



Avaliação dos impactos antrópicos na nidificação de tartarugas marinhas no Nordeste do Brasil

Deloar Duda de Oliveira^{1*} Marília Gabriela Gomes Cabral dos Santos² Ana Beatriz Monteiro da Silva²

¹ Doutorado em Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio De Janeiro, UERJ, Brasil (deloar.duda@grupounibra.com)*

² Graduando do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA, Brasil

Histórico do Artigo: Submetido em: 02/09/2025 – Revisado em: 10/11/2025 – Aceito em: 16/01/2026

RESUMO

O litoral brasileiro, importante região utilizada como berçário pelas tartarugas marinhas, vêm sofrendo uma notável degradação ao longo dos anos. Esses animais, que utilizam grande parte do litoral para nidificar, são constantemente afetados pelos impactos antrópicos, dentre eles o avanço de construções na área de restinga, fotopoluição, alterações climáticas, entre outros. Existem atualmente 7 espécies de tartarugas no mundo, no Brasil ocorrendo 5 dessas espécies, sendo elas tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), tartaruga verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*). A importância da preservação das praias de nidificação está diretamente relacionada ao fato de que as tartarugas marinhas retornam ao seu local de nascimento, por possuírem o mecanismo de impressão geomagnética, e usam isso para fazer as posturas nas proximidades onde nasceram. No Brasil, de acordo com Projeto TAMAR, $\frac{2}{3}$ de todas as posturas de ovos se encontram nas regiões Nordeste e Norte, e grande quantidade das praias de nidificação dessas regiões são frequentemente expostas a impactos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento por meio da revisão bibliográfica sobre os impactos antrópicos que vêm acometendo a região litorânea no decorrer dos anos. Avaliando o material consultado, observou-se que as poluições frequentemente reportadas foram Urbanização costeira, Fotopoluição, Turismo em áreas de desova, Poluição Química e Mudanças climáticas, a partir dos resultados encontrados no Brasil, em contraponto com dados internacionais, destacando a importância da temática. Esses problemas para serem reduzidos são cruciais à ação do poder público, gestões eficientes e políticas públicas. Compreende-se que para minimizar os impactos sejam criadas mais unidades de conservação, fiscalização nas áreas de desova, monitoramento dos ninhos, trazer o turismo sustentável e com isso as atividades de educação e sensibilização ambiental, por esse motivo, é preciso exigir a necessidade da conservação da região litorânea.

Palavras-chave: Impactos antrópicos, tartarugas marinhas, nidificação, litoral do Nordeste brasileiro e conservação.

Assessment of anthropogenic impacts on sea turtle nesting in Northeast Brazil

ABSTRACT

The Brazilian coast, a crucial region for sea turtles as a nursery, has undergone notable degradation over the years. These animals, which use a large part of the coast for nesting, are constantly affected by anthropogenic impacts, including the advancement of construction in the restinga area, photopollution, and climate change, among others. There are currently 7 species of turtles in the world. In Brazil, there are 5 of these species, including the loggerhead turtle (*Caretta caretta*), hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*), leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), green turtle (*Chelonia mydas*), and olive turtle (*Lepidochelys olivacea*). The importance of preserving nesting beaches is directly related to the fact that sea turtles return to their place of birth, as they have a geomagnetic imprinting mechanism, and use this to orient themselves in the vicinity of where they were born. In Brazil, according to the TAMAR Project, $\frac{2}{3}$ of all egg laying is found in the Northeast and North regions, and a large number of nesting beaches in these regions are frequently exposed to impacts. Therefore, the present work aims to carry out a survey, through a bibliographical review, on the anthropogenic impacts that have been affecting the coastal region over the years. In the topic of results and discussion, it is argued about coastal urbanization, photopollution, tourism in spawning areas, chemical pollution, and climate change, based on the results found in Brazil, in contrast with international data, highlighting the importance of the theme. To reduce these problems, public action, efficient management, and public policies are crucial. It is understood that to minimize impacts, more conservation units must be created, inspection of spawning areas, monitoring of nests, bringing sustainable tourism, and with this, educational and environmental awareness activities. For this reason, it is necessary to demand the conservation of the coastal region.

Keywords: Anthropogenic impacts, sea turtles, nesting, coast of northeastern Brazil, and conservation.

Oliveira, D. D. de., Santos, M. G. G. C. dos., & Silva, A. B. M. da. (2026). Avaliação dos impactos antrópicos na nidificação de tartarugas marinhas no Nordeste do Brasil (Brasil). *Meio Ambiente (Brasil)*, v.8, n.1, p.68-78.



Direitos do Autor. A Meio Ambiente (Brasil) utiliza a licença *Creative Commons* - CC BY 4.0.

1. Introdução

As tartarugas marinhas são uma parte primitiva e única da biodiversidade, desempenhando um papel fundamental nos ecossistemas oceânicos. Esses organismos pertencentes à linhagem mais antiga de répteis vivos, com ciclo de vida complexos, maturação sexual tardia, migrações transoceânicas e entre outros. O registro mais antigo das tartarugas marinhas no mundo, é da espécie *Santanachelys gaffneyi* (Protostegidae), tal registro é oriundo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. A análise dessas espécies permitiu constatar que as tartarugas marinhas atuais não sofreram muitas modificações desde o primeiro registro fóssil. A origem das tartarugas é terrestre, porém evoluíram para se adaptarem ao ambiente marinho. Seus membros locomotores evoluíram e viraram nadadeiras com pequenas garras e carapaças que se tornaram achatadas dorsoventralmente, ficando leves e hidrodinâmicas. Outra grande evolução foi o surgimento de glândulas de sal, localizadas atrás dos globos oculares, que possuem a função de filtrar o excesso de sódio do organismo do animal (Reis; Goldberg, 2017).

Existem sete espécies de tartarugas marinhas em todo o mundo, sendo que cinco delas são encontradas no Brasil, divididas em duas famílias. A família Cheloniidae inclui quatro espécies: a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*). Já a família Dermochelyidae é representada por uma única espécie: a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). Todas essas espécies compartilham um ciclo de vida que envolve o uso de diferentes habitats em distintas fases de sua existência. Elas habitam todos os oceanos e realizam migrações que podem percorrer milhares de quilômetros entre locais de alimentação e reprodução (Cubas-Zalmer et al., 2014).

A costa brasileira é habitada por cinco espécies de tartarugas para reprodução e alimentação, e estas espécies estão incluídas em categorias de ameaça, tanto mundialmente, de acordo com a lista vermelha de animais ameaçados de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2024) quanto regionalmente, de acordo com o Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. (ICMBio, 2024) As praias de nidificação de tartarugas marinhas em todo o mundo enfrentam grandes impactos. Destacando as praias históricas de nidificação que foram reduzidas e impactadas pelas ações antrópicas, com o restante das áreas de praia que enfrentam riscos de perdas adicionais (Summers et al. 2018).

O retorno às praias natal das tartarugas marinhas, que parece ser realizado em grande parte através do mecanismo de impressão geomagnética, no qual as tartarugas aprendem o campo magnético de sua área de origem quando jovens, se torna uma das principais motivações para a preservação das praias de nidificação. (Brothers et al., 2018). O nordeste do Brasil é reconhecido como uma importante área de alimentação e reprodução de pelo menos quatro espécies de tartarugas marinhas (Moura et al., 2012). No Brasil, as principais ameaças são: ocupação irregular do litoral, abate de fêmeas e coleta de ovos para a alimentação, trânsito na praia de desovas, iluminação artificial nas áreas de desova, captura acidental, poluição dos oceanos (Carvalho et al., 2021).

A importância ecológica das tartarugas marinhas é crucial, pois elas têm a capacidade de transportar alimentos de um sistema produtivo para um menos fértil. Como exemplo, aportar alguns nutrientes do ecossistema marinho para a zona costeira a partir da decomposição e nas praias de desova, no momento em que fazem a postura dos ovos, aportam a matéria orgânica rica em nutrientes com altas concentrações energéticas. Além de tudo, elas desempenham um papel na cadeia alimentar de outros animais, na medida em que atuam como consumidores, presas, competidores, hospedeiros e patógenos (Reis; Goldberg, 2017).

Em relação aos efeitos negativos, muitas espécies têm recebido atenção considerável na comunidade científica (Artaxo, 2020). Assim como as alterações climáticas desencadeiam efeitos grandes e persistentes na diversidade biológica, incluindo especiações, redistribuição de locais e eventos de extinção (Nogués-Bravo et al., 2018) e mudanças fenológicas para reproduzir durante os períodos mais favoráveis (Iler et al. 2021). As tartarugas marinhas realizam o processo de postura dos ovos proporcionando alguma estabilidade térmica que varia com a profundidade e o sexo da mesma, a determinação do sexo dependente da temperatura (Santidrián

Tomillo et al., 2017). No entanto, tanto as tartarugas machos como as fêmeas são necessárias para a sustentabilidade da população.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os dados dos impactos antrópicos que vêm acometendo as espécies de tartarugas marinhas ao longo do litoral do Nordeste e do mundo, indicando os principais fatores dos impactos e das interferências humanas.

2. Material e Métodos

O presente estudo foi realizado a partir de uma revisão sistemática da literatura, onde foram seguidos os métodos e protocolos descritos no estudo de Siddaway et al. (2019), com o objetivo de avaliar os impactos antrópicos na nidificação de tartarugas marinhas, conforme relatado na literatura (Lopes et al., 2015)

Para a busca de trabalhos como fontes de pesquisa, foram empregados os descritores: *sea turtle nesting in northeastern brazil*; *Anthropogenic impacts on sea turtle nesting in northeastern Brazil*; *anthropogenic impacts on sea turtle nesting*; *impacts on sea turtle nesting in northeastern Brazil*; nas bases de dados do Science Direct, Springer Link, e SciELO no período de abril a junho de 2024, com o lapso temporal de 2010 a 2024. Foram adotados critérios de inclusão e exclusão (Tabela 1) baseados no uso das palavras-chave específicas sobre o tema, além disso, o fluxograma foi utilizado para apresentar o processo de coleta de dados e triagem.

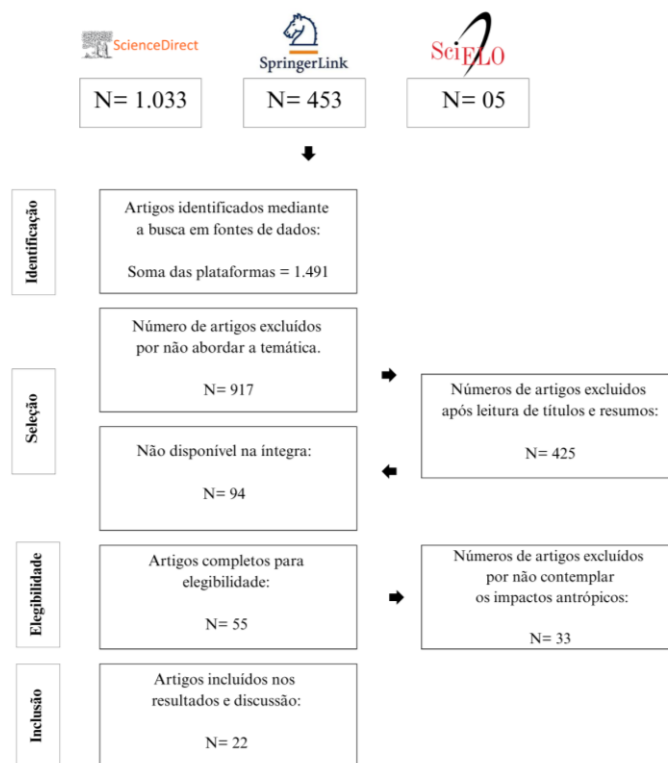
Tabela 1 - Critérios de exclusão sintetizados para uma revisão sistemática da literatura sobre Avaliação dos Impactos Antrópicos na nidificação de Tartarugas marinhas no Nordeste brasileiro.

Critérios de exclusão

- | | |
|------|---|
| I. | Artigos que não abordam a temática |
| II. | Estudo fora do período de tempo delimitado |
| III. | Artigos que não contemplavam os impactos antrópicos |
| IV. | Artigos duplicados |

Além disso, foi elaborado um fluxograma (Figura 1) para ilustrar o processo de coleta e rastreamento dos dados, dada sua eficácia em revisões sistemáticas. Nas bases de dados utilizadas, encontra-se um total de 1.491 artigos, nos idiomas português, inglês e outros. Todos os acessos foram revisados para verificar a elegibilidade.

Figura 1: Fluxograma da metodologia adotada de acordo com os critérios de exclusão na seleção dos artigos.



Em seguida, a triagem dos artigos foi realizada primeiramente com base no título e no resumo, seguindo uma lista consolidada de critérios de exclusão (Tabela 1). Todos os artigos cuja elegibilidade não estava clara foram levados para a fase seguinte, na qual foram lidos na íntegra para avaliar se deveriam ser excluídos ou mantidos. Dessa forma, após um estudo dos artigos, foram selecionados 22 que enfatizaram os impactos antrópicos na nidificação de tartarugas marinhas. A análise das informações foi realizada por meio de leitura exploratória do material encontrado, em uma abordagem qualitativa.

3. Resultados e Discussão

3.1 Urbanização costeira

A costa nordestina do Brasil é um local fundamental para a nidificação de tartarugas marinhas. No Brasil, as iniciativas de conservação desses animais tiveram início em 1980. Entretanto, as regiões costeiras tropicais e subtropicais são vistas como áreas privilegiadas para diversos projetos turísticos (Siqueira et al., 2021).

O crescimento desordenado das cidades litorâneas e o desenvolvimento imobiliário em áreas de praias têm levado à destruição direta de habitats de nidificação. As tartarugas marinhas, sendo uma espécie totalmente dependente da zona costeira para o processo de reprodução, estão em constante estado de vulnerabilidade devido à perda de habitat, frequentemente associada à alta ocupação urbana sobre a zona costeira, que é considerada uma das principais razões para a redução da biodiversidade marinha (Alves et al., 2013; Guan et al., 2024).

Justificando com o que os autores encontraram, de acordo com o estudo feito pelos autores (Guan

Qingch, Junwen Chen, Chengyang Guan, Hui Li, Xu Zhou, Tianya Meng), as zonas costeiras são locais onde os ecossistemas marinhos e terrestres, as atividades socioeconômicas e os ambientes naturais interagem com frequência. Contudo, a acelerada urbanização costeira e os fatores antrópicos vêm tendo sérios desafios ecológicos aos litorais, como perda de habitat, degradação e perda de biodiversidade. Com o crescimento populacional vem o impulso do consumo de recursos naturais, compreender que essas demandas afetam no equilíbrio é essencial para resolver os conflitos da urbanização com o ecossistema costeiro.

Os impactos da urbanização costeira se tornaram um tópico-chave em estudos dos efeitos das atividades antrópicas no ambiente ecológico; alguns estudos destacam que a rápida expansão da urbanização costeira pode gerar ameaças significativas à biodiversidade.

Num estudo realizado na cidade de Qingdao na China durante os anos de 1992 e 2022, os autores investigaram os impactos da urbanização acelerada na região. Os autores examinaram a evolução da oferta e demanda por sete serviços ecossistêmicos (ESs), sendo eles: sequestro de carbono, produção de alimentos, qualidade do habitat, serviços recreativos, retenção de solo, produção de água e aquicultura marinha. Apesar das ofertas e demandas das ESs terem variado ao longo dos anos, houve um desequilíbrio severo e constante, a exploração do carbono, qualidade do habitat, produção de alimentos, exploração da água e serviço de aquicultura marinha foram mais significativamente afetados pela urbanização espacial, enquanto os serviços recreativos foram mais influenciados pela urbanização populacional.

A sensibilidade de diferentes tipos de ESs à urbanização variou consideravelmente; sequestro de carbono, produção de alimentos, serviços recreativos, retenção de solo, produção de água e aquicultura marinha foram mais sensíveis à urbanização econômica, enquanto os serviços de qualidade do habitat foram mais sensíveis à urbanização espacial. Contudo, este estudo delineia quatro zonas de gestão ecológica com base na análise de correlação espacial e propõe quatro recomendações para a gestão integrada de cidades costeiras; essas recomendações visam facilitar o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável em áreas urbanas costeiras (Brei et al., 2016).

3.2 Fotopoluição

As áreas costeiras vêm testemunhando um crescimento considerável na atividade econômica nas últimas décadas, o que consequentemente aumenta os impactos da poluição luminosa, tema que recentemente tem sido foco de atenção, tendo em vista que é uma das principais ameaças antropogênicas para a biodiversidade costeira (Shimada et al., 2021; Verutes et al., 2014). A poluição luminosa proveniente das construções e infraestruturas em áreas litorâneas pode prejudicar ou alterar o comportamento das fêmeas de tartarugas marinhas por conta da incidência de luminosidade sobre a praia. O excesso de luz antropogênica pode impedir que as fêmeas nidificantes venham para a costa, levando-as a escolher locais menos ideais para a desova (Siqueira Silva et al., 2020).

A luminosidade pode interferir em especial, como as fêmeas retornam ao mar após a postura dos ovos e provoca desorientação nos filhotes após saírem dos ninhos, além de atrasar e diminuir a natação direcionada deles ao entrarem no oceano. Segundo Hirama et al. (2012) podem desencorajar as fêmeas de emergir do mar para nidificar e na nidificação quando estão em terra, tornando as tartarugas mais visíveis e vulneráveis à predação, ou desorientá-las enquanto procuram um local de nidificação ou em seu retorno à água, o que é metabolicamente caro e potencialmente fatal. Filhotes desorientados pela poluição luminosa têm maior mortalidade devido a uma combinação de fatores como aumento do gasto de energia, maior visibilidade para predadores, aumento do risco de dessecação por não conseguir alcançar a água ou, uma vez na água, alterando a orientação para locais costeiros (Attum et al., 2024; Sayegh et al., 2020; Tuxbury et al., 2005; Cruz et al. 2016; Pendoley et al. 2016; Silva et al., 2017).

O estudo realizado no Caribe por Brei et al. (2016), demonstrou que algumas espécies marinhas são particularmente sensíveis à poluição luminosa, e que o impacto do aumento da iluminação costeira tem sido amplamente inexplorado; investigou também como a poluição luminosa afeta as tartarugas marinhas. Essas

principais descobertas mostraram que, após controlar a atividade econômica local e o esforço feito na contagem de ninhos na análise econométrica, há um impacto negativo significativo da luz noturna costeira na atividade de nidificação de tartarugas marinhas em Guadalupe. O estudo forneceu evidências de que o aumento de 1 unidade na iluminação noturna reduz o número de ninhos em aproximadamente 4. Estendendo a estimativa do efeito marginal da luz noturna para todo o Caribe, compararam com o custo de criação de tartarugas marinhas em cativeiro e descobriram que o custo de reposição para as quase 1.800 tartarugas marinhas estimadas como perdas devido à maior iluminação noturna desde 1992 pode chegar a US\$ 288 milhões.

Com relação ao impacto da iluminação noturna nas gerações futuras de tartarugas marinhas, concluíram a partir do modelo populacional calibrado para Guadalupe que a queda de fertilidade causada pela fotopoluição parece acelerar substancialmente a extinção de tartarugas marinhas. Para tartarugas-de-pente e tartarugas-verdes, a luz noturna costeira diminui o tempo de extinção de 164 e 154 anos para 130 e 139 anos, respectivamente. Esse impacto é ainda maior para as tartarugas-de-couro, que, sob as atuais condições de luz, desapareceriam em 514 anos, mas sem a luz noturna não seriam extintas. As estimativas sugerem que compensar o impacto futuro da poluição luminosa noturna pode custar até US\$ 2,8 bilhões. A partir dessa pesquisa podemos notar que a poluição luminosa afeta drasticamente a nidificação das tartarugas marinhas, afetando cada espécie em proporções diferentes (Brei et al., 2016).

3.3 Turismo em áreas de desova e Poluição Química

O turismo descontrolado e atividades como a construção de barracas, tráfego de veículos na areia, fogueiras e a presença de pessoas em áreas de desova podem danificar ninhos e impedir que as tartarugas depositem seus ovos. Além disso, o fluxo constante de turistas nas praias de desova pode reduzir a viabilidade das áreas de nidificação, levando ao abandono das praias pelas fêmeas (Fernandes et al., 2016).

Apesar de que o turismo deveria ser um conceito de ser desenvolvido em conciliação com o ambiente nessas áreas naturais, como no caso de Galápagos que é uma das principais ameaças para a conservação da biodiversidade devido ao aumento do número de turistas, contudo já em Sumaco o turismo pode ser sustentável muito importante frente à extração de minas e petróleo, que constitui as ameaças reais para a conservação da área. Pode-se entender melhor que o turismo reflete a complexidade do manejo e gestão do turismo em áreas protegidas. Os casos de estudo de Galápagos e Sumaco sustentam a tese de que o turismo em geral é um importante promotor de mudanças sociais e ecológicas nos destinos hóspedes (Muñoz Barriga, 2017).

Com o aumento da produção e do consumo de plástico resultou em milhões de toneladas métricas de plástico a cada ano poluindo nossos oceanos e terras globalmente, com cerca de 10% desse plástico encontrado em giros de plástico no oceano, a presença de resíduos sólidos nas praias pode obstruir o acesso às áreas de desova e impactar o sucesso da eclosão dos ovos. Os plásticos têm um calor específico e maior do que a areia, quando combinados com areia, os microplásticos podem aumentar a temperatura da areia, especialmente se o pigmento do plástico for escuro. Isso pode afetar potencialmente o ambiente de nidificação das tartarugas marinhas e, conseqüentemente, afetar a proporção sexual dos filhotes, e o acúmulo de resíduos plásticos nas praias de nidificação também afeta a probabilidade de sobrevivência dos embriões e filhotes, fazendo também uma barreira ao prender os filhotes dentro do ninho (Beckwith; Fuentes, 2018; Sousa Guedes et al., 2023) e dificultando também o seu percurso até chegar ao mar. As praias contribuem muito para habitats de muitas espécies e uma delas é as tartarugas marinhas, que usam esse ecossistema como locais de nidificação.

Os Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) também representam uma séria ameaça devido à sua alta estabilidade, toxicidade e persistência no ambiente. Essas características fazem com que estas substâncias, quando presentes no meio ambiente, se bioacumulem nos organismos e sejam biomagnificadas ao longo da cadeia alimentar. As tartarugas marinhas da espécie *Caretta caretta* (cabeçuda) configuram bioindicadores relevantes para o monitoramento da contaminação por poluentes orgânicos persistentes (POPs) em ambientes marinhos. Essa relevância está associada a um conjunto de características biológicas e ecológicas, tais como sua longa expectativa de vida, a reduzida eficiência dos mecanismos de desintoxicação em comparação a outros répteis, seus hábitos alimentares carnívoros e a elevada suscetibilidade aos processos de bioacumulação (Kuzukiran et al., 2024).

Esses poluentes impactam diretamente o sistema imunológico desses organismos, embora ainda não se conheçam completamente os efeitos toxicológicos nesses indivíduos (Roquetas et al., 2016; Bezerra et al., 2016). Foi observada a possível diminuição no sucesso de eclosão de Tartaruga verde (*Chelonia mydas*) e Tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) em decorrência dessas substâncias, que podem resultar em efeitos adversos à saúde e contribuir para a redução das populações (Filippos et al., 2021).

O estudo foi desenvolvido por Beckwith e Fuentes (2018) e analisou a presença, distribuição e composição de microplásticos em dez locais de nidificação importantes para tartarugas marinhas na Unidade de Recuperação do Golfo do México na Flórida, identificando que todos esses locais estavam expostos a microplásticos, especialmente nas dunas onde as tartarugas costumam nidificar. Os níveis de microplásticos encontrados estavam dentro da faixa de outros estudos similares, mas alguns locais apresentaram maior abundância em comparação com regiões como a costa do Alabama, o Chile e os Grandes Lagos dos EUA, enquanto outros relataram valores ainda maiores, como Mumbai e o estuário de Pearl Harbor. A pesquisa fornece uma linha de base importante sobre a quantidade, distribuição e composição de microplásticos em áreas de nidificação, ressaltando o potencial impacto desses poluentes no ambiente de incubação das tartarugas marinhas.

Dado o potencial impacto do microplástico no ambiente de incubação das tartarugas marinhas, Beckwith e Fuentes (2018) examinaram a abundância, distribuição e composição de microplástico nos dez locais de nidificação mais importantes. Todos os dez locais de nidificação de tartarugas marinhas mais importantes para a Unidade de Recuperação de tartarugas cabeçadas do Golfo do México do Norte na Flórida foram expostos a microplásticos.

A maioria dos fragmentos de microplástico foi encontrada em amostras recolhidas na região da duna, que é o local onde as tartarugas cabeçadas tendem a nidificar. Nenhum outro estudo até o momento investigou especificamente a concentração de microplástico em locais de nidificação de tartarugas marinhas, no entanto, quando comparados a outros estudos semelhantes, os valores estavam dentro da faixa de quantidades registradas anteriormente. O estudo encontrou uma maior abundância média de microplásticos em comparação com a costa do Alabama, a costa continental do Chile e nos Grandes Lagos, EUA. No entanto, outros estudos também relataram uma quantidade maior de microplásticos em Mumbai, Índia, no Estuário de Pearl Harbor, EUA, em Walpole, EUA, e em Fort Pierce, EUA. Esse estudo forneceu informações básicas sobre microplásticos, abundância, distribuição e composição em locais de nidificação de tartarugas marinhas no norte do Golfo do México.

3.5 Mudanças climáticas

A elevação do nível do mar constitui, provavelmente, o impacto antropogênico mais relevante das mudanças climáticas neste século. Esse fenômeno ameaça inundar e erodir praias, as principais áreas de nidificação de tartarugas marinhas. Em escala global, o aumento do nível do mar possui potencial de comprometer significativamente a disponibilidade de locais adequados para a reprodução dessas espécies. Modeling sea-level change, inundation scenarios, and their effect on the Colola Beach Reserve – a nesting-habitat of the black sea turtle, Michoacán, México, (2015)

As mudanças climáticas têm um efeito direto sobre a temperatura das areias, o que pode alterar o processo de determinação sexual das tartarugas marinhas, uma vez que a temperatura influencia na proporção de machos e fêmeas nascidas. As projeções relacionadas às mudanças climáticas indicam uma elevação na temperatura do planeta. No que diz respeito às tartarugas marinhas, a interação entre a elevação do nível do mar, a umidade do ninho e a temperatura da praia pode afetar a formação de embriões, o desenvolvimento e a sobrevivência dos filhotes. Além disso, as temperaturas de incubação extremas geram não apenas crias que são predominantemente femininas, mas também resultam em uma alta taxa de mortalidade nas ninhadas em desenvolvimento (Martins et al., 2022; Jensen et al., 2018).

A importância da temperatura do ninho é tida como o principal fator que determina as proporções sexuais primárias em tartarugas marinhas. Por ser inviável medir esses fatores em larga escala, foi desenvolvido um modelo mecanicista de microclima para prever as temperaturas horárias da areia em praias da Austrália Ocidental ao longo de 32 temporadas de nidificação das tartarugas-de-costas-chatas (Natator

depressus), permitindo classificar o estresse térmico atual e futuro para os embriões. O estudo revelou que as mudanças climáticas podem impactar o sucesso da emergência e a proporção sexual primária dessas tartarugas na região de Pilbara em duas décadas, com variações entre os locais. Essa abordagem fornece uma ferramenta útil para o planejamento de conservação, podendo ser aplicada a outras populações de tartarugas que nidificam em áreas extensas e remotas, enfatizando a necessidade de considerar os efeitos das mudanças climáticas na conservação dessas espécies globalmente (Gammon et al., 2024).

Corroborando com o que os autores encontraram, sabendo que a temperatura do ninho é o principal fator determinante do sucesso das proporções sexuais primárias em tartarugas marinhas. No entanto, o sucesso da emergência e as proporções sexuais primárias são inviáveis de medir em escala, tornando os métodos para estimar essas características do histórico de vida a partir das temperaturas previstas da areia altamente desejáveis para o planejamento de conservação de longo prazo no contexto das mudanças climáticas. De acordo com os autores Gammon et al. (2024) abordaram usando um modelo de microclima mecanicista para prever as temperaturas horárias da areia, ao longo de 32 temporadas de nidificação desde 1986, em 402 praias da Austrália Ocidental que suportam a nidificação de tartarugas-de-costas-chatas (*Natator depressus*). Isso permitiu classificar as praias de acordo com o estresse térmico atual e futuro para os embriões, fornecendo um meio de planejar o monitoramento e a mitigação dos impactos térmicos das mudanças climáticas em todo o estoque.

O estudo descobriu que as mudanças climáticas impactarão o sucesso da emergência e a proporção sexual primária das tartarugas-de-costas-chatas na região de Pilbara, na Austrália Ocidental, em apenas duas décadas, mas que esses impactos irão variar entre os locais. Isso tem implicações para a conservação das tartarugas marinhas globalmente e ressalta a importância de considerar os impactos térmicos das mudanças climáticas em toda a área de nidificação de um estoque. A metodologia mecanicista que desenvolvemos pode ser prontamente aplicada a outras populações de tartarugas marinhas que nidificam em regiões extensas e remotas (Gammon et al., 2024).

4. Conclusão

O litoral nordeste brasileiro é utilizado como berçário natural pelas tartarugas marinhas, devido a quantidade de desova que ocorre todos os anos. O que torna uma das áreas de importância para a preservação, com todos os impactos antrópicos que vêm acontecendo ao longo dos anos, coloca em risco todo o desenvolvimento e sobrevivência das 5 espécies de tartarugas marinhas que habitam todo o litoral. Os problemas oriundos da urbanização costeira, fotopoluição, turismo, poluição e mudanças climáticas. Esses problemas para serem reduzidos exige do poder público, uma gestão eficiente, no qual incluam políticas públicas que garantam a preservação dessas tartarugas marinhas. Por esse motivo existe a grande necessidade de conservação, proteção e manejo nas áreas de nidificação de tartarugas marinhas no litoral brasileiro.

Devido à falta de fiscalização nos locais de nidificação e à ausência de manejo adequado, as tartarugas ficam vulneráveis às atividades antrópicas predatórias. Apesar de termos muitos estudos que colaboram para minimizar os principais impactos, as suas populações continuam sofrendo declínio. Apesar de serem espécies totalmente protegidas por instrumentos legais nacionais, que proíbem todo e qualquer tipo de uso direto, além de prever medidas de proteção das áreas de desova. Continuam sendo um local vulnerável às áreas protegidas são a estratégia chave para a conservação das tartarugas marinhas no Brasil, acreditamos que a principal forma de minimizar os impactos seriam criando mais unidades de conservação, fiscalização nas áreas de desova, monitoramentos dos ninhos, atividades de educação e sensibilização ambiental, trazendo também o turismo sustentável para esses locais.

5. Referências

ALVES, M. D. DE O. et al. Aerial survey of manatees, dolphins and sea turtles of northeastern Brazil: Correlations with coastal features and human activities. **Biological Conservation**, v. 161, p. 91–100,

maio 2013.

ANDRÉS-ROQUETA, C.; et al. Social cognition makes an independent contribution to peer relations in children with Specific Language Impairment. **Research in Developmental Disabilities**, v. 49-50, p. 277-290, fev. 2016.

ARTAXO, P. **As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas**. Estudos Avançados, v. 34, n. 100, p. 53–66, dez. 2020.

ATTUM, O.; NAGY, A. Patterns of light pollution on sea turtle nesting beaches in the Egyptian Red Sea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 201, p. 116246, 1 abr. 2024.

BECKWITH, V. K.; FUENTES, M. M. P. B. Microplastic at nesting grounds used by the northern Gulf of Mexico loggerhead recovery unit. **Marine Pollution Bulletin**, v. 131, p. 32–37, jun. 2018.

BEZERRA, M. F. et al. Monitoring mercury in green sea turtles using keratinized carapace fragments (scutes). **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, n. 1-2, p. 424–427, dez. 2013.

BREI, M.; PÉREZ-BARAHONA, A.; STROBL, E. Environmental pollution and biodiversity: Light pollution and sea turtles in the Caribbean. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 77, p. 95–116, maio 2016.

BROTHERS, J. R.; LOHMANN, K. J. Evidence that Magnetic Navigation and Geomagnetic Imprinting Shape Spatial Genetic Variation in Sea Turtles. **Current Biology**, v.28, n 8, p. 1325-1329.e2, abr. 2018.

CUBAS, Zalmir Silvino; CARLOS, J.; CATÃO-DIAS, José Luiz. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária**. São Paulo: Editora Roca, 2014.

CRUZ, L. M. et al. Effect of light intensity and wavelength on the in-water orientation of olive ridley turtle hatchlings. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 505, p. 52–56, ago. 2018.

FERNANDES, M. L. B.; SILVA, L. C. C.; MOURA, G. J. B. Influência dos Impactos Ambientais na Escolha da Praia de Desova da Espécie *Eretmochelys imbricata*. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 4, p. 44–48, 29 dez. 2016.

FILIPPOS, L. S. et al. Persistent organic pollutants in plasma and stable isotopes in red blood cells of *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* and *Lepidochelys olivacea* sea turtles that nest in Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 167, p. 112283, jun. 2021.

GABRIEL DOMINGOS CARVALHO et al. **A IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DA CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS**. 1 jan. 2021.

GAMMON, M. et al. Reconstructed and projected beach temperatures reveal where flatback turtles are most at risk from climate change. **Global Ecology and Conservation**, v. 51, p. e02866, jun. 2024.

GUAN, Q. et al. The responses of ecosystem services in coastal cities to urbanization in 30 years: A case study of Qingdao City, China. **Ocean & Coastal Management**, v. 258, p. 107415, 11 out. 2024.

HIRAMA, S. et al. Environmental factors predicting the orientation of sea turtle hatchlings on a naturally lighted beach: A baseline for light-management goals. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 541, p. 151568, ago. 2021.

ICMBio - **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul - CEPSUL** [Internet]. Icmbio.gov.br. 2021 [cited 2024 Sep 4].

ILER, A. M. et al. Demographic Consequences of Phenological Shifts in Response to Climate Change. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 52, n. 1, p. 221–245, 2 nov. 2021.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. **IUCN Red List of Threatened Species**. Name; 2024.

JENSEN, M. P. et al. Environmental Warming and Feminization of One of the Largest Sea Turtle Populations in the World. **Current Biology**, v. 28, n. 1, p. 154–159, 8 jan. 2018.

KUZUKIRAN, O. et al. An investigation of some persistent organic pollutants in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). **Marine Pollution Bulletin**, v. 205, p. 116670, ago. 2024.

LOPEZ, G. G. et al. Coastal development at sea turtles nesting ground: Efforts to establish a tool for supporting conservation and coastal management in northeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 116, p. 270–276, nov. 2015.

MARTINS, S. et al. Potential impacts of sea level rise and beach flooding on reproduction of sea turtles. **Climate Change Ecology**, v. 3, p. 100053, dez. 2022.

Modeling sea-level change, inundation scenarios, and their effect on the Colola Beach Reserve – a nesting-habitat of the black sea turtle, Michoacán, Mexico. **Geofísica Internacional**, v. 54, n. 2, p. 179–190, 1 abr. 2015.

MOURA, C. C. D. E M. et al. **Distribuição espaço-temporal e sucesso reprodutivo de *Eretmochelys imbricata* nas praias do Ipojuca, Pernambuco, Brasil**. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 102, n. 3, p. 254–260, 11 set. 2012.

MUÑOZ BARRIGA, A. Percepciones de la gestión del turismo en dos reservas de biosfera ecuatorianas: Galápagos y Sumaco. **Investigaciones Geográficas**, 22 mar. 2017.

NOGUÉS-BRAVO, D. et al. Cracking the Code of Biodiversity Responses to Past Climate Change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 33, n. 10, p. 765–776, out. 2018.

PENDOLEY, K.; KAMROWSKI, R. L. Sea-finding in marine turtle hatchlings: What is an appropriate exclusion zone to limit disruptive impacts of industrial light at night?. **Journal for Nature Conservation**, v. 30, p. 1–11, maio 2016.

REIS, E. C.; GOLDBERG, D. W. *Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas*. **Elsevier eBooks**, p. 63–89, 1 jan. 2017.

REIS, E. C.; GOLDBERG, D. W.; LOPEZ, G. G. *Diversidade e distribuição de tartarugas marinhas na área de influência das atividades de E&P na Bacia de Campos*. **Elsevier eBooks**, p. 121–159, 1 jan. 2017.

SANTIDRIÁN TOMILLO, P. et al. High and variable mortality of leatherback turtles reveal possible anthropogenic impacts. **Ecology**, v. 98, n. 8, p. 2170–2179, 11 jul. 2017.

SAYEGH, A. E. C. et al. Iluminação artificial e orientação dos filhotes de *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 89–101, 27 abr. 2020.

SHIMADA, T. et al. Distribution and temporal trends in the abundance of nesting sea turtles in the Red Sea. **Biological Conservation**, v. 261, p. 109235, set. 2021.

SILVA, E. et al. Light pollution affects nesting behavior of loggerhead turtles and predation risk of nests and hatchlings. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 173, p. 240–249, 2017.

SIQUEIRA, S. C. W. et al. Understanding the coastal erosion vulnerability influence over sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting in NE of Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 47, p. 101965, set. 2021.

SOUSA-GUEDES, D. et al. Can plastic pollution contaminate loggerhead turtle nests? Evaluation of flame retardants (PBDEs) levels in the sand. **Marine Pollution Bulletin**, v. 195, p. 115550–115550, 1 out. 2023.

SQUEIRA-SILVA, I. S. et al. Environmental and anthropogenic factors affecting nesting site selection by sea turtles. **Marine Environmental Research**, v. 162, p. 105090, dez. 2020.

Summers TM, Martin SL, Hapdei JR, Ruak JK, Jones TT. Endangered Green Turtles (*Chelonia mydas*) of the Northern Mariana Islands: **Nesting Ecology, Poaching, and Climate Concerns. Frontiers in Marine Science**. 2018 Jan 30;4.

TUXBURY, S. M.; SALMON, M. Competitive interactions between artificial lighting and natural cues during seafinding by hatchling marine turtles. **Biological Conservation**, v. 121, n. 2, p. 311–316, jan. 2005.

VERUTES, G. M. et al. Exploring scenarios of light pollution from coastal development reaching sea turtle nesting beaches near Cabo Pulmo, Mexico. **Global Ecology and Conservation**, v. 2, p. 170–180, dez. 2014.