



FUNDAÇÃO
renova

**MONITORAMENTO REPRODUTIVO DAS TARTARUGAS MARINHAS NA PLANÍCIE
COSTEIRA DO RIO DOCE**
Relatório Anual – Agosto/2018 a Julho/2019



MONITORAMENTO REPRODUTIVO DAS TARTARUGAS MARINHAS NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO DOCE

Fundação Pró-TAMAR

Relatório Anual – agosto/2018 a julho/2019

Linhares-ES

2019

SUMÁRIO

Sumário Executivo.....	5
1. Introdução	9
2. Objetivos	11
2.1 Objetivos Específicos.....	11
3. Metodologia	12
3.1 Área de Estudo	12
3.2 Equipe de Trabalho.....	13
3.3 Monitoramento dos ninhos	14
3.4 Monitoramento das fêmeas.....	16
3.5 Registro e análise dos dados	17
3.6 Apoio a pesquisas	18
4. Resultados	18
4.1 Monitoramento reprodutivo.....	18
4.2. Espécies.....	24
4.3. Histórico dos Ninhos	26

4.4. Taxas de Eclosão	32
4.5. Número de Filhotes	37
4.6. Tempo de Incubação	39
4.7. Monitoramento das fêmeas (noturno).....	42
5. Apoio a pesquisas	45
6. Conclusão.....	45
7. Referências.....	50
8. Equipe	53

Sumário Executivo

Este projeto é desenvolvido em atendimento ao 10º objetivo (Monitorar as áreas de desova de *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea* ao redor da foz do Rio Doce) do ANEXO 6 (Monitoramento de Mamíferos, Tartarugas e Aves Marinhas Associados à Foz do Rio Doce, Plataforma Continental E Áreas Protegidas Adjacentes) do TERMO DE REFERÊNCIA 4 (Programa De Monitoramento Da Biodiversidade Aquática), que traz as diretrizes para cumprimento da cláusula 165 do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC), na porção capixaba. Este Termo de Referência determina que seja apresentado um relatório técnico-científico a cada seis meses de atividade, sendo o primeiro apresentado em março de 2018. O presente relatório vem apresentar as atividades do segundo ano do monitoramento e, conseqüentemente, os dados reprodutivos das tartarugas marinhas registrados entre 01 de agosto/2018 a 31 de julho de 2019.

O contrato prevê o acompanhamento reprodutivo na área limitada entre a foz do rio Riacho, município de Aracruz, e a ilha de Guriri, incluindo trecho do município de Conceição da Barra. O monitoramento das desovas (período diurno) é realizado de forma uniforme em 4 bases, enquanto o monitoramento das fêmeas em processo de desova (período noturno) é intensificado nas bases de Comboios e Povoação, entorno da foz do rio Doce, onde historicamente há maior número de ocorrências, seguindo metodologia estabelecida pelo Projeto TAMAR.

O presente relatório, referente ao **segundo ano** de atividades, apresenta os dados reprodutivos das tartarugas marinhas registrados entre **01 de agosto/2018 e 31 de julho de 2019**.

Entre 1º de agosto de 2018 e 31 de julho de 2019, registramos 2.659 desovas e outras 918 ocorrências sem desovas nas quatro bases monitoradas, totalizando 3.577 registros reprodutivos. Com base na série histórica de dados do monitoramento de tartarugas marinhas da Fundação Pró-TAMAR na região, fizemos a comparação das últimas onze temporadas (2008/2009 – 2018/2019), incluindo a temporada atual (terceira após o vazamento de rejeitos) e dez temporadas anteriores (incluindo a temporada do vazamento; 2015/2016).

A distribuição das desovas nesta temporada apresentou uma leve tendência de crescimento em relação às demais temporadas anteriores (com acréscimo de 20,5% em relação ao relatório anterior, o que também foi observado em outros estados monitorados pelo TAMAR). Este leve aumento deve ser interpretado com cautela, visto que para aferir um crescimento significativo é necessária uma série de dados longa para que se com certeza a tendência da população (esta causada pelo próprio ciclo de vida das tartarugas).

Dentre os 2.659 ninhos desta temporada, estimou-se 2.444 da espécie *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), 93 ninhos de *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro), 107 de *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e 14 de *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente). Nesta temporada, não tivemos registros de desovas de *Chelonia mydas* (tartaruga-verde) na área monitorada.

A distribuição espacial das desovas nas praias monitoradas se manteve constante ao apresentado historicamente, considerando o número anual médio de desovas nas últimas 11 temporadas, com uma maior concentração de desovas em ambas as margens adjacentes à foz do Rio Doce, nas praias de Comboios e Povoação, com maior concentração de ninhos entre os Kms 30 a 44.

Dentre os ninhos marcados, 69% (n = 2659) foram efetivamente monitorados até o final do processo de incubação, sem qualquer tipo de perda (SU). Entretanto, destacamos um aumento na proporção de Predação Animal nos ninhos, principalmente em Comboios e Povoação. Nesta temporada, apesar dos esforços empregados na proteção dos ninhos com telas, obtivemos um aumento de quase 100% na proporção de ninhos predados em Comboios em relação à temporada anterior, e foi também o dobro da proporção encontrada em Povoação, o segundo local com maior número destes registros. A segunda maior proporção de perdas de ninhos se deu por ação da maré e erosão costeira (Perda por Maré). Nas últimas quatro temporadas, conforme descrito no relatório anterior, observou-se a constante **redução da faixa de praia**, principalmente nas bases de Povoação e Comboios, o que resulta em elevadas perdas de ninhos causados pela ação da maré, e maior necessidade de interferência no manejo dos mesmos (transferências para locais seguros).

Para evitar o aumento de perdas, nesta temporada, uma maior proporção de ninhos foram transferidos para locais mais seguros, especialmente em Comboios, que realizou o manejo com transferência de cerca de 40% dos ninhos, o que acarreta um esforço intenso dos técnicos para proteção dos mesmos. Apesar de garantir de forma efetiva a sobrevivência dos filhotes, a alta **taxa de transferências** também preocupa, pois pode resultar em diversos impactos aos filhotes, como redução da taxa de eclosão, alterações na proporção sexual e consequências genéticas a longo-prazo.

Avaliamos as taxas de eclosão dos ninhos para as duas principais espécies que desovam no litoral do ES (*Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*). Para ambas espécies, de forma geral, as taxas se apresentaram estáveis comparando as últimas onze temporadas. Para *C.caretta*, comparando as taxas de eclosão antes e depois do desastre, notamos que foram significativamente diferentes entre os períodos antes (2011-2014) e depois (2015-2018) do acidente, apresentando um incremento de 0.4% na taxa, o que provavelmente não é biologicamente significativo, sendo possivelmente influenciado pelo ano de 2014/2015, que apresentou uma baixa na taxa de eclosão média da espécie. Analisando separadamente as Bases de pesquisa de Comboios e Povoação, verificamos que a Base de Comboios apresentou uma baixa significativa na taxa de eclosão durante a temporada em questão (de 80% para 60%). Também verificamos uma diferença entre a taxa de eclosão ao longo da praia, com o extremo sul e norte tendo geralmente menores taxas de eclosão. Em 2018/2019, no trecho central da praia, onde geralmente se encontram as melhores taxas, houve uma diminuição considerável das mesmas. Entre as hipóteses levantadas estão as possíveis alterações físicas do ambiente praiado relacionadas a mudanças na dinâmica de praia (eventos de erosão e diminuição da faixa de berma), ou a possíveis mudanças na composição química dos sedimentos. Para *D. coriacea*, não houve diferença significativa na taxa de eclosão entre o período 2011-2014 e 2015-2018, tampouco entre as diferentes bases.

Registramos o nascimento de 141.661 filhotes de quatro espécies de tartarugas marinhas. Contudo, nesta temporada, devido ao alto índice de perdas por predação animal ao sul da foz do rio Doce, o número de filhotes na base de Comboios foi inferior à base do Pontal do Ipiranga, que possui menos desovas.

Entre outubro/18 e janeiro/19 realizamos o monitoramento noturno para flagrante das fêmeas diariamente, nas bases de Comboios e Povoação. Nas bases de Pontal do Ipiranga e Guriri, onde há menor número de registros por km, o monitoramento noturno ocorreu de forma esporádica. Registramos 651 flagrantes de fêmeas na praia, sendo 355 indivíduos diferentes (algumas fêmeas foram flagradas mais de uma vez na temporada). Destes 355 flagrantes, 326 foram da espécie *C. caretta*, 15 da espécie *D. coriacea*, 12 de *L. olivacea* e 2 de *E. imbricata*. Entre as *C. caretta* flagradas, identificamos nove indivíduos com possível *Blefarite* (inflamação da pálpebra dos olhos), um aumento no observado na temporada anterior (N=4).

Com base nestes dois anos de monitoramento, avaliamos que é necessária cautela nas conclusões sobre os efeitos causados pelo vazamento dos rejeitos sobre o comportamento e parâmetros reprodutivos das tartarugas marinhas. Ademais, alguns impactos podem demorar um tempo considerável até se manifestarem. Desta maneira, evidencia-se a importância do desenvolvimento e aprofundamento das análises visando avaliar os parâmetros relacionados à reprodução das tartarugas marinhas na região da foz do Rio Doce.

1. Introdução

Estratégias de manejo para a recuperação de espécies em perigo de extinção dependem do conhecimento de diversos parâmetros demográficos, incluindo tamanho populacional, sobrevivência, recrutamento e crescimento (Lotze et al. 2011, Mills 2013). Estudos de longo prazo são fundamentais para informar sobre estes parâmetros e essenciais para avaliar as estratégias de conservação (Brook et al. 2000, Magurran et al. 2010). No ambiente marinho, animais como as tartarugas marinhas possuem ciclo de vida longo e complexo, com crescimento lento, maturidade tardia e baixa capacidade reprodutiva (Musick et al. 2000, Scott et al. 2012, Colman et al. 2015). Estas características levam a baixas taxas de recuperação e baixa resiliência a perturbações antropogênicas, ressaltando a importância do conhecimento da biologia básica, bem como do monitoramento constante das populações.

No Brasil, a Fundação Pró-TAMAR (entidade de direito privado, sem fins lucrativos) foi constituída em 18 de maio de 1988 para apoiar as atividades desenvolvidas desde 1980 pelo Projeto TAMAR ao longo do litoral brasileiro. Sua missão é *“Promover a recuperação das populações de tartarugas marinhas, desenvolvendo ações de pesquisa, conservação e inclusão social”*, e executa a maior parte das ações do PAN - Plano Nacional de Ação para a Conservação das Tartarugas Marinhas no Brasil do ICMBio/MMA.

Atualmente a Fundação Pró-TAMAR está presente em 26 localidades distribuídas em nove (09) estados brasileiros, entre zonas costeiras e ilhas oceânicas. Nestas regiões são realizadas ações de proteção, manejo e pesquisa das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil, além de atividades de envolvimento comunitário, educação ambiental, valorização da cultura local e geração de novas oportunidades de renda.

Atuando desde 1982 no Espírito Santo, a Fundação Pró-TAMAR se dedica a ações de proteção e pesquisas relacionadas às espécies de tartarugas marinhas que desovam no litoral norte capixaba. Dos seus 392 km de extensão, 159 km foram monitorados pela Fundação Pró-TAMAR em 2018 para marcação e proteção das desovas e fêmeas de tartarugas marinhas. Composto pelas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, este trecho que circunda a região da foz do rio Doce é de extrema importância para a conservação de

tartarugas marinhas, reconhecida como segundo maior sítio reprodutivo no Brasil da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) e a única área conhecida em todo litoral brasileiro com desovas regulares da tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), espécie considerada Criticamente Ameaçada de extinção no Brasil (Machado et al. 2008) e subpopulação considerada Criticamente em Perigo pela IUCN (Wallace et al. 2013).

Em reconhecimento ao seu longo período de atuação na região, em junho/2017, a Fundação Pró-TAMAR firmou o contrato de prestação de serviço nº 4800000309 com a Fundação Renova para a execução do monitoramento das tartarugas marinhas no litoral norte do Espírito Santo para avaliação dos efeitos do vazamento dos rejeitos da mineração sobre os parâmetros reprodutivos das tartarugas marinhas.

Neste relatório apresentam-se os resultados do monitoramento reprodutivo como descrito no contrato, referente ao **segundo ano** de atividades, com dados reprodutivos das tartarugas marinhas registrados entre **01 de agosto/2018 e 31 de julho de 2019**. São apresentados aqui os resultados do acompanhamento reprodutivo na área limitada entre a foz do Rio Riacho, município de Aracruz, ao sul, e a ilha de Guriri, incluindo trecho do município de Conceição da Barra, ao norte. O monitoramento reprodutivo segue a metodologia padrão estabelecida pelo Projeto TAMAR (Marcovaldi e Marcovaldi 1999) e que tem reflexo nos termos e procedimentos adotados pelo Centro TAMAR/ICMBio. A metodologia padrão de monitoramento reprodutivo gera dados que já foram utilizados para a produção de importante conhecimento sobre a biologia e ecologia das espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Espírito Santo através da publicação de diversos artigos científicos (Baptistotte et al. 1999, Baptistotte et al. 2003, Marcovaldi e Marcovaldi 1999, Marcovaldi e Chaloupka 2007, Thomé et al. 2007, Marcovaldi et al. 2016, Barreto et al. 2019, Colman et al. 2019).

2. Objetivos

O objetivo do monitoramento reprodutivo é manter e reforçar os estudos dos parâmetros das desovas de tartarugas marinhas na região, assim como as ações de conservação, segundo diretrizes do PAN - Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas.

2.1 Objetivos Específicos

1. Avaliação do comportamento reprodutivo das fêmeas das tartarugas marinhas;
2. Análise da distribuição dos ninhos a nível espacial e temporal;
3. Análise de parâmetros reprodutivos como taxa de eclosão e tempo de incubação;
4. Apoio na avaliação dos efeitos da contaminação sobre a saúde das fêmeas e filhotes.

3. Metodologia

Conforme apresentado no Termo de Referência do Centro TAMAR/ICMBio, a execução das atividades é baseada na metodologia padrão do Centro TAMAR de monitoramento de praias, que mobiliza mão-de-obra local, de pescadores e moradores tradicionais da costa, para detecção e monitoramento das fêmeas, ninhos e filhotes, levando em conta o conhecimento tradicional, trabalho supervisionado por técnicos graduados na área de biologia ou afins.

Nos meses de agosto e setembro de 2018 realizamos a mobilização para o monitoramento e trabalhos de campo, detalhamento e planejamento das atividades da temporada reprodutiva 2018/2019, o que inclui a revisão da metodologia e adequação às estratégias de trabalho, seleção e contratação de candidatos, compra de equipamentos e material de campo, alinhamento das normas de segurança do trabalho, revisão dos programas PPRA e PCMSO, reuniões de ambientação e nivelamento com toda equipe contratada e reunião de divulgação do início da temporada para as comunidades.

As atividades de monitoramento dos ninhos ocorrem diariamente entre setembro de 2018 e março, e esporadicamente no restante do ano, em caso de ainda restarem ninhos na praia nos meses seguintes, ou em casos de novas ocorrências reprodutivas. O monitoramento das fêmeas, realizado no período noturno, é realizado entre outubro e janeiro.

Entre maio e julho, meses considerados como *baixa temporada*, em que o trabalho de campo diminui consideravelmente, a equipe técnica se concentra na avaliação, correção e validação do banco de dados reprodutivo, organização dos cadernos de campo, relatorias, manutenção de veículos e equipamentos, organização da base e levantamento dos materiais necessários para a temporada seguinte.

3.1 Área de Estudo

A área de monitoramento de tartarugas marinhas abrange a planície costeira da foz do rio Doce, litoral norte do Espírito Santo, desde a foz do Rio Riacho, na praia de Comboios, município de Aracruz, até a foz do Rio Cricaré, em Guriri, em Conceição da Barra. A área é dividida em quatro: Base de Comboios, Base de Povoação, Base do Pontal do Ipiranga e Base

de Guriri (Figura 1), quilometradas por estacas, de sul para norte, iniciando em Comboios (km 1) até Guriri (km 159).

3.2 Equipe de Trabalho

A equipe de trabalho é composta por coordenação técnica, pesquisadores (executores de base), *trainees*, agentes locais, auxiliares de manutenção e tartarugueiros (localmente conhecidos como “carebeiros”). Destes, somente os *trainees* e tartarugueiros são temporários, contratados durante a temporada reprodutiva das tartarugas marinhas. O número de contratados varia por base, de acordo com a extensão e atividades realizadas em cada uma. Todas as contratações são regime CLT.

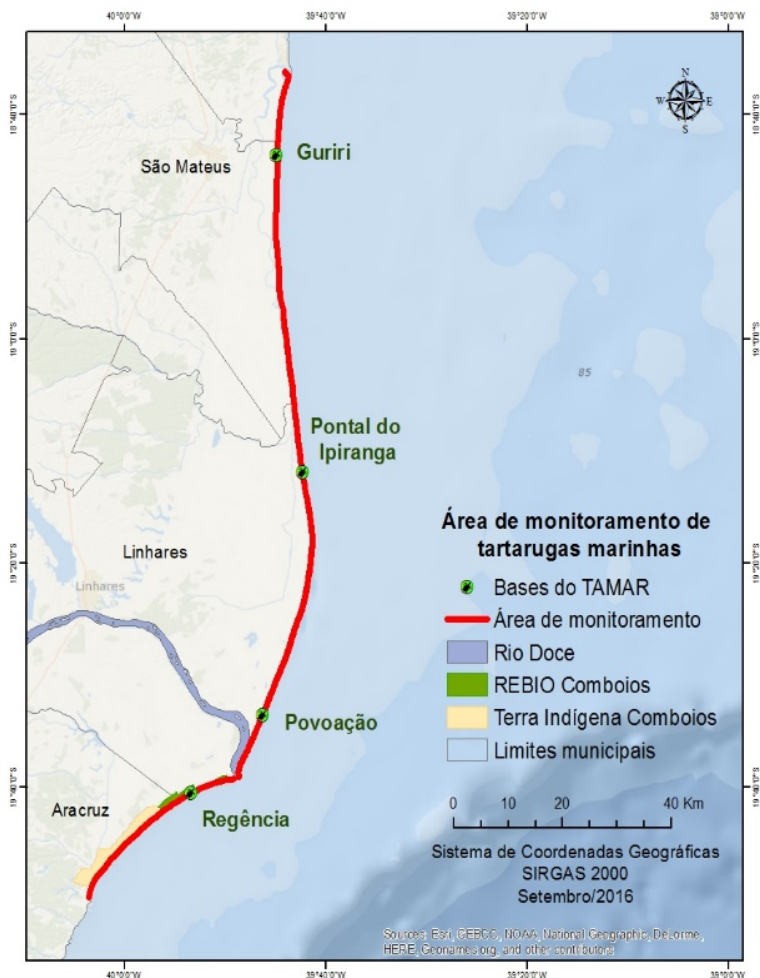


Figura 1: Área de estudo reprodutivo de quelônios marinhos.

Equipes

- Equipe Comboios: 1 pesquisador; 1 agente local; 1 auxiliar de manutenção; 2 *trainees* e 3 tartarugueiros;
- Equipe Povoação: 1 pesquisador; 1 executor de campo; 1 auxiliar de manutenção; 2 *trainees* e 8 tartarugueiros;
- Equipe Pontal do Ipiranga: 1 pesquisador; 1 agente local; 1 auxiliar de manutenção; 1 *trainee* e 8 tartarugueiros;
- Equipe Guriri: 1 pesquisador; 1 auxiliar de manutenção; 1 *trainee* e 7 tartarugueiros.

A seleção da mão-de-obra para a temporada reprodutiva foi realizada buscando moradores da localidade, atendendo a estratégia de geração de emprego e renda para a comunidade realizada pela Fundação Pró-TAMAR.

3.3 Monitoramento dos ninhos

No início de todas as manhãs, a equipe percorre as praias para localizar as ocorrências reprodutivas das tartarugas marinhas, evidenciadas pelos rastros deixados na areia pelas fêmeas, e identificar os ninhos com estacas numeradas. As informações são repassadas para a equipe técnica (pesquisadores e *trainees*), que registram data, localização, praia, km, tipo de ocorrência (com desova, sem desova, meia lua ou não identificado) entre outras informações relevantes identificadas em campo.

Quando necessário, o ninho é protegido por telas contra predadores ou transferido para local mais seguro (por exemplo, quando houver risco de erosão pela maré, desorientação dos filhotes por fotopoluição, predação por animais domésticos, ou outras ameaças – Figura 2). A transferência dos ninhos exige técnicas apropriadas. Quando necessária sua realização, utiliza-se caixas de isopor ou plástico para o transporte dos ovos e exige pessoas capacitadas para a atividade.



Figura 2: Manejo de ninhos a serem transferidos para evitar perda, realizado durante o monitoramento diurno.

O monitoramento e manejo dos ninhos é realizado utilizando um quadriciclo para percorrer as praias. Os ninhos registrados são acompanhados e protegidos até sua eclosão. Quando os filhotes nascem, o ninho é então escavado e outros dados são coletados, como a espécie, número de filhotes vivos, natimortos, ovos não viáveis, etc.

Seguindo as diretrizes do Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas, sempre que possível, aproveita-se o período de nascimento dos filhotes como ação também de sensibilização ambiental, permitindo o acompanhamento de moradores e turistas durante a abertura dos ninhos e liberação dos filhotes retidos.

O monitoramento dos ninhos permite o levantamento de parâmetros importantes como espécie, distribuição espacial e temporal, sucesso de eclosão, período de incubação, local de preferência de desovas, anormalidades, taxa e tipo de perdas, etc. Através da comparação destes e outros parâmetros com a série histórica de monitoramento dos ninhos na região é

que se pretende realizar as análises e avaliações das tendências destas populações que frequentam o litoral para desovarem, bem como detectar possíveis mudanças em parâmetros reprodutivos.

3.4 Monitoramento das fêmeas

Este estudo requer o monitoramento noturno das praias para flagrar as fêmeas em processo de desova. No período entre outubro e janeiro ocorrem patrulhas entre as 20h e 2h da manhã (desconsiderando horário de verão), nas áreas de maior concentração de ocorrência das desovas, ou seja, no entorno da foz do rio Doce (bases de Comboios e Povoação). Como cerca de 71 % dos registros de desovas de *Caretta caretta* e 86% de *Dermochelys coriacea* se concentram nas bases de Comboios e Povoação (dados 1982-atual), esta área foi a escolhida para os estudos de marcação e recaptura, com metodologia específica. Esta área também possui uma série histórica robusta de dados que permitem análises comparativas. Este trecho é denominado de Área de Estudo Integral (AEI). Em Comboios, a AEI se estende entre os km 18 e 37; em Povoação, entre os km 38 e 49. Nas demais áreas também há incursões noturnas, porém, com menor esforço devido ao menor número de desovas.

Por causa do grande deslocamento internidal (período entre uma desova e outra na mesma temporada) da *Dermochelys coriacea* (tartaruga gigante), há dias em que o monitoramento noturno é estendido por mais 5 km nas bases de Comboios e Povoação e também inclui as bases de Pontal do Ipiranga e Guriri, de acordo com as datas previstas de retorno das fêmeas.

Quando encontradas, as fêmeas são marcadas com marcas metálicas, ou, se já existentes, o número da marca é registrado. Dados biométricos e outros também são coletados, seguindo protocolo padrão do Centro TAMAR (Figura 3). Estas informações permitem uma estimativa do número de fêmeas utilizando as praias de desova, número de ninhos por fêmea (informação importante para estimativas de tamanho populacional), análise do período e deslocamento internidal, retornos interanuais (remigração) e locais de preferência para desovas. A observação das fêmeas e sua reincidência para postura dos ninhos auxilia na avaliação do comportamento dos animais, como afugentamento e outros impactos, como

saúde geral do animal, evidência de possíveis interações com pesca e/ou presença de parasitas ou doenças.



Figura 3: Biometria e marcação de fêmea de tartarugas marinhas em processo de desova, flagradas durante o monitoramento noturno.

3.5 Registro e análise dos dados

Os dados coletados em campo são inseridos diariamente no Sistema de Informações do Projeto TAMAR - SITAMAR pelo pesquisador de cada área/base. Após a inserção, os dados são conferidos e validados por técnicos de outras bases, para garantir maior segurança no registro das informações.

As análises estatísticas apresentadas neste relatório foram realizadas no software R versão 3.5.1 (R Core Team 2018), aplicando nível de significância de 0.05. Na análise de taxas de eclosão, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Hollander e Wolfe 1999). Para a análise das taxas de eclosão da Praia de Comboios, foi utilizada uma regressão polinomial com peso local não-paramétrica computada seguindo o método Loess; utilizando parâmetro

de “smoothing” (alpha) de 0.65 em todos os cálculos (Thomé et al. 2007). A variação anual no tempo de incubação foi analisada utilizando uma regressão polinomial local, utilizando o pacote ‘lofit’ (Loader 1999) no software R.

3.6 Apoio a pesquisas

A Fundação Pró-Tamar apoia a realização de outras pesquisas relacionadas à ecologia reprodutiva dos animais e avaliação de impactos do aporte dos rejeitos de minério sobre diversos táxons na região da foz do rio Doce. Esta contribuição refere-se ao apoio técnico para troca de informações, treinamentos, abordagem de fêmeas, coleta de material biológico, entre outros.

4. Resultados

4.1 Monitoramento reprodutivo

Entre 1º de agosto de 2018 e 31 de julho de 2019, registramos 2.659 desovas e outras 918 ocorrências sem desovas nas quatro bases monitoradas, totalizando 3.577 registros reprodutivos (Tabela 1). As ocorrências sem desovas se referem à subida da fêmea à praia, porém, sem realizar a postura dos ovos. Os registros reprodutivos caracterizados como não-desovas podem ser:

- Meia Lua: caracterizada por subida da fêmea sem a realização de nenhuma etapa do processo de postura. Normalmente o rastro nesta situação tem uma trajetória de "meia lua" na areia (Figura 4).
- Sem Desova: a fêmea sobe à praia, realiza uma ou mais etapas do processo de desova (confeção da cama, abertura da cova) mas não efetua a desova.
- Processo de Desova Interrompido: Quando o processo de desova é interrompido por algum tipo de perturbação, seja ela humana ou animal.
- Não Determinado: Quando uma ocorrência de tartaruga marinha não pode ser identificado conforme a classificação acima.

Tabela 1: Número de registros reprodutivos de tartarugas marinhas na temporada 2018/2019 nas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, litoral norte do Espírito Santo, Brasil. CD=Com Desova; ML=Meia Lua; SD=Sem Desova; PI= Processo Interrompido; ND=Não Determinado.

BASES	CD	ML	ND	PI	SD	Total Base
Comboios	833	303	36	10	56	1238
Povoação	1042	259	21	2	39	1363
Pontal do Ipiranga	564	95	3	-	62	724
Guriri	220	22	-	2	8	252
Total Registros	2659	679	60	14	165	3577



Figura 4: “Meia lua” de tartaruga marinha na praia de Comboios, Espírito Santo.

Vale destacar que o número de ninhos (ou registros reprodutivos totais), não corresponde diretamente ao número de fêmeas desovando em uma região, visto que as fêmeas geralmente realizam mais de uma desova na mesma temporada reprodutiva.

Com base na série histórica de dados do monitoramento de tartarugas marinhas da Fundação Pró-TAMAR na região, fizemos a comparação das últimas onze temporadas

(2008/2009 – 2018/2019), incluindo a temporada atual (terceira após o vazamento de rejeitos) e dez temporadas anteriores (incluindo a temporada do vazamento; 2015/2016).

A Figura 5 mostra o comparativo do total de ocorrências reprodutivas, discriminando as desovas de outras ocorrências reprodutivas sem desovas (meia luas, sem postura ou processo interrompido), nas temporadas mencionadas, para todas as espécies que ocorrem na área monitorada.

A distribuição das desovas segue o padrão característico das populações de tartarugas marinhas, com variabilidade anual no número de ninhos. Na temporada 2015/2016 foi registrado um aumento significativo no número de desovas de todas as espécies (aproximadamente 100% em relação ao ano anterior). Nas temporadas seguintes, o padrão do número anual de desovas manteve a tendência de crescimento constante em relação às demais temporadas anteriores (com exceção de 2015/2016).

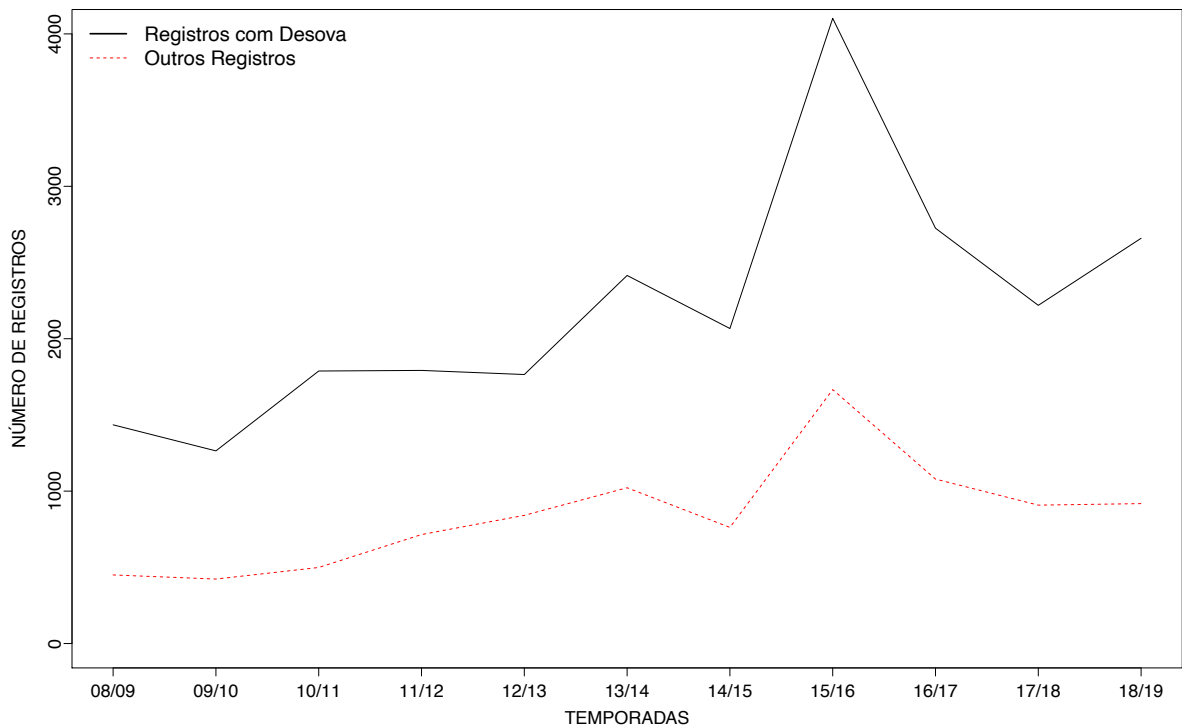


Figura 5: Total de ocorrências reprodutivas de tartarugas marinhas entre as temporadas 08/09 e 18/19 no litoral do Espírito Santo, Brasil: desovas e outras ocorrências sem desovas (meia luas, sem postura, ou processo interrompido).

No entanto, como mencionado acima, estimativas de tendência populacional devem ser feitas por espécie e com cautela, visto que exigem uma série de dados longa para que se observe aumento ou diminuição (causado pelo próprio ciclo de vida das tartarugas). Esta flutuação no número de ninhos entre temporadas é característica do comportamento reprodutivo das tartarugas marinhas e reflete o fato de que as fêmeas geralmente não voltam para desovar todos os anos, sendo os picos ou baixas vistos no gráfico relacionados aos intervalos de remigração de cada espécie.

Vale ressaltar que o aumento de 20,5% no número de desovas de *C. caretta* na temporada 2018/2019 em relação a temporada anterior (2017/2018) não ocorreu somente no Espírito Santo, sendo observada também nas bases do Rio de Janeiro, Bahia e Sergipe. (\bar{x} =19,5%; SITAMAR/Fundação Pró-Tamar, dados não publicados), o que evidencia um padrão geral de aumento para *C. caretta* no litoral brasileiro, não associado a uma localidade específica.

Distribuição Mensal das Desovas

Avaliamos a distribuição temporal (mensal) de desovas para as duas principais espécies que reproduzem na área de estudo (*Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*) da temporada 2008/2009 até o presente (Tabela 2; Figura 6). Para esta temporada, a distribuição das desovas para cada espécie manteve o padrão histórico encontrado na região, com as desovas concentradas entre setembro e fevereiro, e um pico da atividade reprodutiva nos meses de outubro a dezembro, especialmente no mês de novembro.

Tabela2: Número de desovas mensais de *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea* na temporada atual e dez temporadas anteriores no litoral do Espírito Santo, Brasil.

	TEMPORADAS										
	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19
<i>Caretta caretta</i>											
AGOSTO	0	1	0	1	0	0	0	2	1	0	1
SETEMBRO	14	21	19	13	9	43	18	47	23	10	54
OUTUBRO	204	191	165	187	183	327	166	579	254	253	410
NOVEMBRO	276	272	339	351	398	617	438	1068	442	470	660
DEZEMBRO	227	234	346	346	410	446	499	774	557	471	423
JANEIRO	79	90	129	123	173	92	198	187	195	193	146
FEVEREIRO	12	9	12	28	35	13	39	26	27	50	38
MARÇO	3	5	3	4	9	6	8	9	9	14	3
ABRIL	0	0	0	0	4	1	0	0	1	10	0
MAIO	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0
JUNHO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
JULHO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermochelys coriacea</i>											
AGOSTO	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SETEMBRO	0	0	1	1	1	3	1	0	1	0	2
OUTUBRO	9	1	2	12	31	19	5	14	7	11	26
NOVEMBRO	11	7	6	29	59	50	18	28	14	16	35
DEZEMBRO	15	9	6	38	59	26	19	25	15	17	26
JANEIRO	1	6	0	8	18	5	7	6	0	8	4
FEVEREIRO	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
MARÇO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ABRIL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MAIO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JUNHO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
JULHO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

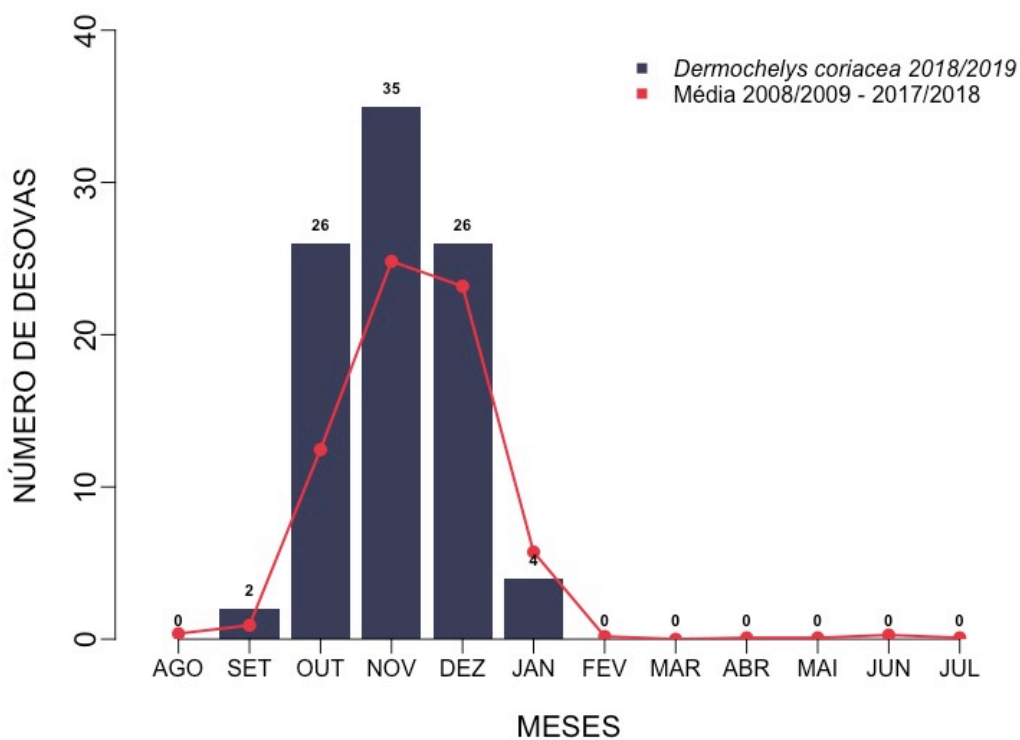
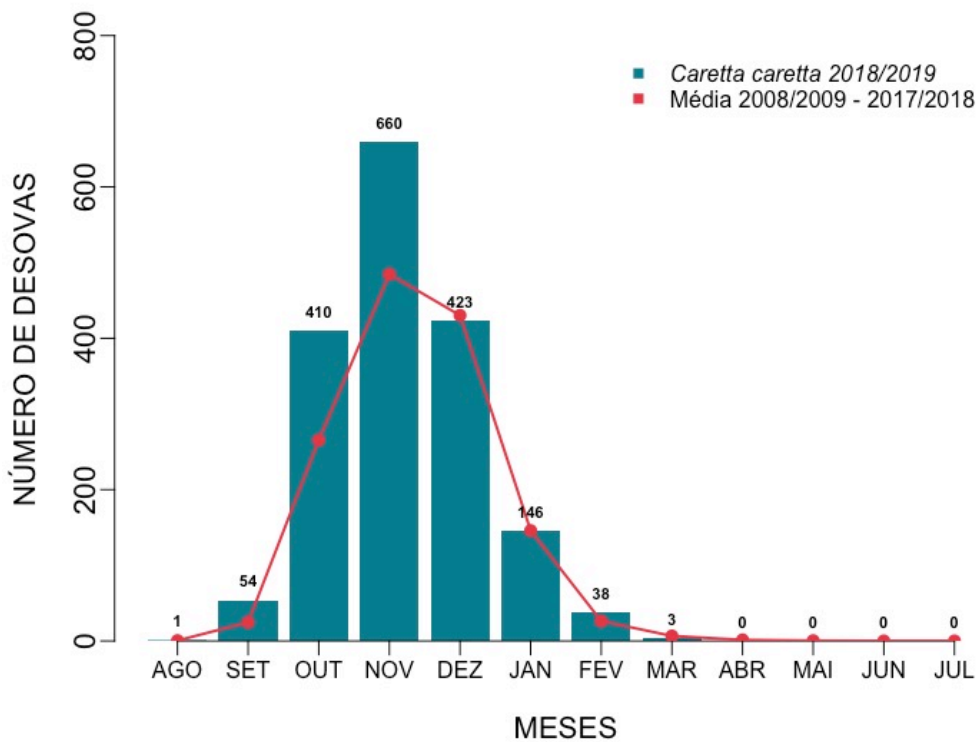


Figura 6: Número de desovas mensais para A) *Caretta caretta* e B) *Dermochelys coriacea* na temporada 2018/2019 no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. A linha vermelha tracejada representa a média de desovas por mês nas 10 temporadas anteriores (2008/2009 a 2017/2018).

4.2. Espécies

Nem sempre é possível determinar a espécie para todos os registros reprodutivos, mesmo aqueles com desovas confirmadas. Isso se dá pois nem sempre a fêmea é flagrada durante a desova, e as identificações precisam ser feitas no momento do nascimento dos filhotes. Caso não haja filhotes retidos durante a abertura do ninho, ou o mesmo seja perdido pela maré ou por predações, as espécies não são identificadas. Este não é o caso de *D. coriacea*, onde todas as ocorrências são facilmente identificáveis pelo tamanho do rastro. Para as demais espécies, identificáveis somente com o flagrante da fêmea ou dos filhotes, aplicamos uma estimativa com base na proporção total de ninhos identificados por espécie por temporada. Na Tabela 3 os dados estimados de ninhos por espécie da temporada 2018/2019. Dentre os 2.659 ninhos desta temporada, estimou-se 2.444 da espécie *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), 93 ninhos de *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro), 107 de *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) e 14 de *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente). Nesta temporada, não tivemos registros de desovas de *Chelonia mydas* (tartaruga-verde) na área monitorada.

Tabela 3: Número de ninhos de tartarugas marinhas, estimados por espécie, na temporada 2018/2019 nas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, litoral norte do Espírito Santo, Brasil.

ESPÉCIE	COMBOIOS	POVOAÇÃO	P. DO IPIRANGA	GURIRI	TOTAL SPP
<i>Caretta caretta</i>	766	976	514	188	2.444
<i>Eretmochelys imbricata</i>	9	3	3	0	15
<i>Lepidochelys olivacea</i>	9	30	39	29	107
<i>Dermochelys coriacea</i>	49	33	8	3	93
TOTAL BASE	833	1.042	564	220	2.659

A distribuição espacial das desovas nas praias monitoradas se manteve constante considerando o número anual médio de desovas **nas últimas 11 temporadas** (Figura 7, **linha tracejada**). Este padrão histórico mostra uma maior concentração de desovas em ambas as margens adjacentes à foz do Rio Doce, nas praias de Comboios e Povoação, com maior concentração de ninhos no chamado “Bolsão de Desovas” (kms 30 a 44), e consequente diminuição gradual da concentração das mesmas a medida que se afasta da foz do Rio Doce.

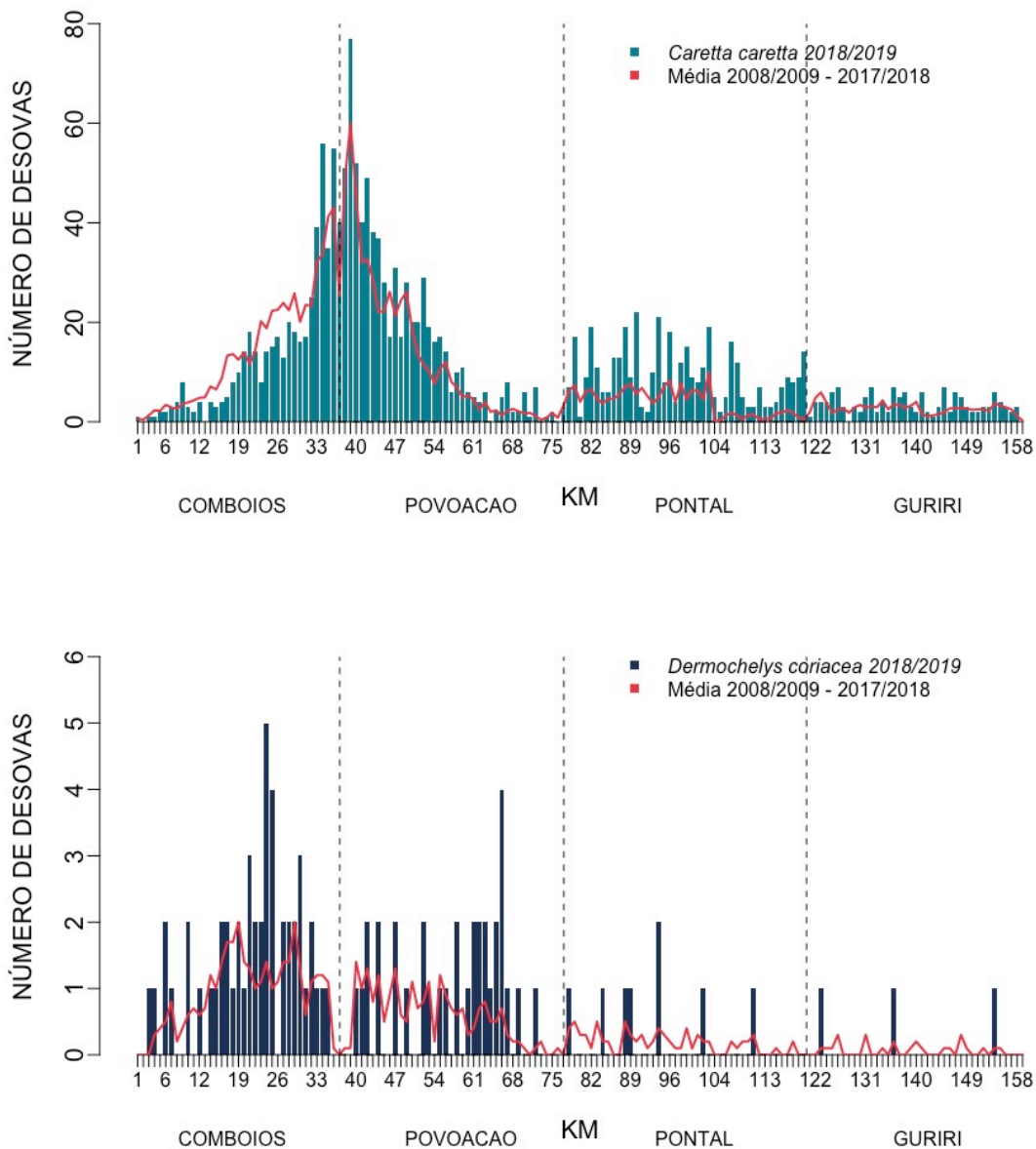


Figura 7: Número de desovas por km, das duas principais espécies de tartarugas marinhas da região A) *Caretta caretta* e B) *Dermochelys coriacea* por Km de praia na temporada 2018/2019 no litoral norte do Espírito Santo, Brasil. A foz do Rio Doce encontra-se nas imediações do Km 37. A linha vermelha representa a média de desovas por km nas 10 temporadas anteriores (2008/2009 a 2017/2018). A linha traceja representa os limites das bases de pesquisa.

4.3. Histórico dos Ninhos

O histórico do ninho representa o destino do ninho durante o monitoramento. Ninhos classificados como “sucesso” (SU) são aqueles acompanhados até o final da incubação e onde não houve nenhum tipo de perda ou interferência. Os ninhos podem também sofrer perdas por diversos fatores, como ação da maré (PM), predação humana (PH), animal (PA), ou perda da estaca de marcação (PE). Alguns ninhos, por motivos diversos, podem não ser monitorados até o final (NM), ou menos frequentemente, a causa da perda pode não ter uma determinação clara (OT). A Tabela 4 apresenta o histórico dos ninhos nesta temporada, em que 69% dos ninhos (n = 2659) foram efetivamente monitorados até o final do processo de incubação, sem qualquer tipo de perda (SU).

A Figura 8 apresenta o percentual de ninhos perdidos em cada base nesta temporada e nas 10 temporadas anteriores. Dentre as perdas de ninho, as causas mais frequentes historicamente são a perda por maré e predação animal. Outras perdas menos significativas incluem PE, PH e OT. A exceção foi a temporada 09/10, em que um alto número de perdas por PH e baixo número de ocorrências reprodutivas elevou significativamente a proporção de perdas nas bases de Pontal do Ipiranga e Guriri.

Tabela 4: Histórico dos ninhos de tartarugas marinhas na temporada 2018/2019 nas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, litoral norte do Espírito Santo, Brasil.

BASES	NM	OT	PA	PE	PH	PM	SU	Total Base
Comboios	-	6	276	28	12	6	505	833
Povoação	-	1	140	69	17	113	702	1042
Pontal do Ipiranga	3	1	13	12	21	46	468	564
Guriri	6	3	10	2	16		183	220
Total Histórico	6	11	439	111	66	165	1845	2659

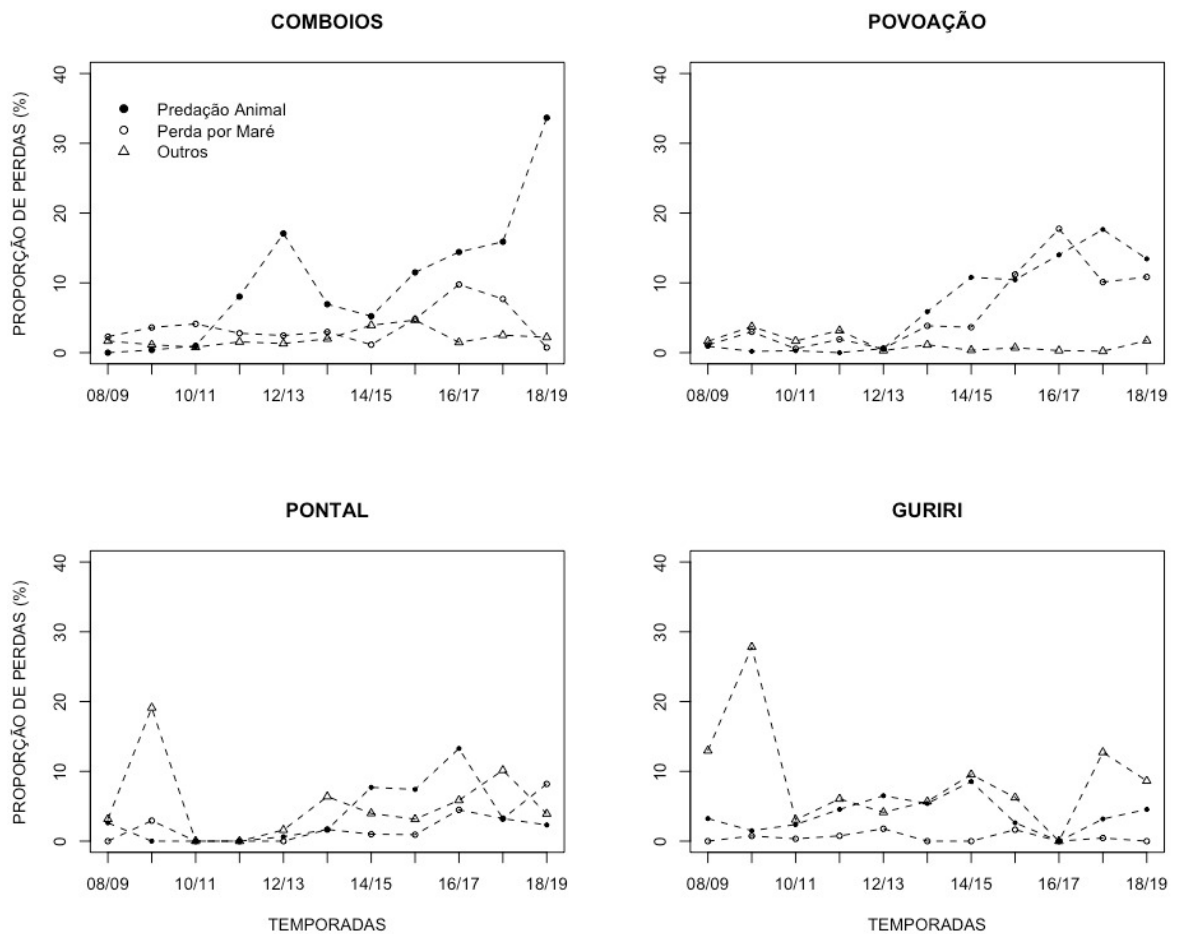


Figura 8: Proporção (%) de perdas de ninhos de tartarugas marinhas por base relação ao número total de ninhos entre as temporadas 2008/2009 e 2018/2019, litoral norte do Espírito Santo, Brasil.

Predação animal (PA)

De forma geral, analisando esta e as últimas 10 temporadas, observa-se um aumento na proporção de ninhos predados por animais em relação ao número de ninhos total. Este aumento segue uma constante, mesmo com as técnicas empregadas para redução de predação de ninhos (Figuras 8 e 9).

Grande parte dos ninhos predados são de *Caretta caretta* ou não puderam ter a espécie identificada. Entretanto, conseguimos registrar todas as ocorrências desta natureza para ninhos de *Dermochelys coriacea*. Nesta temporada, observamos registros de predação de quatro (04) ninhos para esta espécie, sendo três em Comboios (nos Kms 17, 27 e 34) e um em Povoação (km 44).

Dentre os predadores, os mais comuns são mão-pelada (ou guaxinim) e cachorros-do-mato (ou raposa). Nesta temporada, também identificados sete registros de possível Predação Animal por animais domésticos (cachorro doméstico), sendo uma em Pontal do Ipiranga, dois em Comboios e quatro em Povoação.

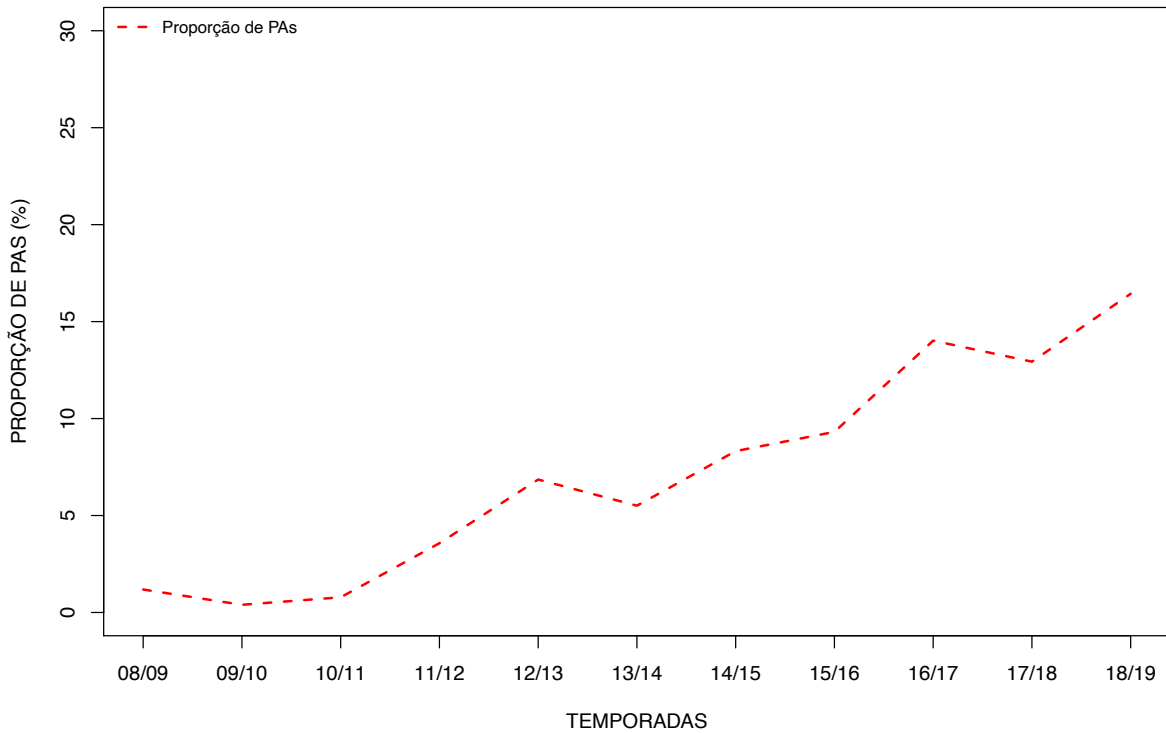


Figura 9: Proporção (%) de ninhos de tartarugas marinhas predados por animais em relação ao número total de ninhos entre as temporadas 2008/09 e 2018/19 nas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, litoral norte do Espírito Santo, Brasil.

Historicamente, as predações por animais seguem uma distribuição espacial semelhante à distribuição das desovas, com maior concentração de ocorrência próximas à foz do rio doce, além de um acréscimo de ocorrência nas imediações das praias de Monsarás e Degredo. Este padrão se manteve semelhante, mesmo com o esforço de proteção aos ninhos (telas). Entretanto, observamos uma maior frequência de PAs na região da Rebio de Comboios nesta temporada, o que pode estar associado a uma aumento das populações de predadores, por ser tratar de uma área protegida (Figura 10).

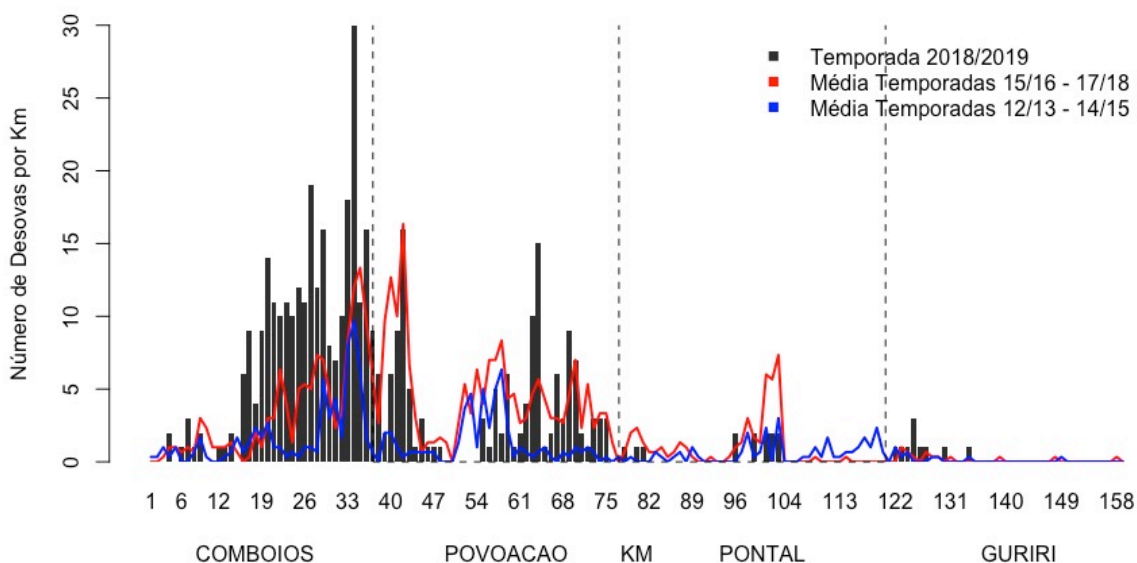


Figura 10: Número de ninhos de tartarugas marinhas predados por animais por km de praia na temporada 2018/2019. Em azul, a média de ninhos predados por km em três temporadas antes do acidente e em vermelho a média de predados na temporada do acidente e mais duas subsequentes, no litoral do Espírito Santo, Brasil.

Analisando cada base de forma separada (Figura 8), podemos destacar, a partir das temporadas 2013/2014 e 2014/2015, um aumento na proporção de “PAs” principalmente em Comboios e Povoação, onde estão cerca de 70% de todas as desovas registradas na área monitorada. Nesta temporada (2018/2019), apesar dos esforços empregados na proteção dos ninhos com telas, obtivemos um aumento de quase 100% na proporção de ninhos predados em Comboios em relação à temporada anterior, e foi também o dobro da proporção encontrada em Povoação, o segundo local com maior número destes registros. Isso demonstra que Comboios, e em menor proporção Povoação, são os principais moduladores deste aumento de PAs na última temporada.

As causas deste aumento significativo de PAs ainda não são claras, e necessitam de maiores investigações. Vale ressaltar que grande parte das ocorrências foram registradas nas duas principais áreas protegidas da região, a REBIO Comboios e Terra Indígena de Comboios, podendo estar associado à proteção que estas áreas oferecem à fauna silvestre. Contudo,

ainda não possuímos evidências suficientes para compreender as causas desta mudança ter se tornado tão marcante neste último ano.



Figura 11: Ninho predado por Animal (possivelmente raposa, *Cerdocyon thous*) na praia de Comboios, temporada 2018/2019. Nota-se o espalhamento das cascas e os rastros do predador ao redor do ninho. Grande parte destas ocorrências ocasionam a perda total de ovos.

Perda por maré (PM)

A segunda maior proporção de perdas de ninhos se deu por ação da maré e erosão costeira (PM). Nos últimos anos, tem sido observado uma redução da faixa de praia disponível para desovas e a formação de barrancos, com a maré alta de sizígia alcançando ou até removendo, a restinga nas bases de Comboios e Povoação. Para evitar o aumento de perdas, uma maior proporção de ninhos foram transferidos para locais seguros, especialmente em Comboios, que transferiu cerca de 40% dos ninhos, protegendo-os da ação erosiva do mar.

Devido ao aumento das transferências, o histórico de perdas por maré apresenta uma significativa queda na temporada 2018/2019 (Figura 12). Ou seja, esta redução na proporção de perdas não indica redução da ameaça aos ninhos, e sim o resultado de um esforço intenso de proteção dos mesmos. Entretanto, sem um olhar mais aprofundado sobre isso, ainda não podemos aferir causalidade entre o número de transferências e as perdas por PM.

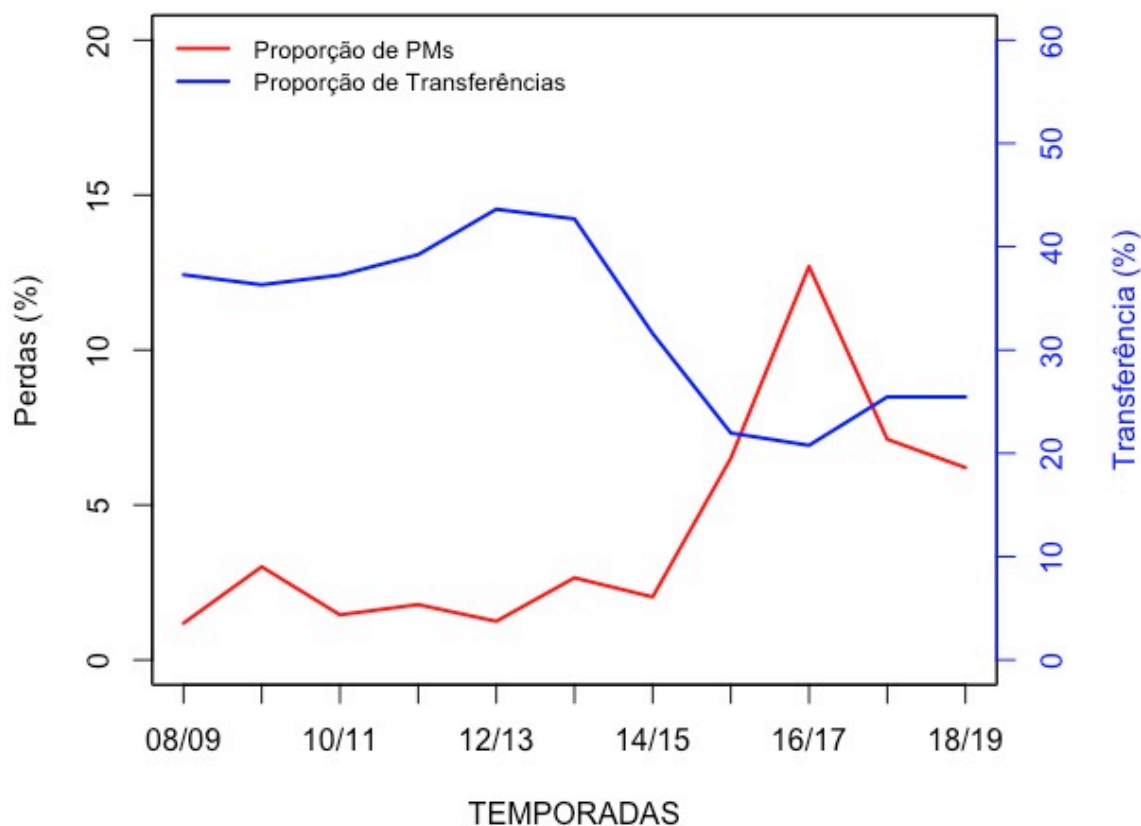


Figura 12: Proporções (%) de ninhos de tartarugas marinhas perdidos pela ação da maré (em vermelho) e de ninhos transferidos (em azul), em relação ao número total de ninhos entre as temporadas 2008/2009 e 2018/2019 na área monitorada, litoral do Espírito Santo, Brasil.

Apesar da erosão da praia afetar a maior parte das bases de Comboios e Povoação, em um trecho da praia de Comboios, desde a temporada anterior, foi observada uma alteração das características da praia, diferentemente das áreas vizinhas. Nas imediações do km 30 (área próxima à Sede da REBIO Comboios), o perfil de praia se manteve mais extenso, com uma lagoa formada pelo acúmulo de água trazida pelas marés altas e chuva, paralela à costa, que perdurou durante toda a baixa estação. Neste trecho de aproximadamente 3 km, as novas características morfológicas e/ou do sedimento não atraíram as fêmeas para postura, bem como devido à inundação causada pela lagoa, diminuiu a área passível de desovas por tartarugas marinhas. Novamente, as fêmeas subiram e percorreram a praia para tentar realizar a desova, mas geralmente sem concluir o processo de depositar seus ovos, acarretando uma alta proporção de ML (meia lua) nos km 29, 30 e 31.

As alterações da paisagem e os processos erosivos destas praias, com perda ou alteração da área de desova, ainda precisam de estudos específicos para uma melhor compreensão destes processos.

Também necessita melhor compreensão o incremento de meia luas em trechos da praia historicamente com elevada densidade de ninhos. Muitos são os fatores que podem influenciar a escolha do local de desova pelas tartarugas. O mecanismo de escolha do local de desova é uma das áreas da biologia das tartarugas menos compreendidas pelos pesquisadores, e pesquisas específicas para auxiliar neste sentido são bastante válidas.

4.4. Taxas de Eclosão

Avaliamos as taxas de eclosão dos ninhos *in situ* para as duas principais espécies que desovam no litoral do ES, a tartaruga-cabeçuda (*C. caretta*) e a tartaruga-de-couro (*D. coriacea*). Nesta temporada (18/19), a taxa de eclosão média para ninhos *in situ* de *C. caretta* foi 75.2% (SD = 22.2, variação = 0 – 99.2, n = 1076) e para *D. coriacea* foi 61.8% (SD = 22.3, variação = 4.7 – 97.6, n = 71).

Para *Caretta caretta*, a taxa de eclosão média para os ninhos *in situ*, entre 2008 e 2018, foi 75.0% (SD = 21.7, variação = 0-100, n = 8733 ninhos), com um valor mínimo em 2014 (70.6%) e máximo em 2008 (81.7%), e apresentando-se relativamente estáveis nestas últimas dez temporadas (Figura 13).

Para comparar as taxas de eclosão entre os períodos de antes e depois do desastre, foram considerados todos os ninhos *in situ* do período, nas quatro Bases de Pesquisa (Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri). Foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Hollander & Wolfe 1999). A taxa de eclosão foi significativamente diferente entre anos no período 2011-2018, que inclui 4 temporadas (2011, 2012, 2013 e 2014) antes do acidente e 4 outras (2015, 2016, 2017, 2018) depois do mesmo (Kruskal-Wallis, n = 7435, p = 0.04, Figura 13). A média da taxa de eclosão no período 2011-2014 foi de 74.8% (SD = 22.3, n = 3883), enquanto no período 2015-2018 foi de 75.2% (SD = 21.2, n = 4750). Este resultado, apesar de estatisticamente significativo, representa uma diferença de somente 0.4%, e não é biologicamente significativo, sendo possivelmente influenciado pelo ano de 2014/2015, que

apresentou uma baixa na taxa de eclosão média de *C. caretta* (70.6%, n = 823), sendo este o ano que apresentou a menor taxa de eclosão média em todo o período analisado (2008-2018).

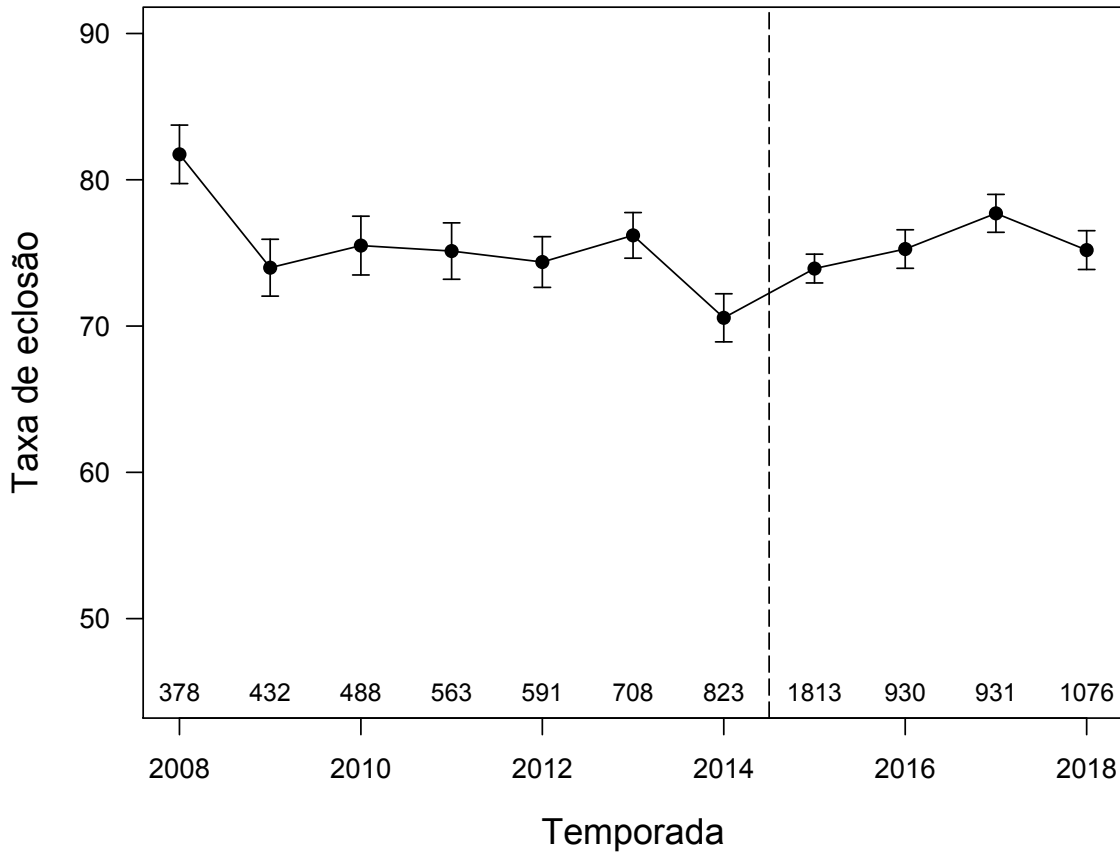


Figura 13: Taxa de eclosão média para ninhos *in situ* de *Caretta caretta* (n = 8733 ninhos) por temporada reprodutiva no Espírito Santo, 2008–2018 (n = 8733 ninhos). Barras de erro: intervalos de confiança 95%; linha pontilhada vertical: indica o período do acidente de mineração no início da temporada reprodutiva de 2015. O número de ninhos (n amostral) considerado em cada temporada é mostrado na parte inferior do gráfico.

Quando analisamos separadamente as Bases de pesquisa de Comboios e Povoação, que registraram durante o período analisado 80.3% dos ninhos (total de ninhos = 8733), verificamos que a Base de Comboios apresentou uma baixa significativa na taxa de eclosão durante a última temporada (2018/2019; Figura 14). Embora a taxa de eclosão seja um parâmetro reprodutivo que apresenta flutuação considerável entre temporadas, devido geralmente às condições climáticas, a baixa apresentada por Comboios é significativa e deve ser interpretada com cautela.

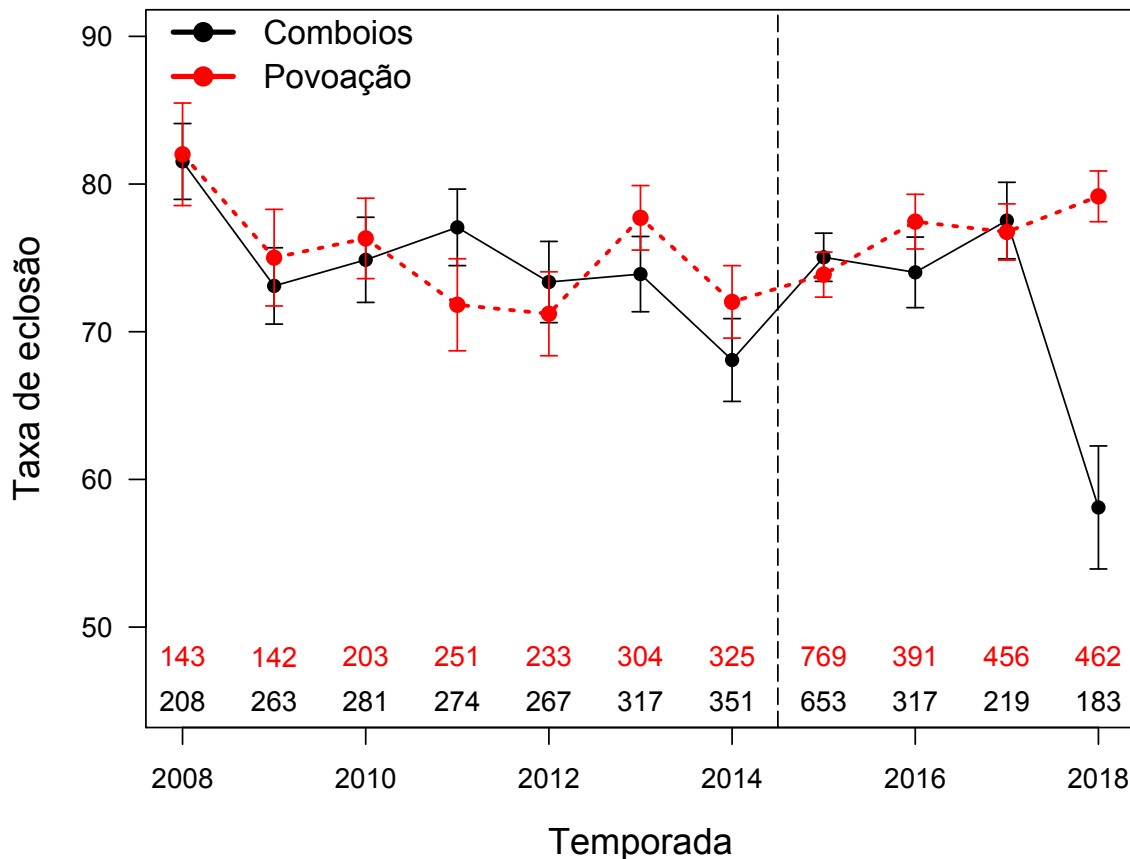


Figura 14: Médias das taxas de eclosão para ninhos *in situ* de *Caretta caretta* nas bases de Comboios (N= 3336) e Povoação (N=3725) entre as temporadas 2008/2009 e 2018/2019. As barras de erro correspondem ao IC de 95%. A linha vertical tracejada indica a temporada do vazamento da pluma de rejeitos. O número de ninhos (n amostral) considerado em cada temporada é mostrado na parte inferior do gráfico.

Quando analisada a taxa de eclosão por localização geográfica (km) de ninhos *in situ* de *Caretta caretta* na Base de Comboios (Figura 15), verificou-se que existe diferença significativa entre a taxa de eclosão ao longo da praia, com o extremo sul e norte tendo geralmente menores taxas de eclosão (visto pela média das três temporadas ao lado esquerdo na Figura 16). Em 2017/2018, se manteve o padrão normal. Em 2018/2019, no entanto, vê-se que no trecho central da praia, onde geralmente havia melhores taxas, houve uma diminuição considerável das taxas de eclosão.

Ainda não podemos afirmar ao certo a causa desta queda significativa nas taxas de eclosão dos ninhos *in situ* da base de Comboios, sendo necessário avaliar os fatores que podem influenciar estas taxas e observar como a mesma vai se comportar nos próximos anos.

O banco de dados desta temporada foi reavaliado e a possibilidade de erros de coleta foi descartada. Entre as hipóteses levantadas para a variação na taxa de eclosão está a possível alteração de fatores físico-químicos, que podem estar relacionados à mudanças na dinâmica de praia (eventos de erosão, inundação, e diminuição da faixa de berma praiar) e alterações climáticas, dentre outras .

Os eventos de erosão da praia são acompanhados com atenção pela equipe de monitoramento, uma vez que os ninhos mais próximos ao mar devem ser transferidos para áreas mais seguras, geralmente na faixa superior de praia, próximos à vegetação. Os ninhos que ficam *in situ* nestes cenários de grande erosão são aqueles que já haviam sido naturalmente depositados nas faixas superiores de areia, e que podem apresentar, por causa da alta temperatura e da presença de raízes de vegetação, menores taxas de eclosão.

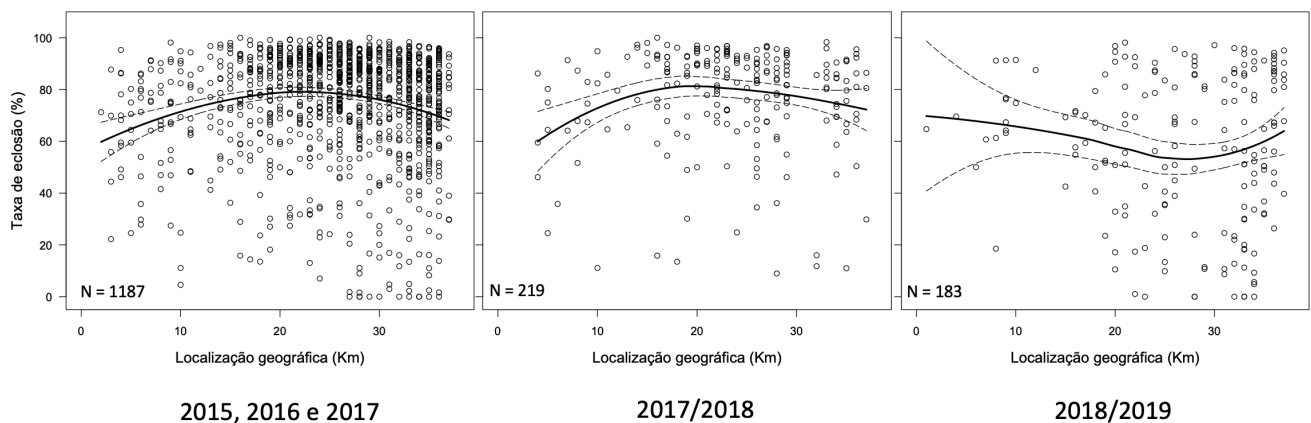


Figura 15: Taxas de eclosão por localização geográfica (km) do ninho para ninhos *in situ* de *Caretta caretta* nas bases de Comboios nas temporadas 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018 (esquerda), 2017/2018 (centro) e 2018/2019 (direita). A curva de linha sólida é uma regressão Loess, e as curvas pontilhadas representam os intervalos de confiança (95%).

Para *D. coriacea*, a taxa de eclosão média para os ninhos *in situ* entre 2008 e 2018 foi 63.8% (SD = 26.6, variação = 0-100, n = 537 ninhos). A média anual de taxa de eclosão variou entre 38.8% (em 2010, n = 9) e 72.6% (em 2008, n = 22; Figura 16). No Espírito Santo, a taxa média de eclosão de *Dermochelys coriacea* é geralmente menor quando comparada às outras espécies de tartarugas marinhas, apresentando variabilidade considerável entre diferentes sítios reprodutivos no mundo (Santidrián Tomillo & Swiggs 2015). Em um estudo que analisou

as taxas de eclosão média para *D. coriacea* no Espírito Santo entre 2000-2017, a taxa média de eclosão foi de 66% (Colman et al. 2019), o que é um pouco superior à taxa de eclosão média reportada aqui, no entanto pode ser considerada semelhante, já que o período analisado neste relatório é menor e portanto pode estar mais sujeito à flutuações. Considerando a mesma metodologia que foi utilizada para *C. caretta*, verificou-se que, para *D. coriacea*, não houve diferença significativa na taxa de eclosão entre anos no período 2011-2018, que inclui 4 temporadas (2011, 2012, 2013 e 2014) antes do desastre e 4 outras (2015, 2016, 2017, 2018) depois do mesmo (Kruskal-Wallis, $n = 488$, $p = 0.80$, Figura 16).

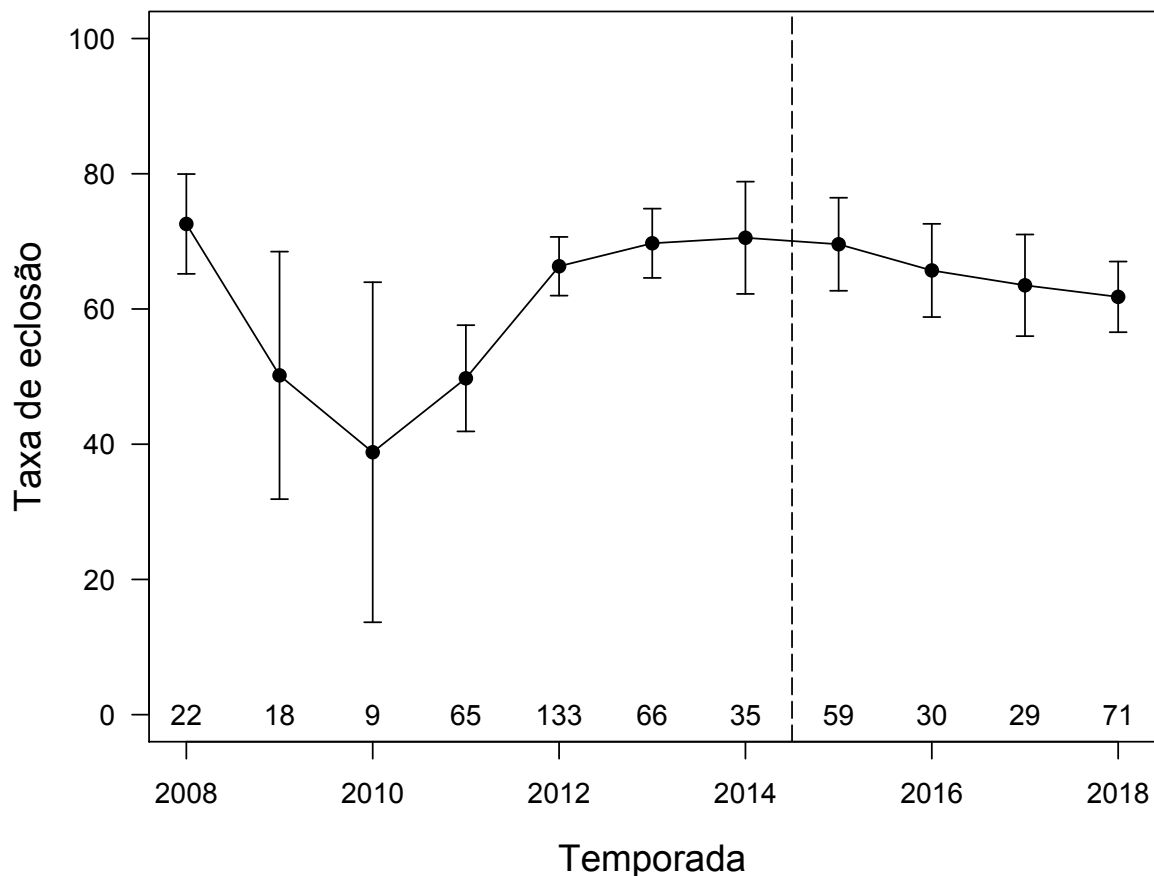


Figura 16: Taxa de eclosão média para ninhos *in situ* de *Dermochelys coriacea* ($n = 537$ ninhos) por temporada reprodutiva no Espírito Santo, 2008–2018 ($n = 8733$ ninhos). Barras de erro: intervalos de confiança 95%; linha pontilhada vertical: indica o período do acidente de mineração no início da temporada reprodutiva de 2015. O número de ninhos (n amostral) considerado em cada temporada é mostrado na parte inferior do gráfico.

Quando analisamos separadamente as Bases de pesquisa de Comboios e Povoação, não verificamos diferença significativa na taxa de eclosão entre as bases para *D. coriacea* (Figura 17).

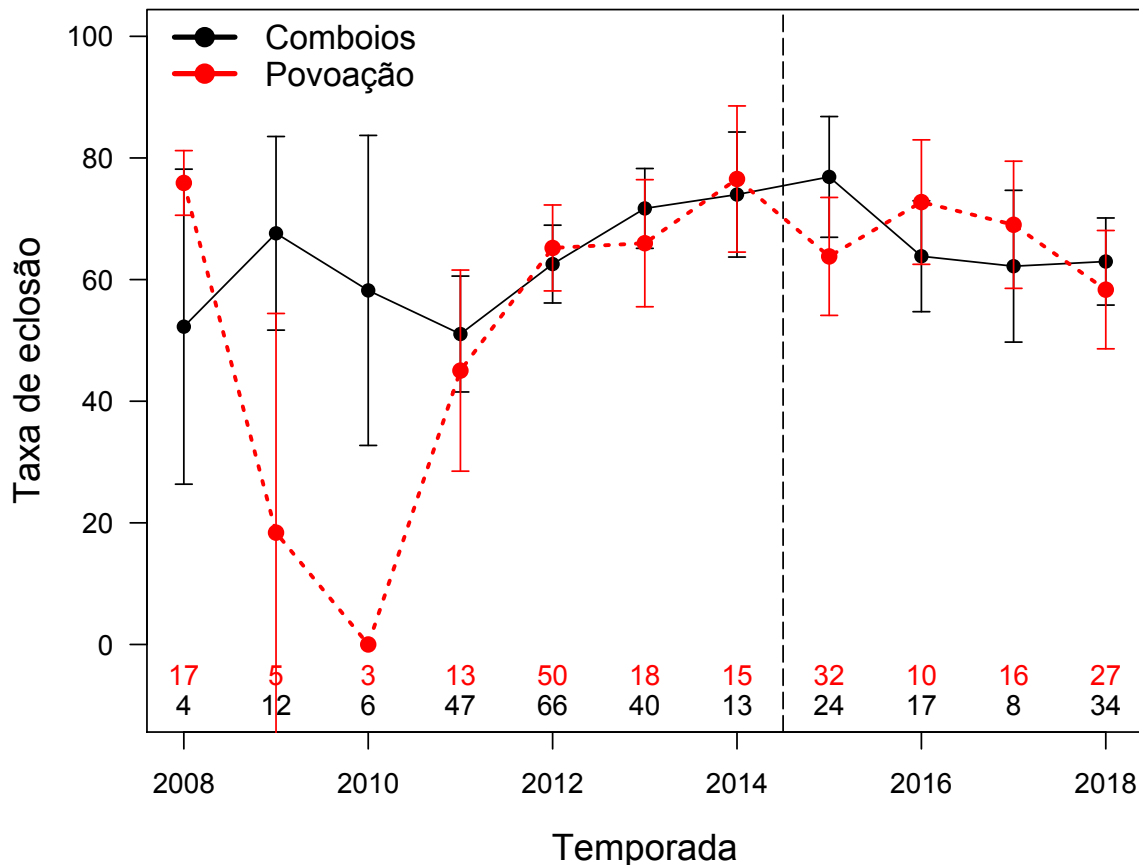


Figura 17: Médias das taxas de eclosão para ninhos *in situ* de *Dermochelys coriacea* nas bases de Comboios (N = 271) e Povoação (N = 276) entre as temporadas 2008/2009 e 2018/2019. As barras de erro correspondem ao IC de 95%. A linha vertical tracejada indica a temporada do vazamento da pluma de rejeitos. O número de ninhos (n amostral) considerado em cada temporada é mostrado na parte inferior do gráfico.

4.5. Número de Filhotes

Nesta temporada, registramos o nascimento de 141.661 filhotes de quatro espécies de tartarugas marinhas na área de monitoramento (Tabela 5). Não registramos nascimentos (assim como de desovas) da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). Assim como número de ninhos, e diretamente relacionado a estes, o número de filhotes tende a ser maior nas imediações da foz do rio Doce, com uma diminuição gradual à medida que nos afastamos desta. Contudo, nesta temporada, devido ao alto índice de perdas por predação animal ao sul

da foz do rio Doce, o número de filhotes para *C. caretta* na base de Comboios foi inferior à base do Pontal do Ipiranga (Figura 18).

Tabela 5: Número de filhotes por espécie de tartarugas marinhas na temporada 2018/2019 nas bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, Espírito Santo, Brasil.

ESPÉCIE	COMBOIOS	POVOAÇÃO	PONTAL	GURIRI	TOTAL SPP
<i>Caretta caretta</i>	25.207	53.607	38.568	13.077	130.459
<i>Eretmochelys imbricata</i>	542	201	163	-	906
<i>Lepidochelys olivacea</i>	518	1.761	2.629	1.656	6.564
<i>Dermochelys coriacea</i>	1.811	1.224	537	160	3.732
TOTAL BASE	28.078	56.793	41.897	14.893	141.661

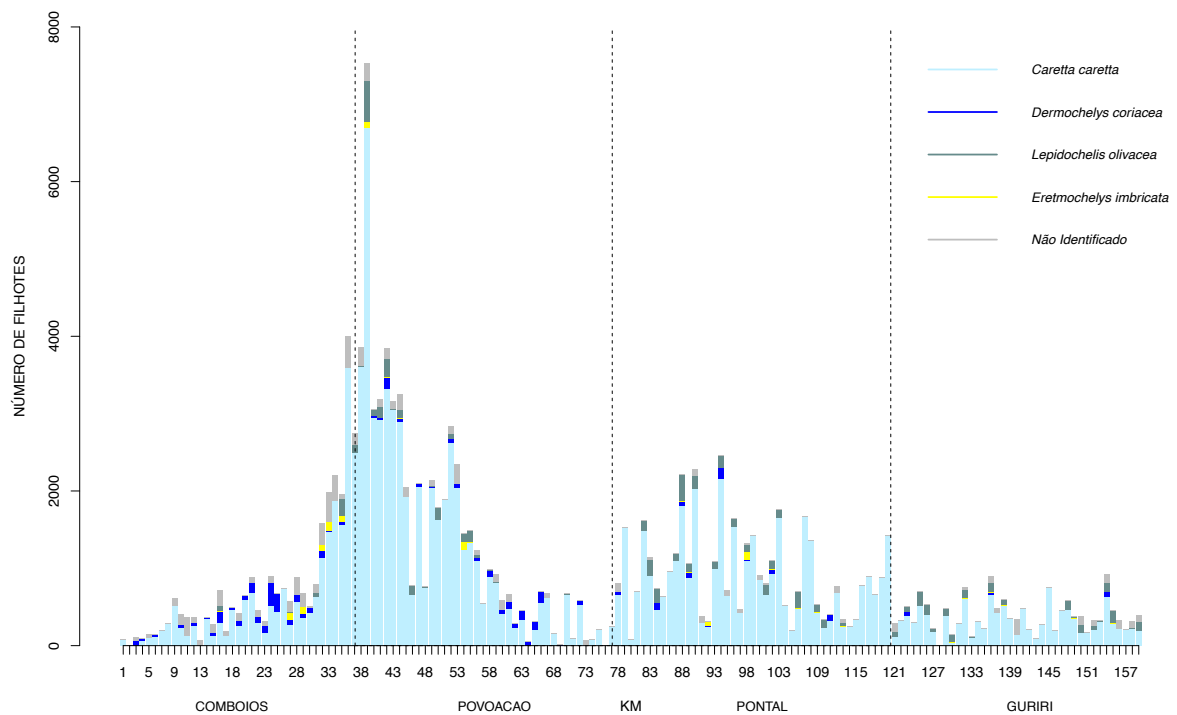


Figura 18: Número de filhotes por espécie de tartarugas marinhas por Km de praia na temporada 2018/2019 na área de monitoramento. A foz do Rio Doce encontra-se nas imediações do Km 37-38.

4.6. Tempo de Incubação

Para *Caretta caretta*, o tempo de incubação médio dos ninhos *in situ* entre 2008/2009 e 2018/2019 foi de 56.4 dias (SD = 6.3, variação = 45-60, n = 6946). A média anual do tempo de incubação variou entre 57.7 dias (em 2015, n = 1375) e 63.1 (em 2008, n = 348; Figura 19). Na temporada de 2018/2019, o tempo de incubação médio foi de 56.6 dias (SD = 6.0, n = 933).

O tempo de incubação é um parâmetro que está diretamente relacionado às variáveis ambientais, principalmente a temperatura do ar, da areia e a quantidade de chuvas durante a temporada. Portanto, em temporadas secas e com menos chuvas, o tempo de incubação médio tende a diminuir, como foi o observado na temporada de 2015/2016, a qual registrou o menor tempo de incubação médio durante o período analisado (2008-2018).

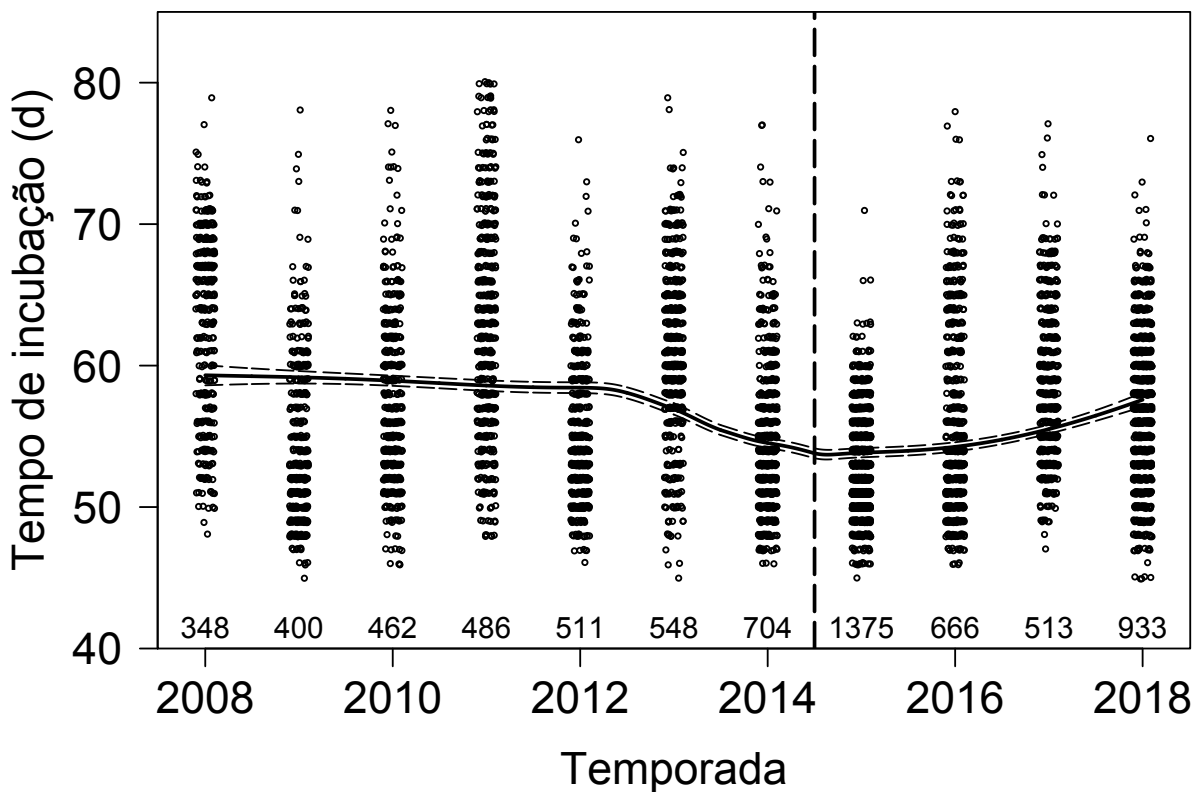


Figura 19: Tempo de incubação médio de ninhos *in situ* de *Caretta caretta* por temporada reprodutiva, entre 2008-2018 (n = 6946). A curva sólida é uma regressão polinomial, e as linhas pontilhadas delimitam os intervalos de confiança (0.95). No gráfico, para melhorar a visualização, os pontos foram deslocados horizontalmente ('jittered'). Para o cálculo da regressão, os valores reais dos pontos foram utilizados.

O tempo de incubação também apresenta uma variação latitudinal, que é provavelmente causado pela diferença nas características físicas de cada praia, como

granulometria da areia, inclinação da praia, temperatura, entre outros. Na área monitorada o tempo de incubação comporta-se conforme apresentado na Figura 20, com uma diminuição no tempo de incubação médio em direção ao norte.

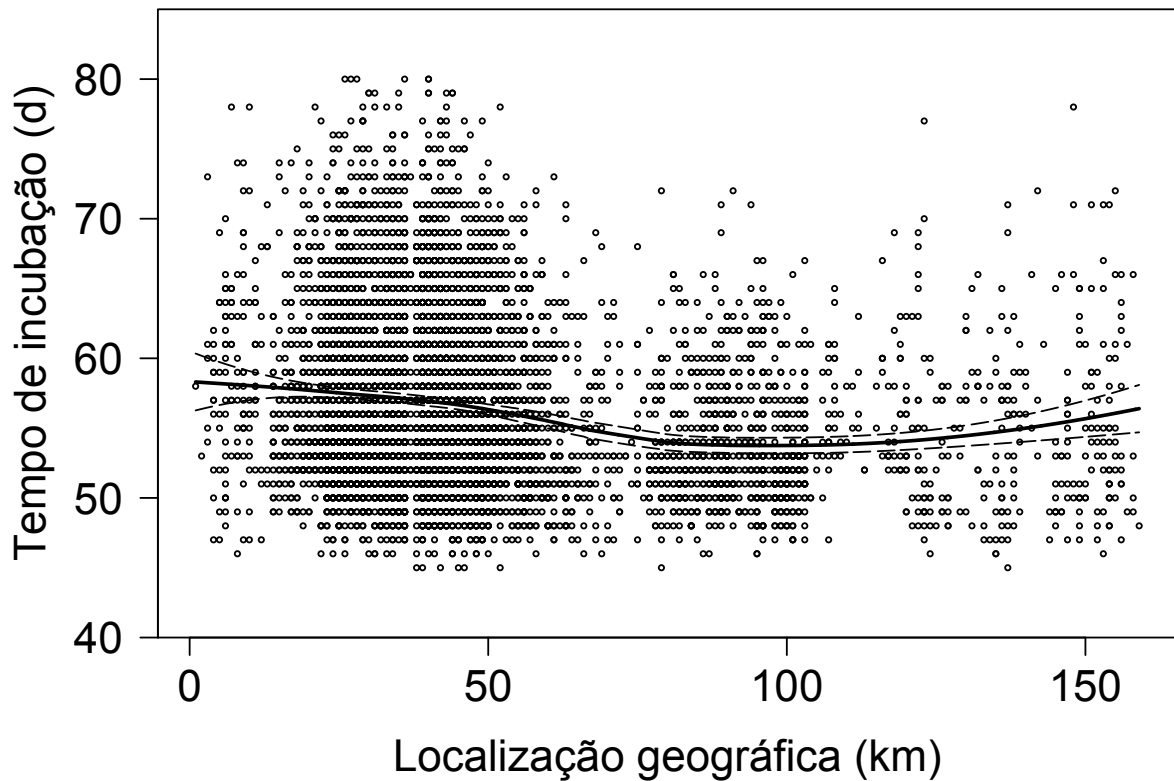


Figura 20: Tempo de incubação médio de ninhos *in situ* de *Caretta caretta* por localização geográfica (km) no Espírito Santo, 2008-2018 (n = 6940). A curva sólida é uma regressão polinomial, e as linhas pontilhadas delimitam os intervalos de confiança (0.95).

Para *Dermochelys coriacea*, o tempo de incubação médio dos ninhos *in situ* entre 2008/2009 e 2018/2019 foi de 65.3 dias (SD = 6.3, variação = 53-91, n = 440). A média anual do tempo de incubação variou entre 61.5 dias (em 2015, n = 49) e 70.0 (em 2011, n = 39; Figura 21). Na temporada de 2018/2019, o tempo de incubação médio foi de 65.9 dias (SD = 5.2, n = 65). Apesar de um leve declínio na média do tempo de incubação constante até o ano de 2015/2016, com posterior aumento da média até a última temporada (2018/2019), é importante ressaltar que um estudo recentemente publicado que analisou o tempo de incubação para *D. coriacea* nesta mesma área durante o período 1988-2017 registrou uma diminuição no tempo médio de incubação de aproximadamente dois dias a cada década

(Colman 2019). Apesar da média de tempo de incubação ser semelhante ao reportado para as outras populações de *D. coriacea*, esta diminuição ao longo do tempo faz a continuidade do monitoramento deste parâmetro ser de extrema importância, considerando as atuais previsões dos possíveis impactos causados pelas mudanças climáticas.

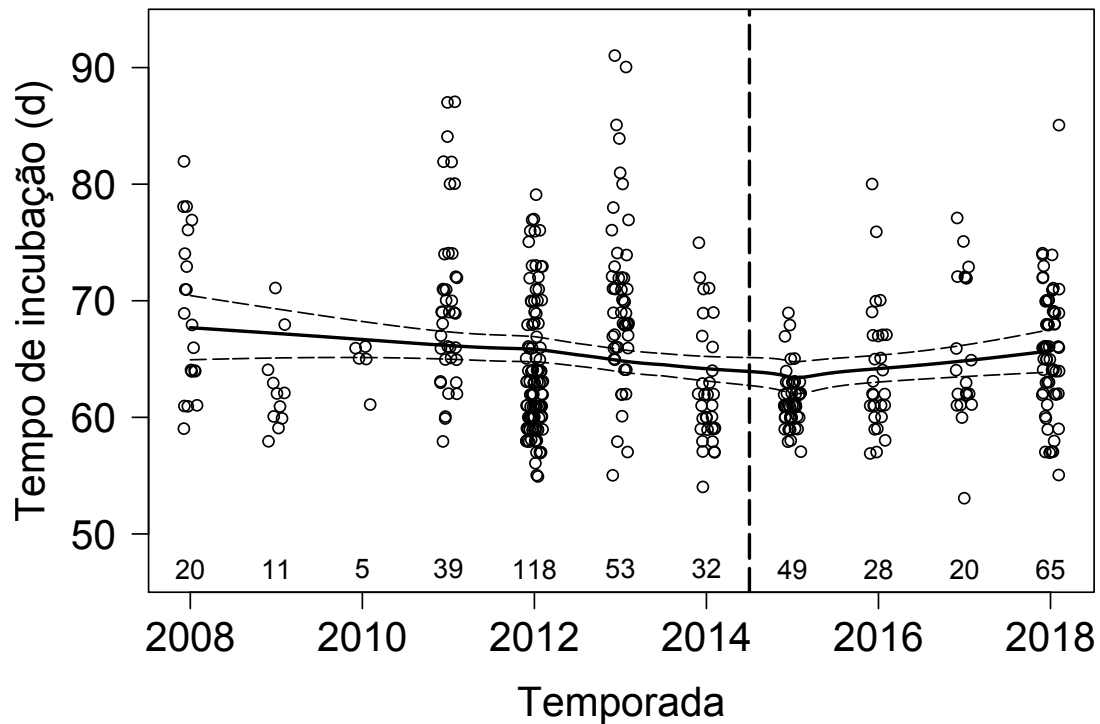


Figura 21: Tempo de incubação médio de ninhos *in situ* de *Dermochelys coriacea* por temporada reprodutiva no Espírito Santo, 2008-2018 (n = 440). A curva sólida é uma regressão polinomial, e as linhas pontilhadas delimitam os intervalos de confiança (0.95). No gráfico, para melhorar a visualização, os pontos foram deslocados horizontalmente ('jittered'). Para o cálculo da regressão, os valores reais dos pontos foram utilizados.

Para *D. coriacea* o tempo de incubação também apresentou variação latitudinal, com os ninhos da parte mais ao sul da área monitorada (e portando mais próximos à foz do Rio Doce) com maior média de tempo de incubação (Figura 22).

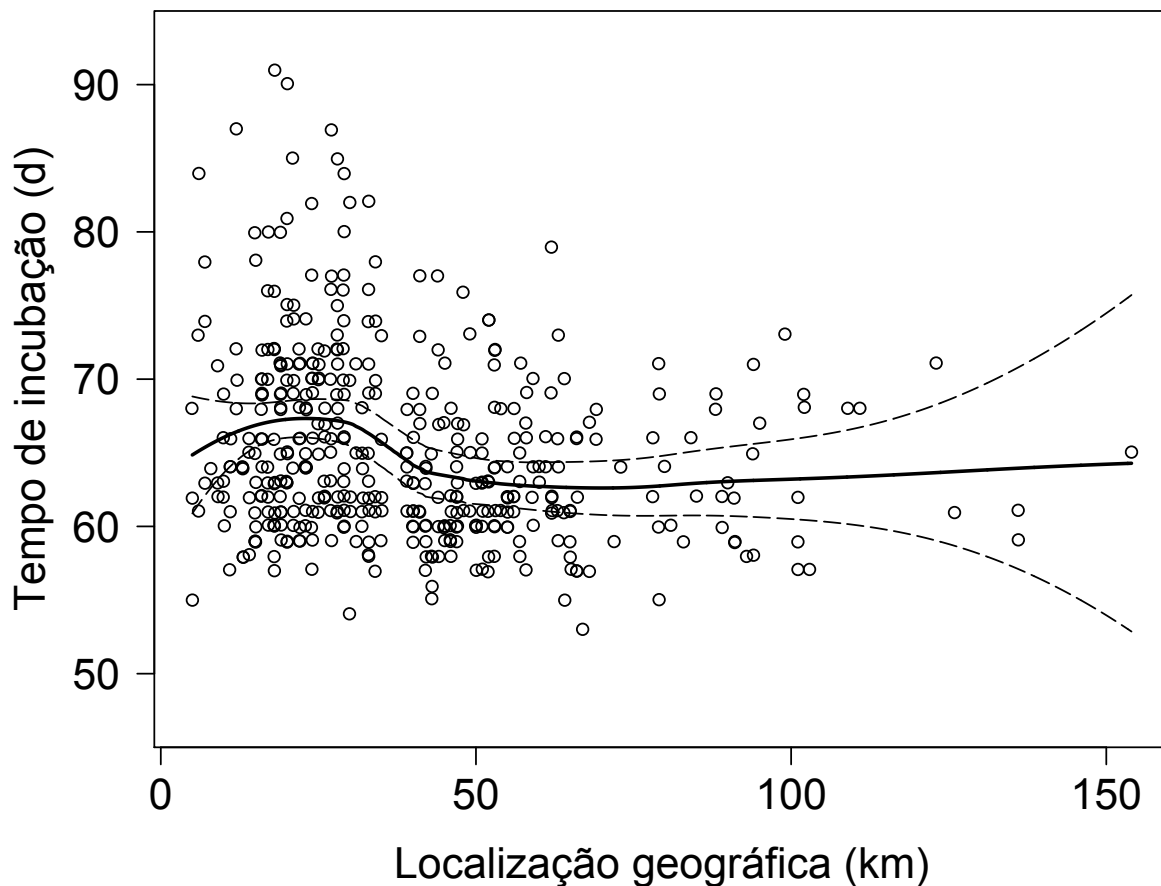


Figura 22: Tempo de incubação médio de ninhos *in situ* de *Dermochelys coriacea* por localização geográfica (km) no Espírito Santo, 2008-2018 (n = 439). A curva sólida é uma regressão polinomial, e as linhas pontilhadas delimitam os intervalos de confiança (0.95).

4.7. Monitoramento das fêmeas (noturno)

Entre outubro e janeiro realizamos o monitoramento noturno para flagrante das fêmeas diariamente, nas bases de Comboios e Povoação. Nas bases de Pontal do Ipiranga e Guriri, onde há menor número de registros por km, o monitoramento noturno também ocorreu, mas de forma esporádica. Este trabalho permitiu realizar a marcação e biometria das fêmeas, bem como observar seu comportamento e condição corporal.

Durante o monitoramento noturno, entre outubro e janeiro da temporada de 2018/2019, foram registrados 651 flagrantes de fêmeas nas praias (Tabela 6), sendo 355 indivíduos diferentes (algumas fêmeas foram flagradas mais de uma vez na temporada). Destes 355

flagrantes, 326 foram da espécie *C. caretta*, 15 da espécie *D. coriacea*, 12 de *L. olivacea* e 2 de *E. imbricata*.

Tabela 6: Número de flagrantes de fêmeas de tartarugas marinhas, por base e espécie, entre 01 de outubro de 2018 e 31 de janeiro de 2019 no litoral do Espírito Santo, Brasil.

Base	<i>C. caretta</i>	<i>D. coriacea</i>	<i>E. imbricata</i>	<i>L. olivacea</i>	Total Base
Comboios	294	28	0	3	325
Povoação	265	8	3	10	286
Pontal	34	2	0	1	37
Guriri	3	0	0	0	3
Total spp.	596	38	3	14	651

Entre as *C. caretta* flagradas, identificamos nove indivíduos com possível *Blefarite* (inflamação da pálpebra dos olhos; Figura 23). Na temporada anterior (2018/2019) foram identificados 4 registros e, antes da temporada 2017/2018, não havia sido observada em fêmeas de tartaruga marinha, na região monitorada no litoral do Espírito Santo.



Figura 23: Fêmea de *Carreta caretta* flagrada em monitoramento noturno na praia de Comboios, apresentando inflamação ocular (blefarite).

Deste total de 13 indivíduos, seis (06) foram flagradas em processo de desova no ano do vazamento (2015/2016), tendo retornado 2-3 anos depois, cinco (05) foram flagradas pela primeira vez em 2017/2018 ou 2018/2019. As duas (02) restantes haviam sido marcadas pela primeira vez em 2014/2015 sem apresentar inflamações ou lesões oculares e desenvolveram esta condição posteriormente.

Não se pode afirmar que a causa destas inflamações está associada ao contato com a pluma de rejeitos, contudo, diante destas observações, recomendamos que esta condição seja acompanhada e que estudos específicos sejam desenvolvidos para elucidar esta questão.

5. Apoio a pesquisas

Neste último ano (agosto/18 a julho/19) houve apoio a quatro (04) instituições de pesquisa em toda a área monitorada (bases de Comboios, Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri): Universidade de Vila Velha (UVV), Instituto Marcos Daniel (IMD), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), sendo os três últimos vinculados às pesquisas da Rede Rio Doce Mar.

- Pesquisadora Ana Paula Jejesky da Universidade de Vila Velha (UVV): “Avaliação da ocorrência de transmissão vertical e estudo molecular da diversidade de vírus de DNA e RNA em *Caretta caretta* e *Chelonia mydas* de vida livre;
- Pesquisadores do Instituto Marcos Daniel (IMD) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) que compõem a Rede Rio Doce Mar, do anexo 6 do TR4 do TTAC, para avaliação toxicológica e genética das tartarugas marinhas que desovam na região da foz do Rio Doce.
- Pesquisadora Carmem Ferizzi, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com o trabalho de avistagens e senso das aves costeiras, também inserido no Anexo 6 do TR4.

6. Conclusão

O monitoramento das tartarugas marinhas foi realizado conforme previsto no Plano de Trabalho, seguindo a metodologia padrão da Fundação Pró-Tamar na região. Nesta temporada (2018/2019), registrou-se um aumento no **número de desovas** de *Caretta caretta* em cerca de 20% em relação ao período anterior (2017/2018). Este não foi um resultado isolado do Espírito Santo, sendo este crescimento também registrado pelas demais bases monitoradas pela Fundação Pró-Tamar ao longo do litoral brasileiro. Esta variação está dentro do padrão natural de oscilação dos registros reprodutivos entre temporadas, devido ao complexo e longo ciclo de vida das tartarugas marinhas. Portanto, quaisquer conclusões a

respeito de tendências populacionais devem envolver uma longa série histórica de dados, com análises estatísticas específicas.

Conforme observado nos anos anteriores, manteve-se uma maior concentração de desovas nas proximidades da foz do Rio Doce. Este padrão de distribuição espacial das desovas merece atenção constante, por esta área estar sujeita a maior probabilidade de possíveis impactos causado pelo vazamento de rejeitos de mineração em 2015. Nas últimas quatro temporadas, conforme descrito no relatório anterior, observou-se a constante **redução da faixa de praia**, principalmente nas bases de Povoação e Comboios, o que resulta em elevadas perdas de ninhos causados pela ação da maré, e maior necessidade de interferência no manejo dos mesmos (transferências para locais seguros).

Na base de Comboios, durante a última temporada (2018/2019), para evitar estas perdas, 45% dos ninhos de *Caretta caretta*, 22.5% de *Dermochelys coriacea* e 36% dos ninhos sem espécie identificada (NI) foram removidos do local original de postura escolhido pelas fêmeas e transferidos para trechos seguros da praia. Apesar de garantir de forma efetiva a sobrevivência dos filhotes, a alta **taxa de transferências** também preocupa, pois pode resultar em diversos impactos aos filhotes, como redução da taxa de eclosão, alterações na proporção sexual e consequências genéticas a longo-prazo.

Diferentemente da maior parte área monitorada, afetada por processos erosivos costeiros, um trecho com perfil de praia mais extenso, com formação de uma lagoa paralela a linha de costa se manteve desde a temporada anterior. Neste trecho de cerca de 3km, as fêmeas continuaram subindo a praia para desovar, contudo, quase sempre retornando sem depositar seus ovos. Apesar de se tratar de uma pequena extensão da praia, esta formação acarretou uma alta proporção de **registros do tipo “meia lua”** em um trecho historicamente de alta concentração de desovas

Outra ameaça aos ninhos que merece atenção se refere ao grande aumento das **predações por animais**, especialmente aquelas por mão-pelada e cachorros do mato. Novamente, a praia de Comboios foi a mais afetada, onde 33.8% dos ninhos foram predados parcial ou totalmente. A maior parte das perdas foram registradas nas duas áreas protegidas da região monitorada, a REBIO Comboios e Terra Indígena de Comboios. Estas perdas podem

estar associadas a um possível aumento da população de predadores em áreas protegidas. Contudo, ainda não há evidências suficientes para compreender as causas desta mudança ter se tornado tão marcante na última temporada. São importantes os estudos para avaliar a presença e distribuição destes predadores, bem como seu papel ecológico e possíveis impactos às populações de tartarugas marinhas.

Com relação à **taxa de eclosão**, verificou-se uma queda significativa de cerca de 80 para 60% nas taxas de eclosão dos ninhos *in situ* ao sul da foz do Rio Doce (base de Comboios) em relação aos anos anteriores (2008-2018). Esta queda ocorreu especialmente na região central da praia de Comboios e suas causas ainda são desconhecidas. Entre as hipóteses levantadas estão as possíveis alterações físicas do ambiente praial relacionadas a mudanças na dinâmica de praia (eventos de erosão e diminuição da faixa de berma), ou a possíveis mudanças na composição química dos sedimentos. Devido a isto, identificamos a importância destes estudos de sedimentologia na região em questão, visto esta possibilidade dos ninhos serem afetados pelas mudanças físicas da praia/sedimento. Com relação à dinâmica de praias, o relatório semestral da RRDM, de maio de 2019, apresentou análises dos dados das coletas trimestrais de setembro e dezembro de 2018 do anexo 4 “Monitoramento e Avaliação do Impacto nas Praias”. No mesmo, não foram constatadas grandes anormalidades no quesito teor de lama ou teor de minerais pesados na área de Berma Superficial ou Face Superior, o que poderia ser um indicativo de alteração física nos locais de postura, para os trechos onde observamos um decréscimo nas taxas de eclosão para a temporada 2018/2019. Segundo este mesmo relatório, em um dos trechos na praia de Comboios, (nos limites da TI Comboios) foi verificado um maior alcance do espraiamento das ondas em relação à faixa de praia, isto é, nesta região, a faixa de praia é mais estreita e pode sofrer maior influência das ações das ondas. Entretanto, ainda não podemos avaliar, com os dados disponíveis, se isto pode estar relacionado a uma menor taxa de eclosão para tartarugas marinhas. Como não possuímos dados pretéritos sobre uma possível mudança de espraiamento desta mesma área, nossa estratégia é comparar com regiões similares dentro da mesma área de estudo. Neste caso, a região em questão se assemelha a área de Povoação e Degredo, que não apresentaram mudanças significativas nas taxas de eclosão. cremos que com base nos dados da temporada

2019/2020, poderemos avaliar se este decréscimo nas taxas de eclosão se mantém ou foi um evento isolado, ou mesmo se com o acúmulo de dados sobre sedimentologia pode nos trazer nova luz sobre esta questão. Além disso, e com base nas discussões oriundas destes resultados, pretendemos alinhar análises integradas destes fatores nos relatórios futuros.

Análises mais detalhadas sobre estes resultados, bem como a continuidade do monitoramento durante as próximas temporadas serão extremamente importantes para investigar as possíveis causas e traçar estratégias de manejo e conservação para as espécies de tartarugas marinhas.

Durante o monitoramento noturno, novamente foram registrados casos de fêmeas com inflamações oculares (**blefarite**). Apesar de poucos os casos em relação número total de fêmeas flagradas, estes registros chamam a atenção dos pesquisadores, pois não haviam sido registrados no litoral capixaba antes de 2017. Os casos de blefarite podem ser um indicativo de possíveis alterações recentes na saúde das fêmeas, mas, até o presente momento não foi possível aferir causalidade ao vazamento da pluma de rejeitos.

Com base nestes dois anos de monitoramento, que visam detectar possíveis alterações na reprodução de tartarugas marinhas no litoral do Espírito Santo, avaliamos que é necessária cautela nas conclusões sobre os efeitos causados pelo vazamento dos rejeitos sobre o comportamento e parâmetros reprodutivos das tartarugas marinhas. Ademais, alguns impactos podem demorar um tempo considerável até se manifestarem. Desta maneira, evidencia-se a importância do desenvolvimento e aprofundamento das análises visando avaliar os parâmetros relacionados à reprodução das tartarugas marinhas na região da foz do Rio Doce.

Sugere-se, também, o monitoramento das possíveis alterações geomorfológicas das praias no entorno da foz do Rio Doce (área mais afetada pela pluma de rejeitos), com malha amostral mais adensada nas praias de Comboios e Povoação, em relação aos estudos realizados atualmente na região, de modo que seus resultados sejam combinados aos parâmetros de incubação das tartarugas marinhas, elevando a compreensão das causas das variações observadas.

Vale ressaltar que área de estudo, além de relevância nacional para a espécie *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), pois as temperaturas mais amenas são importantes para a produção de machos da espécie (Marcovaldi et al. 2016), esta área é o único sítio regular conhecido de desova de *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro), única espécie atualmente considerada como Criticamente Ameaçada de extinção no Brasil e subpopulação considerada como Criticamente em Perigo pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, Wallace et al. 2013), devido ao seu pequeno tamanho populacional e distribuição espacial restrita.

7. Referências

Baptistotte C, Scalfoni JT, Mrosovsky N (1999) Male-producing thermal ecology of a southern loggerhead turtle nesting beach in Brazil: implications for conservation. *Animal Conservation*, 2(1): 9-13.

Baptistotte C, Thomé JCA, Bjorndal KA (2003) Reproductive biology and conservation status of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Espírito Santo State, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3): 523-529.

Barreto J, Thomé JCA, Baptistotte C, Rieth D, Marcovaldi MA, Marcovaldi GG, Bellini C, Scalfoni JT, Filgueiras H, Vila-Verde L, Cabral L, Marcondes AC, Almeida AP (2019) Reproductive longevity of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in Espírito Santo, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 157:10-12.

Brook BW, O'Grady JJ, Chapman AP, Burgman MA, Akçakaya HR, Frankham R (2000) Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. *Nature* 404:385–387.

Colman LP, Patrício ARC, McGowan A, Santos AJB, Marcovaldi MA, Bellini C, Godley BJ (2015) Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. *Marine Biology*, 162:111-122.

Colman LP (2019) Ecology and Conservation of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) nesting in Brazil (unpublished Doctoral dissertation). University of Exeter, UK

Colman LP, Thomé JCA, Almeida AP, Baptistotte C, Barata PCR, Broderick AC, Ribeiro FA, Vila-Verde L, Godley BJ (2019) Thirty years of leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*)

nesting in Espírito Santo, Brazil, 1988-2017: reproductive biology and conservation. *Endangered Species Research*, 39:147-158

Hollander M, Wolfe DA (1999) *Nonparametric statistical methods*, 2nd edn. Wiley, New York, NY

Loader C (1999) *Local regression and likelihood*. Springer, New York, NY

Lotze HK, Coll M, Magera AM, Ward-Paige C, Airoidi L (2011) Recovery of marine animal populations and ecosystems. *Trends Ecol Evol* 26:595–605.

Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (eds) (2008) *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. MMA/Biodiversitas, Brasília

Magurran AE, Baillie SR, Buckland ST, Dick JM, Elston DA, Scott EM, Smith RI, Somerfield PJ, Watt AD (2010) Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends Ecol Evol* 25:574–582

Marcovaldi MA, Marcovaldi GG dei (1999) Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation*, 91:35-41

Marcovaldi MA, Chaloupka M (2007) Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research*, 3:133-143

Marcovaldi MA, López-Mendilaharsu M, Santos AS, Lopez GG, Godfrey MH, Tognin F, Baptistotte C, Thomé JC, Dias ACC, Castilhos JCC, Fuentes MMPB (2016) Identification of loggerhead male producing beaches in the south Atlantic: Implications for conservation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 477:14-22

Mills LS (2013) Estimating population vital rates. In: Conservation of wildlife populations: demography, genetics and management. Wiley Blackwell, Oxford, UK, pp 54–76

Musick JA, Burguess G, Cailliet G, Camhi M, Fordham S (2000) Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). Fisheries 25:9–13

R Core Team (2018) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna

Santidrián Tomillo MP, Swiggs J (2015) Egg development and hatchling output of the leatherback sea turtle. In: Spotila JR, Santidrián Tomillo P (eds) The leatherback turtle: biology and conservation. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, p 74–83

Scott R, Marsh R, Hays GC (2012) Life in the really slow lane: loggerhead sea turtles mature late relative to other reptiles. Funct Ecol 26:227–235

Thomé JCA, Baptistotte C, Moreira LM DP, Scalfoni JT, Almeida AP, Rieth DB, Barata PCR (2007) Nesting biology and conservation of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) in the state of Espírito Santo, Brazil, 1988–1989 to 2003–2004. Chelonian Conserv Biol 6:15–27

Wallace BP, Tiwari M, Girondot M (2013b) *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013:e.T6494A43526147. [http://dx. doi. org/ 10. 2305/ IUCN. UK. 2013-2. RLTS. T6494A43526147.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en)

8. Equipe

	Nome	Função	Área de Atuação
1	Ana Claudia Jorge Marcondes	Analista Ambiental	Linhares, São Mateus e Vitória
2	Eduardo Matheus von Mühlen	Executor de Base	Regência (Linhares)
3	Liliana Colman	Consultora	Linhares
4	Flavia Almeida Ribeiro	Executora de Base	Regência (Linhares)
5	Arnoilton Alves Pireira	Agente Local II	Regência (Linhares)
6	Aloísio dos Santos	Auxiliar Manutenção	Regência (Linhares)
7	Wagner Coitinho	Auxiliar Manutenção	Povoação (Linhares)
8	Lucas Vila Verde	Executor de Base	Povoação (Linhares)
9	Rennara Herculano Rufino Moreira	Executora de Campo	Povoação (Linhares)
10	Ciro Jardel Bergamo	Executor de Base	Pontal Ipiranga (Linhares)
11	Victor Roque Pancieri	Agente Local I	Pontal Ipiranga (Linhares)
12	Nilton Alves da Silva	Auxiliar Manutenção	Pontal Ipiranga (Linhares)
13	Mariana Naomi Iura Oshiro	Executora de Base	Guriri (São Mateus)
14	Maria do Carmo Bonomo	Auxiliar Manutenção	Guriri (São Mateus)



Ana Claudia Jorge Marcondes

Fundação Pró-TAMAR