções. As coordenadas geográficas das unidades amostrais a serem utilizadas no monitoramento são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 11 – Unidades amostrais do biomonitoramento passivo da qualidade do ar.

Estação amostral	Zona 22 J		Nome	Direção em relação à usina
	Longitude	Latitude		
EA 1	262163	6503935	Serra da Valeda	Leste
EA 2	241561	6501179	Fazenda Três Lagoas	Sudoeste
EA 3	243736	6510363	Fazenda Candiota	Noroeste
EA 4	248153	6509846	Chácara Santa Clara	Noroeste
EA 5	249292	6503784	Fazenda Santa Rita	Sudeste
EA 6	242441	6506467	Dário Lassance	Oeste
EA 7	236572	6500000	Fazenda São José	Sudoeste
EA 8	244070	6504011	Associação Funcionários da Usina	Sudoeste
EA 9	246406	6516544	Vila Operária	Norte
EA 11	232580	6492372	8 de Agosto	Sudoeste

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

As espécies utilizadas serão duas das já utilizadas anteriormente, para fins comparativos, sendo elas: *Parmotrema tinctorum* (acumuladora) e *Ramalina celsatri* (sensível). Os indivíduos serão coletados em fragmento florestal conservado e em local sem a influência de fontes poluidoras. A primeira campanha de coleta foi realizada em fevereiro de 2025, em uma área florestal conservada no município de Campo Belo do Sul – SC. Os indivíduos foram identificados no local por profissional habilitado e coletados com o auxílio de espátula plástica. Os indivíduos que apresentaram maior grau de desidratação, foram hidratados para facilitar a coleta. As coletas foram realizadas a aproximadamente 1,5 m do solo. Quando necessário foi removida a casca do forófito para evitar danos ao fungo liquenizado. Após a coleta os indivíduos foram armazenados em saco de papel até o transporte para o laboratório. No laboratório os indivíduos foram mantidos em sacos de papel em ambiente escuro e arejado, quando necessário os memos foram hidratados. Na sequência são apresentadas imagens da coleta.

UTE CANDIOTA III – REVISÃO DE ESCOPO

Figura 37 – Coleta dos fungos liquenizados.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 38 – Coleta dos fungos liquenizados.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 39 – *Parmotrema tinctorum*.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Figura 40 – *Ramalina celastri*.



Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

Para a alocação dos indivíduos em campo, serão realizados os seguintes procedimentos. Cada indivíduo será colocado em uma rede de frutas, que será fechada com uma abraçadeira plástica. Em cada unidade amostral, serão alocados um indivíduo de cada espécie no forófito, a uma altura de aproximadamente 1,5 m. O local será identificado por meio da coordenada geográfica e plaqueta numérica. Os indivíduos permanecerão no local por aproximadamente 10 meses (tempo semelhante ao utilizado anteriormente), quando serão coletados e encaminhados para as análises. Na análise serão testados os teores de cádmio (Cd), chumbo (Pb), zinco (Zn), enxofre (S) e flúor (F).

4.4.3 Monitoramento Passivo

O biomonitoramento passivo, até então é realizado trimestralmente e ocorre por meio da análise de metais nas seguintes espécies: *Elephantopus mollis*, Asteraceae, erva-grossa; *Baccharis crispa*, Asteraceae, carqueja; *Paspalum notatum*,

Poaceae, grama-forquilha. Devido a homogeneidade dos dados apresentados até o momento, se sugere uma redução das coletas do monitoramento passivo de trimestral para semestral. Essa redução na frequência das coletas se justifica pela pouca variação apresentada até o momento.

Cabe ressaltar que a espécie *Baccharis trimera* é sinônimo de *Baccharis crispa*, sendo tratada com o epíteto específico *trimera* na maioria dos relatórios. Assim, se tratando de uma mesma espécie, será realizada comparação entre as análises de metais de *B. crispa* e *B. trimera*. As amostras das 3 espécies serão coletadas nas mesmas unidades amostrais do monitoramento ativo. Os indivíduos serão coletados e armazenados em sacos de papel para envio ao laboratório, para a análise dos teores de cádmio (Cd), chumbo (Pb), zinco (Zn), enxofre (S) e flúor (F).

4.4.4 Análise do solo

Para a análise do componente edáfico também se propõe a continuação da coleta anual, sendo esta realizada nas mesmas unidades amostrais das coletas do monitoramento ativo e passivo. Para a coleta de solo, serão obtidas 5 sub-amostras por unidade amostral, onde cada sub-amostra apresentará 20 cm de profundidade e será obtida com o auxílio de pá de corte. Após a obtenção das 5 sub-amostras as mesmas serão homogeneizadas, formando a amostra da unidade amostral. Após a coleta, as amostras serão armazenadas em sacos plásticos e enviadas para a análise.

4.5 ATIVIDADE PECUÁRIA

Este programa tem como objetivo avaliar se existe influência das emissões da UTE Candiota III localizada no município de Candiota, na atividade pecuária local. Para tanto serão analisados: solo, vegetais e animais. O monitoramento será realizado em cinco Estações Amostrais, as coordenadas geográficas são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 12 – Coordenadas geográficas das Estações Amostrais utilizadas para o monitoramento relacionado à atividade pecuária.

UA's	Zona 22J	
	Latitude	Longitude
EA1	6486153.34 m S	255080.32 m E
EA2	6501179.00 m S	241561.00 m E
EA3	6506371.31 m S	240356.87 m E
EA4	6510366.04 m S	248108.72 m E
EA5	6501748.58 m S	250555.81 m E

Fonte: Ambiverse Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2025.

As informações históricas, indicam que as ações operativas da UTE Candiota III, contribuem de forma significativa na ocorrência de enfermidades orais nos rebanhos avaliados, com desgaste dos dentes em diferentes níveis. Tais condições, conforme dados históricos, são potencializados pelas partículas de sílica e flúor, as quais elevam suas concentrações no solo e nas pastagens. Todavia, algumas particularidades devem ser consideradas. A própria formação geológica da região, subsidia um incremento na concentração destes compostos. Outro fator de relevância está associado a redução da atividade pecuarista na região, em que uma significativa área de campos nativos que historicamente eram usados para a criação de ruminantes, foi e está em processo de conversão para áreas agricultáveis, onde grande quantidade de insumos agrícolas são usados para a correção do solo. Tal condição contribui de forma significativa na elevação de concentrações de Sílica e Flúor.

Para esta atividade é indicado o prosseguimento da metodologia já realizada nos últimos anos, a fim de verificar se a atividade pecuarista da região é impactada pela operação da UTE Candiota III, ou se as atividades regionais como a agricultura e mineração são agentes com maior potencialidade de causar conflitos a esta atividade. Ademais, indica-se que tal monitoramento ocorra por mais dois anos, relativo ao componente vegetativo, edáfico e animal com foco em ovinos. Após esse período, uma nova análise temporal será realizada, em que será possível indicar a necessidade de prosseguimento do respectivo programa. Os métodos são descritos no programa ambiental proposto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. 2013. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água. Brasília: ANA.228p.

ALBUQUERQUE, J. M. et al. Soil impacts caused by coal mining and coal mine waste. ResearchGate, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361495741>. Acesso em: 5 maio 2025.

ALMEIDA, R. M.; GUEDES, H. A. S.; FERREIRA, L. S. Avaliação da contaminação das águas subterrâneas em áreas industriais: estudo de caso em área de influência de atividade termelétrica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 24, n. 2, p. e8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.241920180070>. Acesso em: 24 abr. 2025.

ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, v. 17, n. 3, p. 333–347, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISO 19204:2012 – Avaliação da qualidade do solo – Diretrizes para a avaliação da ecotoxicidade dos solos e materiais relacionados. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 15470:2021. Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com *Hyalella* spp (Amphipoda) em sedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 12648: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 13373: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 15499: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica de curta duração - Método de ensaio com peixes. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 15847: Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento — Métodos de purga. Rio de Janeiro Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 1987b

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT/NBR 9898: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento. Rio de Janeiro Associação Brasileira de Normas Técnicas, , 1987

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13373:2021. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica com *Ceriodaphnia* spp. Rio de Janeiro, 2021.

ATSDR (2013). Chromium Toxicity. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=10&po=0> (Acesso: 13/03/2025).

BAPTISTA, D. F.; DORVILLE, L. F. M.; SILVEIRA, M. P. et al. Aplicação de um índice de integridade biótica usando macroinvertebrados bentônicos para avaliação de qualidade de água em rios costeiros do Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 413–432, 2007.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M.; DIAS, C. R. S. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006. 498 p.

BOLDRINI, I.I., MIOTTO, S.T.S., LONGHI-WAGNER, H.M., PILLAR, V.P. & MARZALL, K. 1998. Vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS. *Acta Botanica Brasilica* 12(1):95-106.

BORGES, L. A. A. et al. Avaliação ecotoxicológica de sedimentos utilizando *Hyalloa azteca*: implicações ambientais e metodológicas. *Revista Brasileira de Ecotoxicologia*, v. 15, n. 1, p. 21–32, 2020.

BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; ROLAND, F. Zooplâncton em ecossistemas aquáticos continentais: estrutura, função e aplicação em estudos ambientais. *Oecologia Australis*, v. 19, n. 1, p. 19–37, 2015. <https://doi.org/10.4257/oeco.2015.1901.02>

BRANDÃO, C. J. et al. (org.). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Brasília: ANA, 2011

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 2. ed. Brasília, DF: ANA, 2011. 326 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento/guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-agua-sedimento-comunidades-aquaticas-e-efluentes-liquidos>. Acesso em: 25 abr. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 454, de 1º de novembro de 2012. Dispõe sobre os procedimentos e critérios para o gerenciamento do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 02 nov. 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes

ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados como ferramenta de avaliação da integridade de riachos em bacia de mineração de ferro no Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 13, n. 1, p. 1–9, 2001.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/alb/a/WcXhSRHq74YMPdFyyhzN5nh/?lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CAPORAL, F.J.M. & BOLDRINI, I.I. 2007. Florística e fitossociologia de um campo manejado na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências* 5(2-3):37-44.

CCME – Canadian Council of Ministers of the Environment. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: summary tables. Winnipeg: CCME, 2002. Disponível em: <https://ccme.ca/en/res/sediment-quality-guidelines-for-the-protection-of-aquatic-life-summary-tables-en.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2009. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: 2008. São Paulo: CETESB.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade dos sedimentos em corpos hídricos do Estado de São Paulo: 2019. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/11/2020/10/Sedimentos-2019.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2025.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, 2010.

CUSTODIO, Emilio; LLAMAS, Manuel Ramón. *Hidrologia Subterrânea*. Barcelona: Ediciones Omega, 1996.

DOMÍNGUEZ, E.; FERNÁNDEZ, H. R. *Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo, 2009.

DRESSENO, A.L.P. & OVERBECK, G.E. 2013. Structure and composition of a grassland relict within an urban matrix: potential and challenges for conservation. *Iheringia. Série Botânica* 68:59-71.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). EPA 3050B:1996. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 1996.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). EPA 3051A:2007. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, Soils, and Oils. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2007.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). EPA 6010D:2018. Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2018.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). EPA 7010:2007. Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 2007.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERREIRA, P.M.A., MÜLLER, S.C., BOLDRINI, I.I. & EGGERS, L. 2010. Floristic and vegetation structure of a granitic grassland in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 33:21-36.

FERREIRA, W. R.; PAULA, F. R.; MACEDO, D. R.; HUGHES, R. M.; NASH, R. M.; CALLISTO, M.A multi-trait approach for assessing functional patterns of benthic macroinvertebrate communities in tropical streams. *Ecological Indicators*, v. 73, p. 505–513, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.021>. Acesso em: 28 abr. 2025.

FETTER, C. W. Applied Hydrogeology. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

GARZA, A.; VEGA, R.; SOTO, E. Cellular mechanisms of lead neurotoxicity. *Medical Science Monitor*, New York, v. 12, n. 3, p. 57-65, 2006

GENSEMER, R. W.; PLAYLE, R. C. The bioavailability and toxicity of aluminum in aquatic environments. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 29, n. 4, p. 315–450, 1999.

GUERTIN, J., JACOBS, J. A., & AVAKIAN, C. P. (Eds.). (2004). Chromium (VI) handbook. CRC press.

HIRATA, R.; REBOUÇAS, A. C. Sustentabilidade das águas subterrâneas no Brasil: desafios e perspectivas. *Revista USP*, São Paulo, n. 43, p. 120–135, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i43p120-135>. Acesso em: 24 abr. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados de estação automática – BAGE (A827), março de 2025. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 2 maio 2025

KAZMIERCZAK, R. F.; COSTA, G. M.; FRAGA, C. P. 2012. Avaliação da qualidade da água em áreas sob influência de empreendimentos termelétricos: um estudo de caso. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 17, n. 3, p. 281–288.

LANDRUM, P. F.; LEE, H.; LYONS, J. R. Toxicokinetics in aquatic systems: Model comparisons and use in hazard assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 23, n. 9, p. 1905–1915, 2004.

LOBO, E. A.; KNEIP, A.; COSTA, A. B. da; FERRARO, M.; KOTTEK, M. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil. *Environmental*

Monitoring and Assessment, v. 165, n. 1–4, p. 135–150, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0932-0>. Acesso em: 24 abr. 2025.

LONG, E. R.; MACDONALD, D. D.; SMITH, S. L.; CALDER, F. D. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management*, New York, v. 23, n. 4, p. 489–497, 1999.

MALTBY, L. et al. Linking stressors and responses in aquatic ecosystems: Mechanisms and ecological consequences. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 24, n. 6, p. 1367–1374, 2005.

MENEZES, R. S. C. et al. Comportamento geoquímico de metais em solos construídos após mineração de carvão em Candiota - RS. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 4. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1996.

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4. ed. Dubuque: Kendall Hunt, 2008.

MIKAC, N.; BRANICAA, M.; HARRISON, R.M. Total and organic lead distribution in water, sediment and organisms from eastern Adriatic coast. *Chemical Speciation and Bioavailability*, London, n. 13, p. 121-128, 2001.

MÜLLER, G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *GeoJournal*, [s.l.], v. 2, p. 108–118, 1969.

NECCHI JÚNIOR, O. *Ecologia de comunidades de algas perifíticas*. São Carlos: Rima, 2004.

OECD. Test No. 201: Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test. *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals*, Section 2, 2011.

OECD. Test No. 210: Fish, Early-Life Stage Toxicity Test. *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals*, Section 2, 2013.

OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66(4):1073-1090.

PEREIRA, M. C.; FREITAS, A. L. P.; LIMA, M. O. 2020. Monitoramento ambiental e responsabilidade social: contribuições para a gestão de empreendimentos de geração de energia térmica. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 53, p. 178–197.

REPULA, C. M. M.; CAMPOS, B. K.; GANZAROLLI, E. M.; LOPES, M. C.; QUINÁIA, S. P. Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce. *Química Nova*, Campinas, v. 35, n. 5, p. 905-909, 2012.

REID, J. W.; WILLIAMSON, C. E. Copepoda. In: THORP, J. H.; COVICH, A. P. (Eds.). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2010. p. 829–899.

REMOR, M. B.; MACEDO, D. R.; HUGHES, R. M.; KAUFMANN, P. R.; CALLISTO, M. Development and validation of a benthic macroinvertebrate multimetric index (MMI) for neotropical savanna headwater streams. *Ecological Indicators*, v. 30, p. 225–235, 2013.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.02.027>. Acesso em: 28 abr. 2025.

RESGALLA JR., C. et al. *Ecotoxicologia marinha: princípios e aplicações*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

REYNOLDS, C. S. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 535 p.

RIBEIRO, C. G.; ROCHA, O. Fitoplâncton como indicador da qualidade da água em reservatórios. In: TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. (Org.). *Limnologia*. São Carlos: Oficina de Textos, 2006. p. 735–757.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 1 nov. 2013. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2025.

ROCHA, O.; BOZELLI, R. L.; CÉSAR, D. E.; MAYORA, G. M. Zooplâncton em ecossistemas aquáticos brasileiros: padrões de resposta às alterações ambientais. *Oecologia Australis*, v. 22, n. 3, p. 180–199, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4257/oeco.2018.2203.03>. Acesso em: 24 abr. 2025.

ROLIM, R.G., SETUBAL, R.B., CASAGRANDE, A., RIVAS, M.I.E., DE NARDIN, J.A., PROENÇA, M.L. SANDRI, S.M., BONILHA, C.L. & BOLDRINI, I.I. 2014. Composição e estrutura de vegetação campestre em áreas com orientação norte e sul no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. *Iheringia. Série Botânica* 69(2):433-449.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. *The Diatoms: biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.

SAKAN, S. et al. Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza river sediments. *Journal of environmental management*, [s. l.], v. 90, p. 3382–3390, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.013>.

SETUBAL, R.B. & BOLDRINI, I.I. 2010. Floristic and characterization of grassland vegetation at a granitic hill in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Biociências* 8:85-111.

SOUZA, M. M.; GRISI, B. I.; LIMA, A. F. B. Ecotoxicologia aplicada ao monitoramento de recursos hídricos. *Revista Brasileira de Ecotoxicologia*, v. 12, n. 1, p. 1–12, 2019.

SUTHERLAND, R. A. et al. Characterization of Selected Element Concentrations and Enrichment Ratios in Background and Anthropogenically Impacted Roadside Areas. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 428–438, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s002440010057>

TAYLOR, S. R.; MCLENNAN, S. M. The geochemical evolution of the continental crust. *Reviews of Geophysics*, Washington, v. 33, n. 2, p. 241–265, 1985. DOI: <https://doi.org/10.1029/RG033i002p00241>.

TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Fitoplâncton. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C.; FORTI, M. C. (Org.). *Limnologia*. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2004. p. 161–201.

TUMOLO, M., ANCONA, V., DE PAOLA, D., LOSACCO, D., CAMPANALE, C., MASSARELLI, C., & URICCHIO, V. F. (2020). Chromium Pollution in European Water, Sources, Health Risk, and Remediation Strategies: An Overview. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5438.


TUREKIAN, K. K.; WEDEPOHL, K. H. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America Bulletin*, [s.l.], v. 72, n. 2, p. 175–192, 1961. Disponível em: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1961\)72\[175:DOTAIS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTAIS]2.0.CO;2). Acesso em: 25 abr. 2025.

USEPA. *Methods for Measuring the Acute and Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms*. EPA-821-R-02-013, 2002.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment-associated Contaminants with Freshwater Invertebrates*. EPA/600/R-99/064. Washington, DC, 2000.

ZAGATTO, P. A.; LORENZETTI, M. L.; LAMPARELLI, M. C.; SALVADOR, M. E. P.; MENEGON JR, N.; BERTOLETTI, E. 1999. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. *Acta Limnologica Brasiliensia*, Rio Claro, SP v. 11, n. 2, p. 111–126.

ZOCHE, J.J. 2002. Comunidades vegetais de savana sobre estruturas mineralizadas de cobre, na Mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS. Tese 248 f., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2025/10960
CONTRATADO			
2.Nome: OSVALDO ONGHERO JUNIOR		3.Registro no CRBio: 053504/03	
4.CPF: 008.568.549-64	5.E-mail: desenvolvergestaoambiental@gmail.com		6.Tel: (49)99927-2232
7.End.: 07 DE ABRIL 3489		8.Compl.: SALA 01	
9.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	10.Cidade: OURO	11.UF: SC	12.CEP: 89663-000
CONTRATANTE			
13.Nome: ÂMBAR SUL ENERGIA S. A.			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 01.600.202/0003-07	
16.End.: ESTRADA MIGUEL ARLINDO CAMARA 3601			
17.Compl.:		18.Bairro: VILA RESIDENCIAL	19.Cidade: CANDIOTA
20.UF: RS	21.CEP: 96495-000	22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;			
24.Identificação : MEIO AMBIENTE: REVISÃO E EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE BIOMONITORAMENTO AMBIENTAL (AMBIENTE TERRESTRE E AQUÁTICA) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UTE CANDIOTA III, CANDIOTA - RS.			
25.Município de Realização do Trabalho: CANDIOTA			26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE		28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS, AGRÔNOMOS E ENGENHEIROS AMBIENTAIS E SANITARISTAS	
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia; Educação; Ética; Microbiologia; Saúde Pública; Zoologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: COORDENADOR E RESPONSÁVEL TÉCNICO RELATIVO A REVISÃO E EXECUÇÃO DO PROGRAMA DE BIOMONITORAMENTO AMBIENTAL (AMBIENTE TERRESTRE E AQUÁTICA) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA UTE CANDIOTA III, CANDIOTA - RS.			
32.Valor: R\$ 100.000,00	33.Total de horas: 560	34.Início: JUL/2025	35.Término:
36. ASSINATURAS			37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data:	Data:		
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante		
OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00 856854964	Assinado de forma digital por OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964 Dados: 2025.07.22 11:39:15 -03'00'		
Assinado de forma digital por FABIO TALES BINDEMANN:72994274949 Dados: 2025.07.22 15:38:21 -03'00'			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 7757.8385.8698.9012

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br