



**UFC**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

**WILLAME QUARESMA DE ABREU**

**CONTAMINAÇÃO POR MICROPLÁSTICO EM OVOS NÃO ECLODIDOS DE  
TARTARUGA-DE-PENTE *Eretmochelys imbricata* EM PRAIAS URBANAS DE  
FORTALEZA/CE**

**FORTALEZA**

**2025**

WILLAME QUARESMA DE ABREU

**CONTAMINAÇÃO POR MICROPLÁSTICO EM OVOS NÃO ECLODIDOS DE  
TARTARUGA-DE-PENTE *Eretmochelys imbricata* EM PRAIAS URBANAS DE  
FORTALEZA/CE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
departamento de Engenharia de Pesca da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do título de Engenheiro de  
Pesca.

Orientador: Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa  
Co Orientador: Ma. Alice Frota Feitosa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Francisca Gleire Rodrigues de Menezes  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Ma. Werlanne Mendes de Santana Magalhães  
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A99c Abreu, Willame Quaresma de.

Contaminação por microplástico em ovos não eclodidos de tartaruga-de-pente *Eretmochelys imbricata* em praias urbanas de Fortaleza/CE / Willame Quaresma de Abreu. – 2025.

49 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2025.

Orientação: Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa.

Coorientação: Profa. Ma. Alice Frota Feitosa.

1. Poluição marinha. 2. Testudines. 3. Reprodução. I. Título.

CDD 639.2

---

A Deus.

Aos meus pais,

Aos meus amigos,

E para aqueles que vieram antes e lutaram para  
que eu pudesse estar aqui e ser o que sou.

## AGRADECIMENTOS

Há algo dentro de mim que não sei explicar. Algo que me sustenta, que me guia, que me dá forças quando tudo parece incerto. Eu escolho chamar isso de Deus. Não o vejo, não posso tocá-lo, mas o sinto em cada instante da minha existência. Ele me mostrou que há propósitos na vida que desconheço, mas que fazem sentido quando olho para trás. Nos dias em que acordei sem rumo, Ele foi meu farol. Quando tudo parecia escuro, ele me segurou pela mão e me fez continuar — com medo ou sem medo, sob o frio ou o calor. Me ensinou que nem tudo na vida pode ser visto, ouvido ou tocado, mas que algumas das coisas mais preciosas — o amor, a paciência, a fé — são sentidas no mais profundo do coração. E isso, apenas isso, sempre foi o suficiente para eu continuar caminhando nessa estrada.

Por isso, antes de tudo, eu agradeço a Deus. Porque sem Ele, eu não seria nada. Sem sua presença, eu não teria chegado até aqui. Mas Deus, em sua infinita sabedoria, não age sozinho. Ele me deu um lar, me deu uma família que me ensinou o que é amor antes mesmo que eu soubesse seu significado. E meus primeiros e maiores professores foram meus pais, Elieuda Quaresma (Dona Leuda) e Roberto de Abreu (Sr. Breu). Não existem palavras ou gestos que sejam suficientes para expressar o quanto sou grato a vocês. Me ensinaram que o amor é suficiente, que acreditar é o primeiro passo para conquistar qualquer coisa. Que a vida pode ser dura, mas o coração sempre pode ser leve. Obrigado por cada palavra de incentivo, por cada gesto de apoio, por cada abraço que me fortaleceu sem que vocês soubessem.

Dentro desse lar, aprendi que amar não é sobre perfeição, mas sobre respeito. Sobre saber voltar. Sobre reconhecer que, mesmo em meio a brigas e desentendimentos, a família sempre será um porto seguro. E é por isso que eu não poderia deixar de agradecer aos meus irmãos, Emanuela Quaresma e Emanuel Quaresma. O laço que nos une é inquebrável, e não importa onde a vida nos leve, amo vocês infinitamente. E como se já não bastasse a dádiva de tê-los ao meu lado, a vida ainda me presenteou com os melhores sobrinhos que eu poderia ter: Emilly Sophia, Bryan, Enzo e Bianca. Vocês são a luz que ilumina nossos dias e o reflexo mais bonito do amor que nos une como família. Obrigado por tornarem minha vida ainda mais especial.

Mas a vida também nos presenteia com irmãos que escolhemos ao longo do caminho. Aos amigos que a vida me deu, meu coração transborda gratidão. Isabele Braga e Bianca Bezerra, vocês são parte de mim. Amizades assim são raras, e quero levar vocês para sempre comigo.

Na graduação, tive o privilégio de conhecer pessoas que tornaram essa jornada mais bonita e mais leve. Risette Pinheiro e Amanda Vasconcelos, nossa amizade foi um presente.

Cada risada, cada conversa, cada momento compartilhado foi especial, e mal posso esperar pelos próximos capítulos dessa história.

E se há algo que me moldou nessa caminhada, foram os projetos pelos quais passei. Cada um deles deixou marcas profundas em mim. O Centro Acadêmico Gestão O Polvo me permitiu viver o movimento estudantil e crescer como pessoa. O Programa de Educação Tutorial da Engenharia de Pesca abriu portas que eu nunca imaginei — para a docência, para a pesquisa, para a extensão. Ao projeto Mangue Vivo me fez enxergar a educação ambiental como uma poderosa ferramenta de transformação, sem barreiras e sem fronteiras sociais.

Mas nada me transformou tanto quanto o GTAR. Ah, o GTAR... Como explicar algo que é mais do que um projeto? Para mim, é lar, é paixão, é propósito. Aqui aprendi sobre persistência, autoconhecimento, sobre compromisso com aquilo que realmente importa. E dentro desse universo, Alice Frota, você foi uma luz. Obrigado por cada ensinamento, por cada momento de paciência, por tudo o que você representa para mim.

Também encontrei um segundo lar no Laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos. A cada campo, a cada momento de loucura, a cada café às 15h que virou tradição, meu carinho por esse lugar e pelas pessoas só cresceu. Thays, Davilla, Oscar, Pedro, Ben, Caio e Ruama, obrigada por serem parte disso comigo.

Ganhar uma professora já é um privilégio, mas ganhar uma professora-amiga é um presente raro. Caroline Feitosa, você me ensinou muito além do acadêmico. Me ensinou sobre a vida, sobre responsabilidade, sobre ser melhor a cada dia. Obrigado por ser essa presença tão importante na minha trajetória.

Gostaria de agradecer aos professores que, com sua leveza, profissionalismo e humanidade, deixaram marcas em mim. Espero um dia ser pelo menos 1% do que vocês são. Minha gratidão eterna às professoras Kelma Cavalcante e Gleire Menezes.

Aos voluntários do GTAR, Ruth, Mahara e Lorena, que foram minha base na realização desse trabalho, obrigada por serem essa força ao meu lado. O GTAR me deu vocês, e isso, por si só, já é um presente para a vida toda.

E, por fim, a mim mesmo. Porque nos dias em que tudo parecia impossível, eu segui. Nos dias em que o peso era insuportável, eu encontrei forças para levantar. Eu me reconstruí, me reinventei e segui acreditando que mares calmos não fazem bons marinheiros. A vida me ensinou a navegar, e eu sei que o melhor ainda está por vir.

“If I could begin to be  
Half of what you think of me  
I could do about anything  
I could even learn how to love  
When I see the way you act  
Wondering when I'm coming back  
I could do about anything  
I could...“ (Rebecca Sugar - Love Like  
You, 2017)

“Da periferia ao mar, trago a força das ruas que me fizeram e a liberdade das águas que me levam, onde o horizonte é esperança e o sal, lembrança de quem nunca deixou de sonhar.”  
(Abreu, 2024).

## RESUMO

As tartarugas marinhas, como *Eretmochelys imbricata*, enfrentam sérias ameaças devido à poluição por microplásticos (MPs), partículas sintéticas com menos de 5 mm, que podem ser transferidas da mãe para os ovos. Este estudo investigou a presença de MPs em ovos não eclodidos de *E. imbricata* em praias urbanas de Fortaleza, com foco na quantificação e classificação dos poluentes por tamanho, cor, tipo de material, além de comparar sua presença em ovos embrionados e não embrionados. Foram coletados 48 ovos até 72 horas após a eclosão dos ninhos, 24 ninhos nas praias do Futuro e Sabiaguaba, entre janeiro e junho de 2024, sob licença do Sisbio número 53083-12 emitida pelo ICMBio. Dois ovos por ninho foram selecionados aleatoriamente, higienizados e armazenados a -10 °C. Após descongelamento, os ovos foram pesados, medidos e submetidos a digestão química com hidróxido de potássio (KOH) 10% para remoção do material orgânico, sendo aquecidos a 60 °C por 24 horas. Controles negativos foram realizados para monitorar contaminações externas e do reagente. Após a digestão, as amostras foram filtradas a vácuo com filtros de membrana de 0,45 µm e secas por 48 horas. MPs foram identificados, quantificados e classificados por tamanho, cor e tipo (e.g., azul, vermelho, transparente; fragmentos, fibras, filmes, esferas) utilizando lupa estereoscópica. A média do peso dos ovos foi de  $30,19 \pm 3,21$  g (intervalo de 20,6–36,0 g) e o diâmetro médio foi de  $37,28 \pm 1,33$  mm (variando de 34,1 a 40,5 mm), com baixo desvio padrão, indicando pequena variação nas dimensões dos ovos. Foram identificados 125 MPs, com predominância de filamentos e a cor azul como a mais comum. MPs foram encontrados em ovos de 21 ninhos. A análise estatística não mostrou correlação significativa entre a quantidade de MPs e o peso dos ovos (CS: 7.214,  $p > 0.2837$ ), nem entre a presença ou ausência de embrião e a quantidade ou tamanho dos MPs (MW: 310,  $p = 0.7809$ ). Os ovos não embrionados apresentaram média de 0,8042 partículas, enquanto os embrionados tiveram 0,7645, sem diferença estatística significativa entre os grupos (T-test Welch = 0.60493,  $p = 0.7986$ ). O estudo confirmou a presença de MPs nos ovos, com predominância de filamentos azuis, e indicou que a variação no tamanho, cor e tipo de MPs sugere diferentes mecanismos de incorporação. Fragmentos maiores foram mais prevalentes nos ovos não embrionados, sugerindo um efeito tóxico mais intenso sobre o desenvolvimento embrionário. Futuras pesquisas devem investigar a origem e os efeitos tóxicos dos materiais encontrados, rastreando seus impactos na saúde reprodutiva das tartarugas marinhas e contribuindo para a conservação dessa espécie ameaçada.

**Palavras-chave:** Poluição marinha, Testudines, Reprodução.

## ABSTRACT

Sea turtles, such as *Eretmochelys imbricata*, face severe threats from microplastic (MP) pollution—synthetic particles smaller than 5 mm—that can be transferred from the mother to the eggs. This study investigated the presence of MPs in unhatched *E. imbricata* eggs on urban beaches in Fortaleza, focusing on quantifying and classifying pollutants by size, color, and material type, as well as comparing their presence in embryonated and non-embryonated eggs. A total of 48 eggs were collected within 72 hours after nest hatching, from 24 nests on Futuro and Sabiaguaba beaches, between January and June 2024, under SISBio license number 53083-12 issued by ICMBio. Two eggs per nest were randomly selected, cleaned, and stored at -10°C. After thawing, the eggs were weighed, measured, and subjected to chemical digestion with 10% potassium hydroxide (KOH) to remove organic material, being heated at 60°C for 24 hours. Negative controls were conducted to monitor external and reagent contamination. After digestion, the samples were vacuum-filtered using 0.45 µm membrane filters and dried for 48 hours. MPs were identified, quantified, and classified by size, color, and type (e.g., blue, red, transparent; fragments, fibers, films, spheres) using a stereoscopic magnifier. The average egg weight was  $30.19 \pm 3.21$  g (ranging from 20.6 to 36.0 g), and the mean diameter was  $37.28 \pm 1.33$  mm (ranging from 34.1 to 40.5 mm), with low standard deviation, indicating little variation in egg dimensions. A total of 125 MPs were identified, with filaments being predominant and blue as the most common color. MPs were found in eggs from 21 nests. Statistical analysis showed no significant correlation between MP quantity and egg weight (CS: 7.214,  $p > 0.2837$ ) or between the presence of an embryo and the quantity or size of MPs (MW: 310,  $p = 0.7809$ ). Non-embryonated eggs had an average of 0.8042 particles, while embryonated eggs had 0.7645, with no significant statistical difference between groups (T-test Welch = 0.60493,  $p = 0.7986$ ). The study confirmed the presence of MPs in the eggs, with a predominance of blue filaments, and suggested that variations in size, color, and MP type indicate different incorporation mechanisms. Larger fragments were more prevalent in non-embryonated eggs, suggesting a stronger toxic effect on embryonic development. Future research should investigate the origin and toxic effects of these materials, tracing their impacts on the reproductive health of sea turtles and contributing to the conservation of this threatened species.

**Keywords:** Marine pollution, Testudines, Reproduction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no litoral brasileiro.....	17
Figura 2 – Distribuição geográfica da tartaruga marinha <i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766) no Brasil. Fonte: Banco de dados do TAMAR / SISTAMAR.....	18
Figura 3 – Região de desovas de tartarugas-de-pente em duas praias de Fortaleza.....	22
Figura 4 – A) e B) Placas de identificação; C) Abertura da câmera do ninho.....	23
Figura 5 – Coleta dos ovos em campo e separação inicial em laboratório.....	24
Figura 6 – Etapas da metodologia usada em laboratório. A) Preparação e montagem do sistema de filtragem; B) Abertura do ovo; C) Buscar se o ovo está embrionado; D) Registrar e identificar; E) Digestão da amostra no ácido; F) Aquecimento na estufa a 60 °C por 24 horas.....	25
Figura 7 – Etapas da metodologia usada em laboratório. A) Filtragem da amostra; B) Transferência para as placas de vidro para análise; C) Registro e identificação na lupa.....	26
Figura 8 – A); B); C); D) filamentos vermelho, transparente, azul e rosa; E); F); G) fragmentos azul, vermelho e transparente.....	30
Figura 9 – Exemplares de ovos embrionados em diferentes etapas de desenvolvimento.....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação dos dados biométricos dos ovos de <i>Eretmochelys imbricata</i> .....	28
Gráfico 2 – Quantidade total de microplástico por ninho (total 125).....	29
Gráfico 3 – Distribuição de microplásticos encontrados no branco por faixa de tamanho e material.....	31
Gráfico 4 – Distribuição proporcional do estágio embrionário por faixa de tamanho.....	32

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Distribuição de Microplásticos em Ovos de Tartarugas Marinhas por 29  
Categoria, Cor e  
Comprimento.....

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
APA	Áreas de Preservação Permanente
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social
UFC	Universidade Federal do Ceará
KOH	Hidróxido de potássio
PAHs	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
PAHs	Compostos Orgânicos Persistentes
PCBs	Bifenilos policlorados
MPS	Microplásticos
MPOE	Microplástico em Ovos Embrionados
MPONE	Microplástico em Ovos Não Embrionados
KM	Quilômetro
MM	Milímetro
µm	Micrômetro
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise dos dados bibliométrico dos ovos e microplástico nos ovos.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As tartarugas marinhas estão representadas por apenas sete espécies, distribuídas em duas famílias (Cheloniidae e Dermochelyidae), a saber: a tartaruga-verde *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), a tartaruga-de-couro *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), a tartaruga-cabeçuda *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), a tartaruga-de-pente *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) e a tartaruga-oliva *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) são as espécies as que utilizam águas brasileiras para forrageamento, reprodução e nidificação, sendo que a maioria dessas espécies prefere águas costeiras para essas atividades. (Spotila, 2004; Marcovaldi *et al.*, 2011; Eckert *et al.*, 2016; Bellini *et al.*, 2019). Entretanto, mesmo com poucas espécies, desempenham papéis ecológicos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas marinhos, tais como: controle populacional de esponjas, modificação do habitat costeiro por meio do transporte de nutrientes provenientes dos ninhos para diversos habitats, além de servir como bioindicador ambiental (Bjorndal *et al.*, 2002; Hamann *et al.*, 2010).

As características intrínsecas das tartarugas podem favorecer a vulnerabilidade das espécies quanto à reduções populacionais. De fato, vale ressaltar que todas as espécies de tartarugas estão classificadas em alguma categoria de ameaça, seja no Brasil ou no mundo. Porém, não compartilham o mesmo status de conservação (Figura 1) (Seminoff, 2004; Abreu-Grobois E Plotkin, 2008; Mortimer *et al.*, 2008; Wallace *et al.*, 2013; Casale *et al.*, 2017; Iucn, 2023).

Figura 1 – As cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no litoral brasileiro.



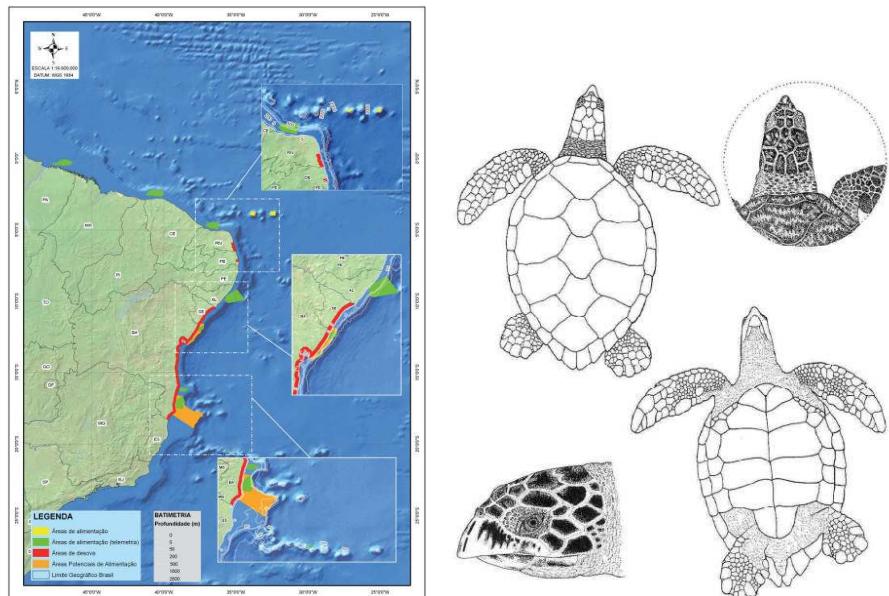
Fonte: ICMBio, 2023

Dentre as espécies acima mencionadas, a tartaruga-de-pente, espécie alvo do trabalho, nidifica principalmente nas costas leste do Rio Grande do Norte, norte de Sergipe e Bahia (Santos *et al.*, 2011; Santana *et al.*, 2016). No Ceará, utiliza praias da capital e cidades metropolitanas como por exemplo: Caucaia, Aquiraz e Pecém para desovas não prioritárias (Correia *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2016; Vilanova, 2019; Imac, 2023). Historicamente, a caça indiscriminada, a coleta de ovos e o comércio ilegal de sua carapaça para fins estéticos e decorativos impactaram severamente suas populações (Suassuna *et al.*, 2005; Marcovaldi *et al.*, 2011; Hart *et al.*, 2013). Atualmente, a degradação ambiental e as mudanças climáticas representam as principais ameaças e afetando habitats e biodiversidade, com destaque para a destruição de praias de nidificação, poluição marinha por plásticos e elevação do nível do mar, impactando diretamente a reprodução e alimentação da espécie (Heylen *et al.*, 2017;

Anastasopoulou et al., 2019).

A *E. imbricata*, destaca-se pela carapaça única, formada por quatro placas laterais sobrepostas em formato de escamas, com padrões coloridos em tons de âmbar, marrom e amarelo, e pelo bico estreito e afiado, semelhante ao de um falcão, característica que a diferencia de outras tartarugas marinhas quando adulta (Figura 2) (Marcovaldi et al., 1999; Bellini et al., 2019). Essa espécie é encontrada em águas costeiras rasas, estuários, lagoas e, ocasionalmente, em águas mais profundas, evidenciando sua ampla distribuição e adaptabilidade a diversos ambientes (Eckert et al., 1999; Maure et al., 2022; Maure et al., 2024; Saladin et al., 2024). Sua dieta é altamente especializada, composta principalmente por esponjas marinhas, que podem representar até 95% de sua alimentação, complementada por cnidários, moluscos e algas, refletindo sua adaptação a habitats recifais (León et al., 2002; Stampar et al., 2007; Hays et al., 2025). No entanto, a ingestão accidental de plástico, agravada pela semelhança visual entre esses detritos e suas presas naturais, constitui uma grave ameaça, aumentando sua vulnerabilidade aos impactos da poluição marinha (Schuyler et al., 2012; Schuyler et al., 2014; Fukuoka et al., 2016; Duncan et al., 2024).

Figura 2 – Distribuição geográfica da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. Fonte: Banco de dados do TAMAR / SISTAMAR.



Fonte: Adaptado ECKERT et al., 1999; MARCOVALDI et al., 2012.

A interação da fauna marinha com esses poluentes, seja por ingestão ou enredamento, tem causado graves consequências ecológicas, como a redução de populações de diversas espécies, incluindo tartarugas marinhas, e afetado a cadeia alimentar, com potenciais impactos até para os seres humanos (Gregory *et al.*, 2009; Berniere *et al.*, 2024; Vassalo *et al.*, 2024). O descarte inadequado de plásticos, somado à gestão ineficaz desses resíduos, representa uma ameaça para a fauna marinha e a qualidade das águas costeiras, afetando, entre outros impactos, áreas utilizadas por tartarugas marinhas para alimentação e reprodução (Fagundes *et al.*, 2016; Araújo *et al.*, 2016).

A poluição por plásticos nos oceanos tem se fragmentado em partículas cada vez menores, conhecidas como microplásticos (MPs), definidas como partículas sintéticas com tamanho entre 1 µm e 5 mm, que se tornam ubíquas no ambiente marinho (Andrade *et al.*, 2019; Frias *et al.*, 2018, 2019; Sousa *et al.*, 2023). Estes microplásticos são classificados em primários, fabricados intencionalmente para produtos como cosméticos e têxteis, e secundários, resultantes da degradação de plásticos maiores por radiação ultravioleta, oxidação e forças mecânicas (Morreale *et al.*, 2024; Mathew *et al.*, 2024; Sturm *et al.*, 2021). Ambos os tipos afetam significativamente a vida marinha, causando emaranhamento, obstrução do trato digestivo e acumulação de contaminantes químicos, como poluentes orgânicos e metais pesados, levando a toxicidade, disfunções hormonais e imunológicas (Gall *et al.*, 2015; Okoye *et al.*, 2022; Mearns *et al.*, 2016; Wright *et al.*, 2013; Maeza *et al.*, 2021).

Os estudos sobre a transferência de microplásticos da mãe para o embrião têm se consolidado como um campo crescente de pesquisa, investigando os efeitos dos poluentes plásticos sobre a biota marinha e terrestre (Fapesp, 2025). Um estudo de Dou *et al.* (2024) analisou a absorção de microplásticos em modelos de camundongos, observando que as partículas plásticas eram transferidas de mães para filhotes durante a gestação. Esse estudo demonstrou que os microplásticos conseguem atravessar barreiras fisiológicas, como a placenta, acumulando-se em diversos órgãos dos filhotes, incluindo pulmões, fígado, rins e cérebro.

No caso das tartarugas marinhas, um estudo de Chemello *et al.* (2023) demonstrou a transferência de microplásticos da mãe para os embriões, identificando partículas plásticas tanto na casca quanto nas camadas internas dos ovos. A transferência pode ocorrer pela contaminação direta dos ovos durante a desova em áreas poluídas ou pelo acúmulo de microplásticos nos tecidos reprodutivos da fêmea, que os deposita durante a embriogênese inicial dos ovos (Chemellho *et al.*, 2023).

Atualmente, a problemática do microplásticos (MPs) é amplamente registrada, com ocorrência nos ecossistemas terrestres e marinhos e em várias espécies, inclusive no homem. Assim, as espécies de tartarugas marinhas e os habitats diversos utilizados ao longo do ciclo de vida também estão contaminados (Nelms *et al.*, 2016; Anbumanti *et al.*, 2018; White *et al.*, 2018; Montagner *et al.*, 2021). Sabe-se que a transferência de microplástico, no processo reprodutivo, de mãe para filho é provável, mas a dinâmica da exposição e os impactos desses contaminantes em ovos de tartarugas marinhas ainda são escassamente estudados. Dessa forma, o estudo buscou avaliar a presença de microplásticos em ovos não eclodidos de tartaruga-de-pente, verificando se há predominância de um mesmo formato e cor, além de analisar se a presença ou ausência do embrião influencia a ocorrência de microplásticos dentro do ovo, comparando aqueles com e sem registro de desenvolvimento embrionário. Além disso, investigou-se se as dimensões dos ovos em outras pesquisas são compatíveis com os dados obtidos.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Verificar a ocorrência de microplásticos em ovos da tartaruga-de-pente *E. imbricata* em praias de Fortaleza

### **2.2 Objetivos Específicos**

- i) Comparar as dimensões dos ovos com dados de outras pesquisas para verificar sua compatibilidade.
- ii) Quantificar e classificar os microplásticos por tamanho, cor e tipo de material, encontrados nos ovos de *E. imbricata*.
- iii) Investigar se há diferença na quantidade de microplásticos entre os ovos embrionados e não embrionados.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

As praias do Futuro e da Sabiaguaba caracterizam-se como um ecossistema de praia arenosa urbanizado, localizadas em Fortaleza, capital do Ceará. Ambas são utilizadas como área de desova de tartarugas marinhas (**Figura 3**).

A Praia do Futuro, localizada a 12km do centro, é considerada uma Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), devido à necessidade de desenvolvimento de políticas públicas para melhorar as condições de habitação e infraestrutura para populações de baixa renda. Enquanto a Praia da Sabiaguaba, situada a 18km do centro, está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) da Sabiaguaba e na APA do Rio Pacoti, sendo a primeira na esfera municipal e a segunda na estadual.

A APA da Sabiaguaba e do rio Pacoti conta com um Plano de Manejo, que orienta as ações para a conservação e manejo das espécies e habitats presentes na área. Dentre as problemáticas que afetam os ninhos de tartarugas marinhas nas praias acima, destacam-se a intensificação da erosão costeira, causada pela urbanização desordenada e pelas construções, que alteram a dinâmica sedimentar e impactam diretamente os locais de desova (Viana *et al.*, 2016; Queiroz, 2022). Na Sabiaguaba, a construção de uma ponte sobre o Rio Cocó agravou os processos erosivos, impactando a vegetação dunar e a fauna local. O monitoramento das tartarugas marinhas, realizado por projetos como o GTAR-Verdeluz, identificou a Praia da Sabiaguaba como um local estratégico para a reprodução de *Eretmochelys imbricata* (Vilanova, 2019). No entanto, ameaças como poluição, iluminação artificial e erosão comprometem a sobrevivência dos filhotes (Sforza *et al.*, 2020; Lourenço *et al.*, 2023).

Figura 3 – Região de desovas de tartarugas-de-pente em duas praias de Fortaleza.



Fonte: Autor, 2024

### 3.2 Metodologia

Os ovos eclodidos foram coletados até 72 horas após a eclosão dos ninhos, entre janeiro e junho de 2024, durante o período reprodutivo da tartaruga-de-pente em Fortaleza, ao longo de duas praias urbanas. A coleta foi aprovada mediante licença Sisbio número 53083-12 emitida pelo ICMBio. Cada ninho registrado foi demarcado com placas de identificação contendo a data de descoberta e a previsão de eclosão, estimada em 55 dias (**Figura 4**).

Figura 4 – A) e B) Placas de identificação; C) Abertura da câmera do ninho.



Fonte: Autor, 2025.

Além disso, sua localização foi marcada por GPS para georreferenciamento e monitoramento até a eclosão. Após a eclosão, apenas os ovos não eclodidos ficam no ninho, e estes podem conter o embrião ou não, a identificação do estágio de desenvolvimento embrionário é realizada por meio da abertura dos ovos e da transferência do material germinativo para um recipiente becker. O procedimento ocorre dentro de uma capela de exaustão, garantindo um ambiente controlado para a análise. A avaliação consiste na verificação de estruturas embrionárias visíveis, como a presença de sangue e a formação de membros, sendo os olhos um dos primeiros traços morfológicos perceptíveis. Esse processo antecede a etapa de digestão, exigindo rigor técnico e condições assépticas para evitar contaminações e assegurar a integridade das amostras. Para a análise, dois ovos de cada ninho foram coletados aleatoriamente. Para tanto, os protocolos estabelecidos de higienização e biossegurança (e.g. luvas descartáveis, desinfecção dos equipamentos, foram seguidos criteriosamente (ICMBIO, 2022). As amostras foram transportadas para o laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos, localizado no Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC), onde passaram por um processo de higienização, secagem e armazenagem, sendo mantidas a uma temperatura média de -10 °C.

Figura 5 – Coleta dos ovos em campo e separação inicial em laboratório.

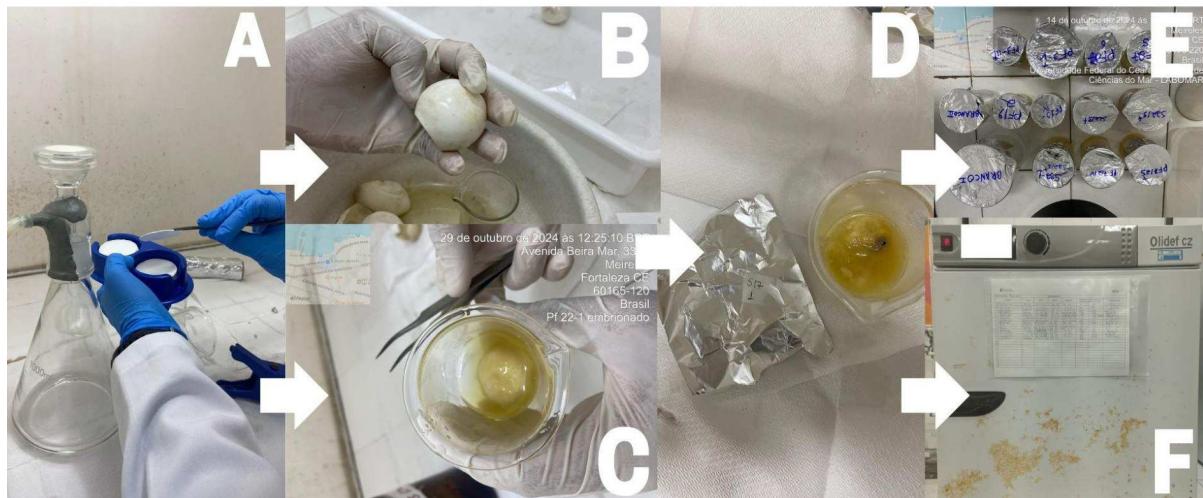


Fonte: Autor, 2025.

Após o descongelamento, cada ovo foi pesado e teve seu diâmetro medido para possibilitar a comparação com dados de outras literaturas. Antes do processo de digestão química, as amostras foram cuidadosamente preparadas para evitar contaminação externa. O enxágue foi realizado com água Milli-Q. A digestão química da matéria orgânica interna do ovo foi conduzida utilizando hidróxido de potássio (KOH) a 10%, devido à compatibilidade desse reagente com a integridade dos microplásticos (Dawson *et al.*, 2020 e 2023). Durante a abertura dos ovos, foi verificado se apresentavam alguma fase de desenvolvimento embrionário, independentemente da etapa. Para registrar a presença de microplásticos (MPs) em ovos cuja embriogênese foi interrompida por fatores não identificados neste estudo, o material orgânico interno foi digerido com solução de KOH. A solução, em volume equivalente ao dobro do peso da amostra, assegurou a completa submersão e a eficiência do processo.

As amostras foram acondicionadas em bêqueres cobertos com papel alumínio e mantidas em estufa a 60 °C por 24 horas (Dawson *et al.*, 2020; Dawson *et al.* 2023). Dois bêqueres contendo apenas a solução de KOH foram utilizados como controle para avaliação de possíveis contaminações durante o processo para cada digestão.

Figura 6 – Etapas da metodologia usada em laboratório. A) Preparação e montagem do sistema de filtragem; B) Abertura do ovo; C) Buscar se o ovo está embrionado; D) Registrar e identificar; E) imersão do ácido na amostra; F) Aquecimento na estufa a 60 °C por 24 horas.

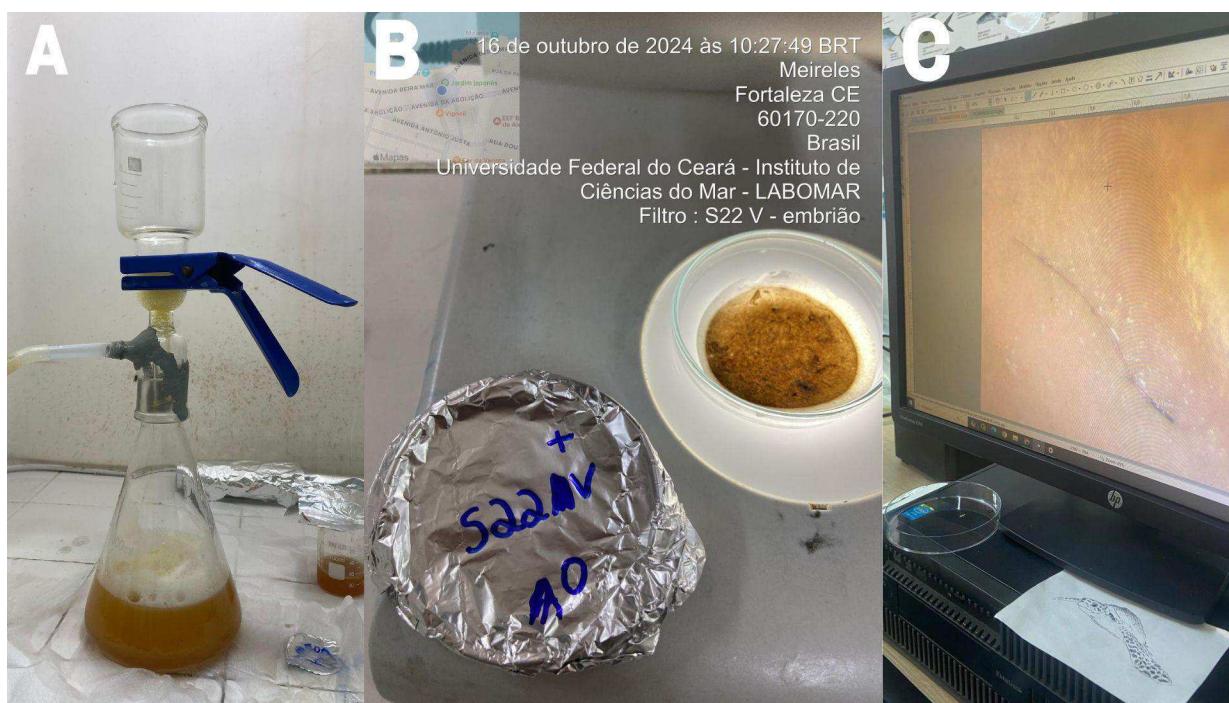


Fonte: Autor, 2025.

Após a digestão, as soluções das amostras e do controle foram imediatamente filtradas a vácuo utilizando um sistema de filtragem (Figura 6 – A) equipado com filtros de membrana de éster de celulose mista Whatman<sup>TM</sup> (47 mm de diâmetro e tamanho de poro de 0,45 µm).

Os filtros foram depositados em placas de Petri Millipore de vidro e deixados para secagem por 48 horas. Após a secagem, os filtros foram analisados sob lupa, permitindo a identificação, contagem e medição dos microplásticos (MPs).

Figura 7 - Etapas da metodologia usada em laboratório. A) Filtragem da amostra; B) Transferência para as placas de vidro para análise; C) Registro e identificação na lupa.



Fonte: Autor, 2025.

Após a secagem do material, os filtros foram analisados utilizando o microscópio TIM-2B com uma câmera acoplada, empregando a objetiva de 4x combinada com uma objetiva auxiliar de 2x. Os microplásticos (MPs) encontrados nos ovos foram quantificados e separados por cor, tamanho e tipo de material. Para a classificação por cor, foram consideradas as principais tonalidades frequentemente relatadas em estudos de microplásticos, incluindo transparente, branco, azul, preto, vermelho, verde, amarelo e outros tons identificáveis visualmente, quanto ao tipo de material, os MPs foram diferenciados conforme suas características físicas, incluindo fragmentos rígidos, fibras, filmes e esferas, de acordo com metodologias padronizadas em literatura científica (Ding et al., 2019; Deng et al., 2020; Mortula, 2021; Yang et al., 2021). A separação por tamanho foi realizada em intervalos de 300 mm, categorizando os MPs em faixas como 0– 0,300 mm, 0,300 – 0,600 mm, 0,600 - 0,900 mm, 0,900 - 1200 e acima de 1200 mm. Em seguida, os MPs foram armazenados em lâminas e fotografados para registro visual e análise detalhada.

Durante as análises laboratoriais, foram implementadas diversas medidas de controle para minimizar a contaminação por microplásticos:

- **Limpeza das superfícies de trabalho:** Antes das análises, as bancadas, capela e estufa foram rigorosamente limpas com álcool etílico 70%, garantindo a remoção de possíveis contaminantes.
- **Uso de jalecos de algodão:** Optou-se por jalecos e tecidos 100% algodão em todas as etapas, desde a preparação de soluções até a identificação visual de microplásticos por microscopia, evitando a liberação de fibras sintéticas que poderiam contaminar as amostras.
- **Cobertura de materiais plásticos:** Quando o uso de materiais plásticos foi indispensável, estes foram cobertos com papel alumínio para prevenir a liberação de partículas plásticas no ambiente laboratorial.
- **Controles negativos diários:** Em cada dia de análise, foram preparados controles negativos utilizando duas soluções do reagente empregado na digestão, funcionando como brancos de reagente para monitorar possíveis contaminações.
- **Utilização dos filtros para o controle de contaminação do ambiente:** Durante o processo de identificação por microscopia, os filtros foram dispostos no ambiente como amostras em branco, permitindo a detecção de contaminações ambientais.
- **Realização de etapas críticas em capela de exaustão:** Procedimentos como filtração, análise e secagem de vidrarias foram conduzidos dentro de uma capela de exaustão, reduzindo a exposição a contaminantes presentes no ar.

Essas práticas estão alinhadas com as recomendações para minimizar a contaminação cruzada em análises de microplásticos, como a substituição de materiais plásticos por vidro ou metal, limpeza rigorosa das bancadas, uso de jalecos de algodão e luvas de látex, realização de procedimentos em capelas de fluxo laminar avaliação da contaminação do ar através da exposição de filtros, limpeza de vidrarias por submersão em ácido e enxágue com água Milli-Q, cobertura de materiais e amostras com tampas de vidro ou papel alumínio, filtração de todas as soluções (Prata *et al*, 2021).

### **3.3 Análise dos dados bibliométrico dos ovos e microplástico nos ovos**

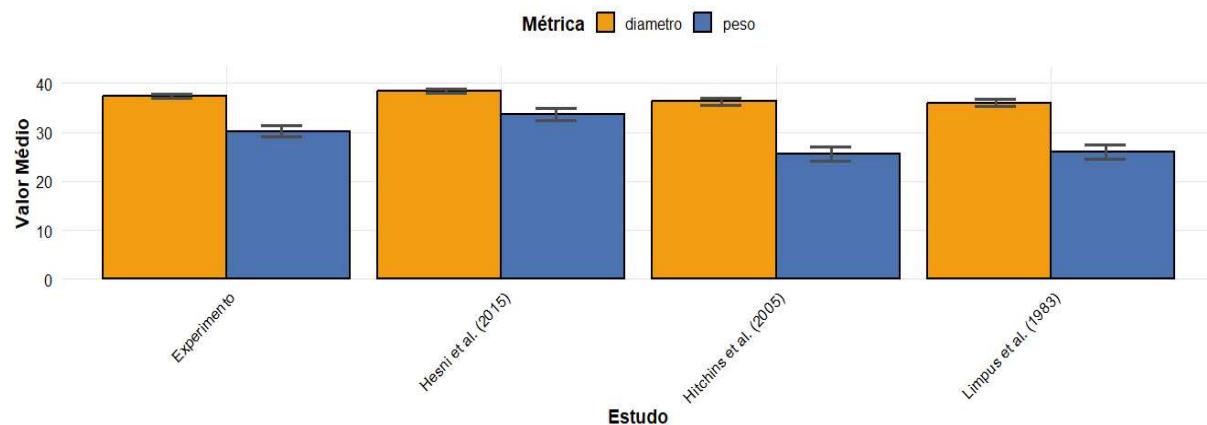
Os dados coletados foram organizados em planilhas Excel. Os dados foram inicialmente explorados com o auxílio da estatística descritiva, sendo o diâmetro e peso dos ovos, bem como a quantidade de microplásticos nos ovos embrionados e não-embrionados testados quanto à normalidade e homocedasticidade. Desta forma, o teste de Mann-Whitney foi aplicado para comparar a quantidade de microplásticos em ovos embrionados (MPOE) e não embrionados

(MPONE), já o teste t de Welch foi realizado, considerando que os dados são não paramétricos e apresentam variâncias diferentes, com o objetivo de verificar se há diferença estatisticamente significativa nos tamanhos de microplásticos encontrados em ovos embrionados e não embrionados. A correlação de Spearman foi empregada para avaliar a associação entre a quantidade de microplásticos e o diâmetro dos ovos. Gráficos e tabelas foram gerados no software R versão R-4.4.3 para facilitar a visualização dos resultados, com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

#### 4. RESULTADOS

Durante o período de desova, 24 ninhos foram monitorados, sendo 13 na Praia do Futuro e 11 na Praia de Sabiaguaba. Assim, foram obtidos 48 ovos, sendo coincidentemente 24 embrionados e 24 não embrionados. Ao todo, a média do peso dos ovos foi de  $30,19 \pm 3,21$  g (20,6 g e 36,024 g), enquanto o diâmetro foi de  $37,28 \pm 1,33$  mm (34,1 a 40,5 mm). Ao verificar a baixa amplitude do desvio padrão, pode-se afirmar que há uma certa similaridade entre as dimensões dos ovos, padrão corroborado ao comparar com o resultado de outras pesquisas (**Gráfico 1**).

Gráfico 1 – Comparação entre os dados biométricos dos ovos de *Eretmochelys imbricata* registrados neste estudo e em outras pesquisas.



Fonte: Autor, 2025.

Nesses, foram obtidos 125 microplásticos, conforme descrito na Tabela 1. Os filamentos foram a forma predominante, sendo a cor azul a mais numerosa. Considerando a classificação de tamanho dos microplásticos, observa-se a representatividade nos extremos da distribuição, abundantes na menor e maior classe de tamanho (**Gráfico 2**).

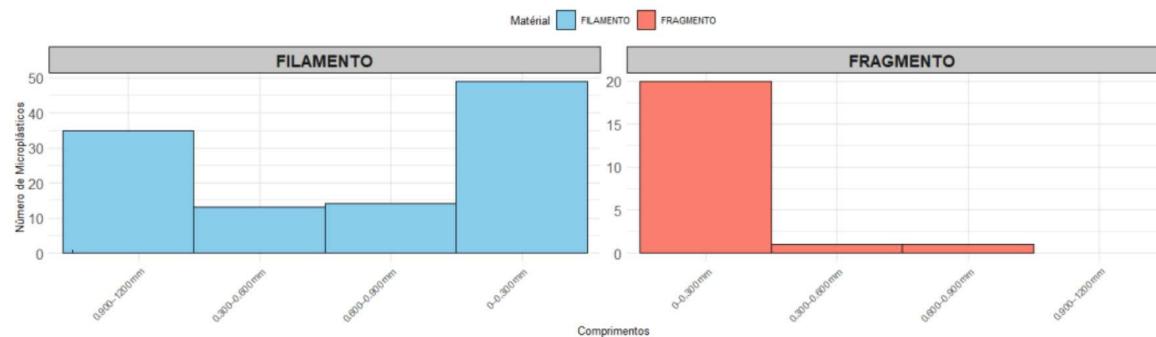
Tabela 1 – Distribuição de microplásticos em ovos da tartaruga-de-pente por categoria, cor e comprimento

Categoria	Descrição	Total de microplástico nos ovos	Total de microplástico encontrado no branco
Forma	Filamento	107	29
	Fragmento	18	9
cor	Azul	106	26
	Transparente	10	7
	Vermelho	9	3
	Rosa	0	2
Comprimento	Laranja	0	1
	0 - 0.300 mm	51	20
	0.300 - 0.600 mm	15	12
	0.600 - 0.900 mm	14	3
	0.900 - 1.200 mm	12	1
	> 1.200 mm	34	2

Fonte: Autor, 2025

A comparação entre os microplásticos encontrados nos ovos e nos filtros brancos revelou uma diferença de 91 partículas, mais que o dobro registrado nas amostras (**Tabela 1**).

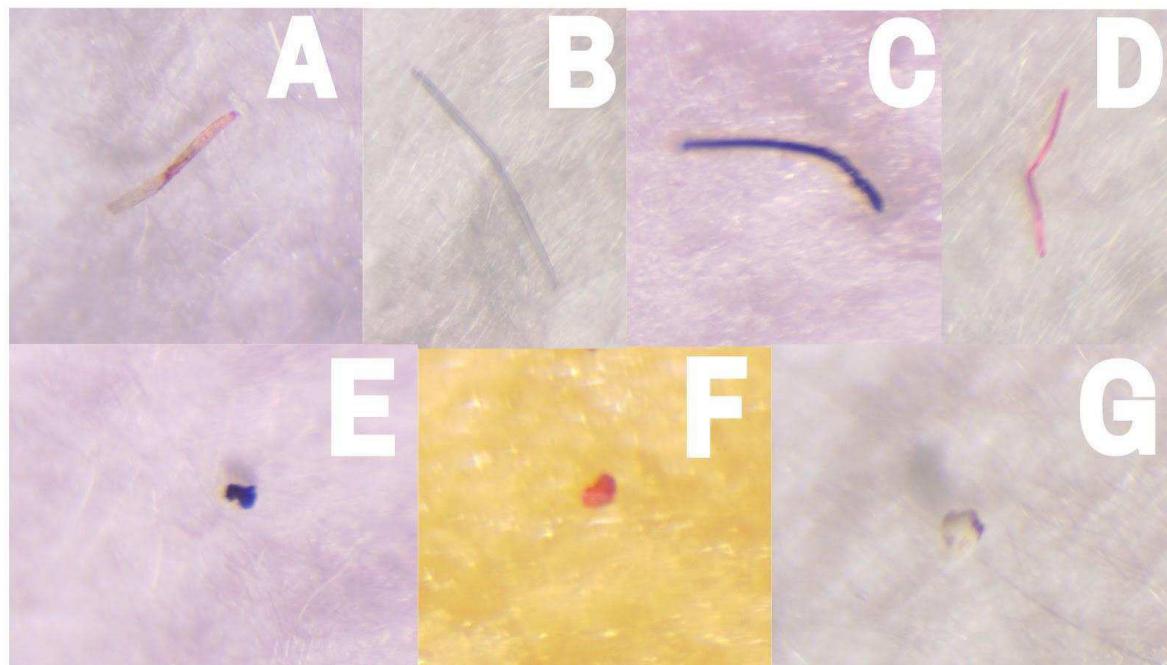
Gráfico 2 – Distribuição de microplásticos, registrados nos ovos da tartaruga-de-pente *Eretmochelys imbricata*, amostrados em Fortaleza, por faixa de tamanho.



Fonte: Autor, 2025.

Os principais materiais encontrados no estudo foram filamentos nas cores vermelho, transparente, azul e rosa, além de fragmentos nas cores azul, vermelho e transparente (**Figura 8**).

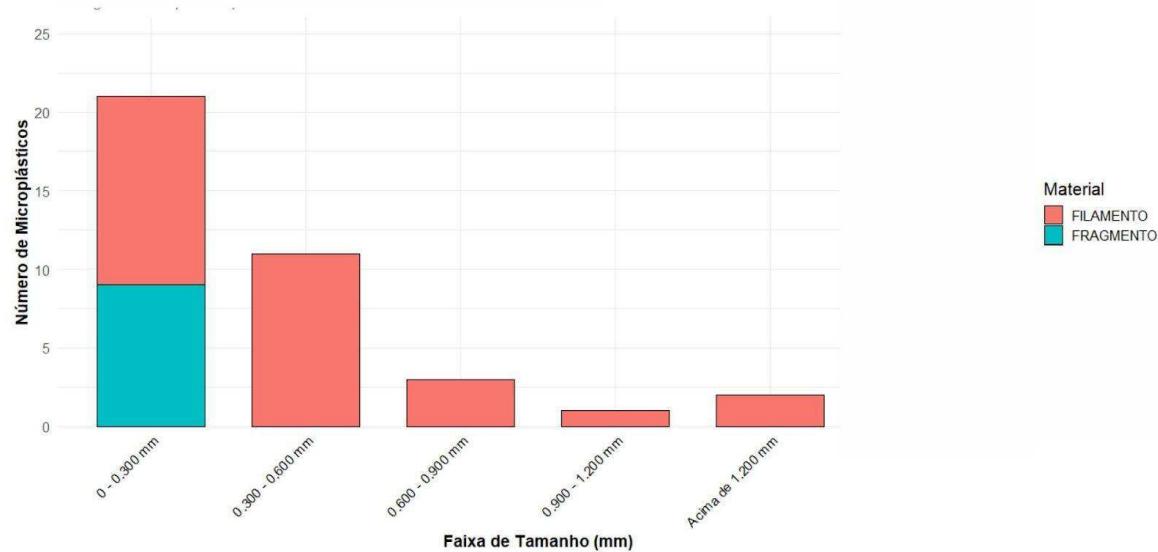
Figura 8 – A); B); C); D) filamentos vermelho, transparente, azul e rosa; E); F); G) fragmentos azul, vermelho e transparente.



Fonte: Autor, 2025

Microplásticos foram detectados nos ovos de 21 ninhos, indicando a presença dessa substância contaminante na maioria dos casos analisados. No entanto, os ninhos PF12, S06 e S08 se destacaram por não apresentarem microplásticos em seus ovos, como demonstrado no gráfico 2. Os brancos de reagentes foram analisados e livres de quaisquer contaminação, das 48 amostras de controle do ar (brancos) analisadas, 26 apresentaram contaminação por microplásticos (**Gráfico 3**). Esses microplásticos foram predominantemente filamentos e fragmentos, com a cor azul sendo a mais comum, seguida por outras cores como transparente, laranja e vermelho. Os tamanhos dos microplásticos variaram entre 0,05 mm e 1,76 mm. A presença de microplásticos nas amostras de controle sugere que a contaminação pode ter ocorrido devido à presença de partículas plásticas no ar, algo comum em ambientes labororiais.

Gráfico 3 – Distribuição de microplásticos encontrados no branco por faixa de tamanho e material.



Fonte: Autor, 2025

Foi registrado que a quantidade de microplástico, não aumenta com o incremento do peso do ovo (CS: 7.214,  $p = 0.2837$ ). Também foi demonstrado que a presença ou ausência do embrião não interfere na quantidade (MW: 310,  $p = 0.7809$ ) nem no tamanho do microplástico (T-test Welch = 0.60493  $p$ -valor = 0.7986).

Figura 9 – Exemplares de ovos embrionados em diferentes etapas de desenvolvimento.

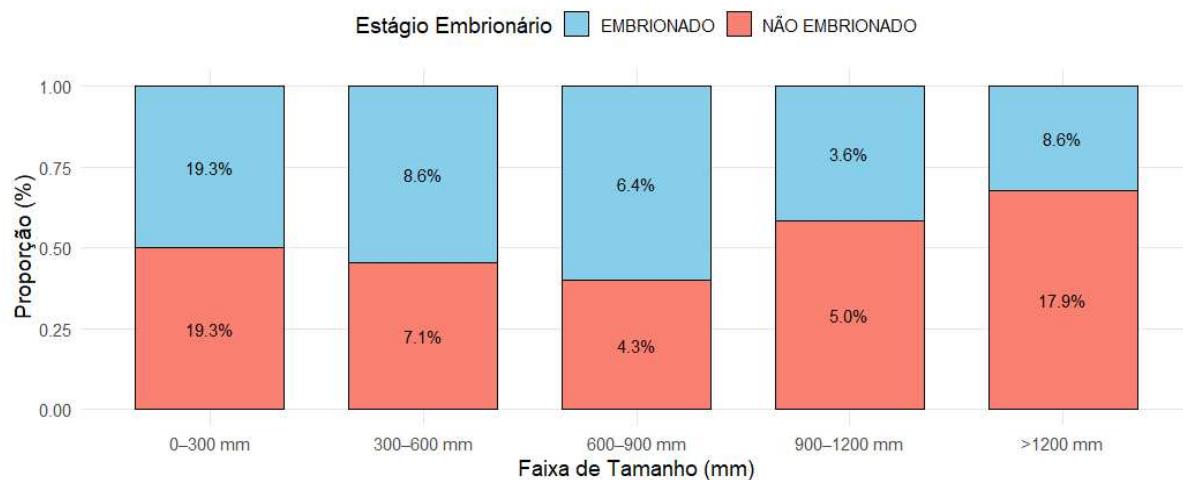


Fonte: Autor, 2025.

O grupo Não Embriônado apresentou uma média de 0,8042, enquanto o grupo Embriônado teve uma média de 0,7645. O intervalo de confiança de 95% para a diferença de médias (-0,3465 a 0,2672) inclui o valor zero, o que sugere a ausência de uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos.

O Gráfico 4 revela uma interessante relação entre o estágio embrionário dos ovos e o tamanho dos microplásticos presentes nas amostras. Observa-se que nas faixas menores (0–300 mm), a maior parte dos ovos não apresenta desenvolvimento embrionário, o que pode sugerir que partículas menores de microplásticos podem ter menor capacidade de adsorção de poluentes, ou ainda, sua interação com os ovos pode não ser suficientemente intensa para causar um impacto direto no desenvolvimento.

Gráfico 4 – Distribuição proporcional do estágio embrionário por faixa de tamanho.



Fonte: Autor, 2025.

## 5. DISCUSSÃO

Ao comparar os dados biométricos dos ovos de tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) deste estudo com os resultados de pesquisas anteriores (Gráfico 1), observam-se algumas variações. Os 48 ovos analisados neste estudo apresentaram peso médio de  $30,19 \pm 3,22$  g e diâmetro médio de  $37,28 \pm 1,33$  mm. Em contraste, estudos anteriores relataram pesos médios de 25,5 g, 33,6 g e 26 g, e diâmetros médios de 36,3 mm, 38,4 mm e 36 mm, respectivamente (Limpus *et al.*, 1983; Hitchins *et al.*, 2004; Hesni *et al.*, 2016). Diferenças nessas proporções são comuns, pois as dimensões dos ovos podem ser atribuídas a fatores como diferenças entre as populações, condições ambientais e metodologias de biometria, que podem considerar até medidas adicionais (e.g. comprimento das regiões de polarização de calcificação)

(Camillo *et al.*, 2009).

Além disso, a presença de microplásticos no ambiente marinho pode influenciar indiretamente essas características (Wang *et al.*, 2024). Nas tartarugas, quando há contaminação por microplásticos, a saúde pode ficar comprometida, e, consequentemente, a qualidade dos ovos (Fernández-Míguez *et al.*, 2023). Além disso, sabe-se que os microplásticos além de adsorver poluentes orgânicos persistentes e metais pesados, possuem componentes tóxicos. Assim, o acúmulo de compostos nas tartarugas reprodutoras, pode comprometer o ovo e influenciar no desenvolvimento embrionário (Marn *et al.*; Santos *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2023).

Os diferentes estágios de desenvolvimento observados nos ovos sugerem interrupção da embriogênese por causas ainda desconhecidas, possivelmente relacionadas a variações na temperatura da areia, inundação por marés ou condições fisiológicas dos ovos (Ferreira, 2008; Ferreira, 2009; Fuentes *et al.*, 2024), conforme ilustrado na **Figura 7**. Embora uma relação causal direta não possa ser afirmada com base nos dados disponíveis, a presença de microplásticos nos ninhos sugere uma influência negativa no desenvolvimento embrionário.

Contudo, à medida que o tamanho dos microplásticos aumenta (0,600–1,200 mm), a proporção de ovos não embrionados diminui, o que pode indicar que essas partículas de tamanho intermediário têm uma interação menos prejudicial ao desenvolvimento embrionário, possivelmente por uma menor concentração de poluentes adsorvidos. No entanto, nas faixas superiores a 1,200 mm, há um aumento expressivo na quantidade de ovos não embrionados, sugerindo que microplásticos maiores podem estar liberando concentrações mais elevadas de poluentes tóxicos, como metais pesados ou compostos orgânicos persistentes (PAHs e PCBs), que são conhecidos por impactar negativamente a qualidade dos ovos e o desenvolvimento embrionário (Quinn *et al.*, 2010; Foekema *et al.*, 2014).

A variação no tamanho das partículas de microplástico está diretamente relacionada ao tipo de material plástico (**tabela 1**). Plásticos mais densos e resistentes tendem a se fragmentar em partículas menores, porém mantêm características físicas distintas em comparação aos materiais mais leves, que geralmente produzem fragmentos maiores e menos compactos (Rodríguez *et al.*, 2017). Materiais plásticos diferentes podem ter impactos variados no processo de contaminação, possivelmente influenciando a forma como os microplásticos interagem com os ovos e os efeitos sobre o desenvolvimento embrionário (Ribeiro *et al.*, 2019). Além disso, essas diferenças indicam a importância de identificar os tipos de materiais plásticos presentes nos ovos, pois a natureza física dos microplásticos pode determinar o nível de risco e o impacto na biodiversidade marinha.

A discrepância no tamanho entre esses tipos de microplásticos dentro dos ovos pode

sugerir diferentes mecanismos de entrada e retenção, influenciando a forma como essas partículas interagem com o ambiente. A presença de fragmentos maiores pode indicar uma maior degradação de plásticos no ambiente antes da incorporação aos ovos, enquanto os filamentos podem ser transferidos de forma distinta. Esses achados ressaltam a importância de caracterizar os tipos de microplásticos ingeridos e seus possíveis efeitos sobre o sucesso reprodutivo das espécies marinhas (**Figura 8**).

Os microplásticos nos ovos de tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) apresentaram diferenças significativas em tamanho e material em relação aos dados de Curl *et al.* (2024) para tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*). Neste estudo, os microplásticos predominantes estavam entre 0,4-0,9 mm e 0,9-2,0 mm, enquanto Curl *et al.* (2024) identificaram partículas menores, com predominância de 10-300  $\mu\text{m}$  ( $n = 191$ ) e 300-500  $\mu\text{m}$  ( $n = 249$ ). A ausência de partículas menores pode estar relacionada à técnica de detecção utilizada.

Quanto ao material, ambos os estudos registraram maior ocorrência de fibras e fragmentos. Aqui, os filamentos foram predominantes, seguidos por fragmentos. Curl *et al.* (2024) também destacaram fibras ( $n = 369$ ) e fragmentos ( $n = 132$ ), mas relataram filmes ( $n = 17$ ), contas e espumas, que não foram observadas neste estudo. Essas diferenças podem refletir características ambientais e fontes de poluição distintas.

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostram que o peso médio dos ovos de *Eretmochelys imbricata* foi de  $30,19 \pm 3,21$  g, e o diâmetro médio foi de  $37,28 \pm 1,33$  mm, valores dentro da faixa esperada para essa espécie. Apesar da variação observada, as medições estão alinhadas com as características típicas dos ovos de tartarugas desta espécie, indicando que as condições de coleta foram adequadas e que os parâmetros encontrados são consistentes com o esperado para o padrão reprodutivo de *Eretmochelys imbricata*.

Os ovos não eclodidos continham microplásticos, provavelmente transmitidos pela tartaruga reprodutora. A predominância de filamentos, especialmente na cor azul, sugere que esses microplásticos podem estar associados a atividades humanas, como o descarte inadequado de resíduos ou o desgaste de materiais utilizados na pesca.

A comparação entre ovos embrionados e não embrionados não revelou diferenças significativas na quantidade de microplásticos. O impacto dos microplásticos pode estar relacionado à transferência de poluentes orgânicos persistentes e metais pesados adsorvidos nas partículas plásticas, comprometendo a viabilidade dos ovos e potencialmente afetando a saúde

reprodutiva das tartarugas marinhas.

Os dados também demonstraram que o tamanho, cor e tipo de material dos microplásticos variam dentro das amostras, indicando que diferentes mecanismos podem estar envolvidos na incorporação desses poluentes aos ovos.

Diante desses achados, este estudo contribui para a compreensão dos impactos dos microplásticos sobre a reprodução das tartarugas marinhas, alertando para a necessidade de medidas eficazes de gestão e redução da poluição plástica nos ambientes de nidificação. Recomenda-se que futuros estudos aprofundem a investigação dos mecanismos de transmissão e dos efeitos tóxicos dos microplásticos nos ovos, bem como o monitoramento contínuo da qualidade ambiental das áreas de reprodução de *E. imbricata*.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo alcançou os objetivos propostos, permitindo uma análise detalhada das amostras coletadas e confirmando as hipóteses levantadas sobre o conteúdo e as características das amostras de microplásticos presentes.

Durante a execução da pesquisa, dificuldades técnicas foram observadas, principalmente devido ao alto teor lipídico das amostras. Esse conteúdo lipídico causou o entupimento recorrente dos poros dos filtros, comprometendo a eficiência do processo de sucção pela bomba a vácuo. Para contornar esse problema, foi necessário empregar uma quantidade maior de filtros e adotar cuidados adicionais, considerando a natureza espumante das amostras. Essa característica não apenas dificultou o processo de filtragem, mas também representou riscos potenciais à integridade dos equipamentos de análise, demandando manuseio cuidadoso para prevenir danos aos dispositivos utilizados.

Pesquisas futuras com um número maior de amostras serão essenciais para validar e expandir os resultados obtidos neste estudo. Além disso, a identificação do microplástico a partir da espectroscopia Raman a nível de matéria-prima será um próximo passo importante, proporcionando um entendimento mais aprofundado dos danos que diferentes tipos de microplásticos podem causar aos organismos marinhos, contribuindo para uma melhor avaliação dos impactos da poluição plástica no ecossistema.

## REFERÊNCIAS

ABREU-GROBOIS, A e; PLOTKIN, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Lepidochelys olivacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T11534A3292503. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Disponível em: Acesso em: 10 out. 2024.

ADAMS, David Morton. **Impacts of the incubation environment on embryonic development and hatching success of sea turtles**. 2024. Tese de Doutorado. Monash University. Disponível em:[https://www.researchgate.net/profile/David-Adams-75/publication/384233132\\_Impacts\\_of\\_the\\_incubation\\_environment\\_on\\_embryonic\\_development\\_and\\_hatching\\_success\\_of\\_sea\\_turtles/links/66ef611e97a75a4b483dd556/Impacts-of-the-incubation-environment-on-embryonic-development-and-hatching-success-of-sea-turtles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David-Adams-75/publication/384233132_Impacts_of_the_incubation_environment_on_embryonic_development_and_hatching_success_of_sea_turtles/links/66ef611e97a75a4b483dd556/Impacts-of-the-incubation-environment-on-embryonic-development-and-hatching-success-of-sea-turtles.pdf). Acesso em: 21 dez. 2024

ALVES, Augusto Silva et al. **Impacto dos microplásticos nas áreas de nidificação e desenvolvimento embrionário de tartarugas marinhas (revisão)**. Cuadernos de Educación y Desarrollo, v. 16, n. 10, p. e6091-e6091, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/6091>. Acesso em: 21 dez. 2024

ANASTASOPOULOU, Aikaterini; FORTIBUONI, Tomaso. **Impact of plastic pollution on marine life in the Mediterranean Sea. In: Plastics in the aquatic environment-part I: current status and challenges**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 135-196. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-2019-4\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-2019-4_21). Acesso em: 21 dez. 2024

ANDRADE, Marcelo C. et al. **First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: Ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits**. Environmental Pollution, v. 244, p. 766-773, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026974911833241X>. Acesso em: 21 dez. 2024.

ANBUMANI, Sadasivam; KAKKAR, Poonam. **Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review**. Environmental Science and Pollution Research, v. 25, p. 14373-14396, 2018.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-1999-x>. Acesso em: 21 dez. 2024.

ARAÚJO, Maria Christina Barbosa; COSTA, Monica Ferreira. **Praias urbanas: o que há de errado com elas?**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 11, n. 05, p. 51-58, 2016. Disponível em: <https://revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/578>. Acesso em: 21 dez. 2024.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. **Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 74-81, Jan/maio. 2016. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioambiente/article/view/511>. Acesso em 22 dez. 2024.

BELLINI, Cláudio et al. **Distribution and growth rates of immature hawksbill turtles Eretmochelys imbricata in Fernando de Noronha, Brazil**. Endangered Species Research, v. 40, p. 41-52, 2019. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/esr/v40/p41-52>. Acesso em: 22 dez. 2024.

BERNIERI, Eliane Macedo et al. **Patterns and spatial distribution of sea turtle strandings in Alagoas, Brazil**. Marine Pollution Bulletin, v. 201, p. 116127, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X24001048>. Acesso em 20 dez. 2024.

BJORNDAL, Karen A.; JACKSON, J. B. **10 Roles of sea turtles in marine ecosystems: reconstructing the past**. The biology of sea turtles, volume II, p. 252, 2002. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=N4IZEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT197&dq=10+Roles+of+sea+turtles+in+marine+ecosystems:+reconstructing+the+past.+&ots=LN5A6kc6ej&sig=GOL0MEwltOyR1zNUs2ydDDkE8z4>. Acesso em 20 dez. 2024

CAMILLO, Cássia Santos et al. **Reproduction of sea turtles (Testudines, Cheloniidae) in the Southern Coast of Bahia, Brazil**. Biota Neotrop, v. 9, p. 131-137, 2009. Disponível em: [https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/50832102/Reproduction\\_of\\_sea\\_turtles\\_Testudines\\_20161](https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/50832102/Reproduction_of_sea_turtles_Testudines_20161)

[211-15258-1ukb8zv-libre.pdf?1481473445=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DReproduction\\_of\\_sea\\_turtles\\_Testudines\\_C.pdf&Expires=1741917110&Signature=c4Uj5yY2Z0bjNDuF1n0oyl8PB75wLBAkYmJL8dAIHB7wGAAVGJkiVq49A8mBKurnUt8TF0x~mzqH5a-fYjiRzwTwirlFtTKcAYRlijO1tXVgBwCp3HsI67agMyMALoTbLAqbYI8xrYodqc~bFFfLKK3Ev490dsb1CQdBpEOm3QbEFXkZyZqHtJap2FMnhkQ0x255UFeHjRxLl7wdpehMOzTBoqSoC-1MbO7Y~kk~SthPFL0mWwgz6We9kRxNfWPcOI2BvLrG81N0ywp9tysum~yJHR~pIJvPNcSfmW-sZAqGeuE-quTW4ytGde7-kZx-cEDjRXIAHa27s8veTjrw\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1152581/pdf/1481473445.pdf?response-content-disposition=inline%3B+filename%3DReproduction_of_sea_turtles_Testudines_C.pdf&Expires=1741917110&Signature=c4Uj5yY2Z0bjNDuF1n0oyl8PB75wLBAkYmJL8dAIHB7wGAAVGJkiVq49A8mBKurnUt8TF0x~mzqH5a-fYjiRzwTwirlFtTKcAYRlijO1tXVgBwCp3HsI67agMyMALoTbLAqbYI8xrYodqc~bFFfLKK3Ev490dsb1CQdBpEOm3QbEFXkZyZqHtJap2FMnhkQ0x255UFeHjRxLl7wdpehMOzTBoqSoC-1MbO7Y~kk~SthPFL0mWwgz6We9kRxNfWPcOI2BvLrG81N0ywp9tysum~yJHR~pIJvPNcSfmW-sZAqGeuE-quTW4ytGde7-kZx-cEDjRXIAHa27s8veTjrw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 22 dez. 2024.

CASALE, P. e; TUCKER, A.D. 2017. **Caretta caretta (amended version of 2015 assessment).** The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T3897A119333622. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622.en>. Disponível em: <https://apistaging.iucnredlist.org/species/3897/119333622>. Acesso em 20 dez. 2024.

CHEMELLO, Giulia et al. **Microplastics evidence in yolk and liver of loggerhead sea turtles (Caretta caretta), a pilot study.** Environmental Pollution, v. 337, p. 122589, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749123015919>. Acesso em: 21 dez. 2024.

CORREIA, Jozélia; SANTOS, Ednilza; MOURA, Geraldo. **Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, Desafios e Perspectivas.** 1. ed. Disponível em: [Https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2338/1/livro\\_conserva%C3%A7%C3%A3otartarugasweb.pdf](https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/2338/1/livro_conserva%C3%A7%C3%A3otartarugasweb.pdf): [s. n.], 2016. 212 p. v. 1. ISBN 978.85.7946.238-2. Acesso em: 21 dez. 2024.

CURL, Lindsay F. et al. **Assessing microplastics contamination in unviable loggerhead sea turtle eggs.** Science of the Total Environment, v. 912, p. 169434, 2024. Disponível em: [scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as\\_sd=0%2C5&q=microplastic+in+eggs+sea+turtle+caretta+caretta&btnG=&oq=micro](https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sd=0%2C5&q=microplastic+in+eggs+sea+turtle+caretta+caretta&btnG=&oq=micro). Acesso em: 22 dez. 2024.

DA COSTA, Joao Pinto et al. **Effects of microplastics' physical and chemical properties on aquatic organisms: State-of-the-art and future research trends.** TrAC Trends in Analytical Chemistry, v. 166, p. 117192, 2023. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993623002790>. Acesso em: 8 jan. 2025.

DAWSON, Amanda L.; MOTTI, Cherie A.; KROON, Frederieke J. **Solving a sticky situation: microplastic analysis of lipid-rich tissue.** *Frontiers in Environmental Science*, v. 8, p. 563565, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2020.563565/full>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DAWSON, Amanda L. et al. **Taking control of microplastics data: A comparison of control and blank data correction methods.** *Journal of Hazardous Materials*, v. 443, p. 130218, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942202012X>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DENG, Hua et al. **Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area.** *Environmental Pollution*, v. 258, p. 113658, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749119313740>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DING, Ling et al. **Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China.** *Science of the Total Environment*, v. 667, p. 427-434, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971930840X>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DOU, Yunde et al. **Lactating exposure to microplastics at the dose of infants ingested during artificial feeding induced reproductive toxicity in female mice and their offspring.** *Science of The Total Environment*, v. 949, p. 174972, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724051222>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DUNCAN, Emily M. et al. **Marine turtles as bio-indicators of plastic pollution in the eastern Mediterranean.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 201, p. 116141, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X24001188>. Acesso em: 2025.

ECKERT, Karen L. et al. **Research and management techniques for the conservation of sea turtles.** 1999. Disponível em: <https://oaktrust.library.tamu.edu/communities/9979e944-5b89-4bf7-ae86-83bd47bd3ec5?sequence=1>. Acesso em: 20 dez. 2024

FAGUNDES, Lena Marques; MISSIO, Eloir. **Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha.** Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 3, p. 2396-2401, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1287>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FAPESP. **Microplásticos: por todos presentes há tempos no ambiente, partículas são encontradas em alimentos e agora em órgãos do corpo humano, inclusive no cérebro.** Fapesp, São Paulo, v. 347, jan. 2025. Disponível em: [https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2025/01/Pesquisa\\_347.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2025/01/Pesquisa_347.pdf). Acesso em: 21 fev. 2025.

FERNÁNDEZ-MÍGUEZ, María et al. **Effects of Microplastic Ingestion on Sexual Maturation, Fecundity and Egg Quality In Maturing Broodstock Atlantic Cod Gadus Morhua.** Fecundity and Egg Quality In Maturing Broodstock Atlantic Cod Gadus Morhua. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749123000556?ssrnid=4220637&dgcid=SSRN\\_redirect\\_SD](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749123000556?ssrnid=4220637&dgcid=SSRN_redirect_SD). Acesso em: 10 jan. 2025.

FERREIRA JÚNIOR, Paulo Dias. **Efeitos de fatores ambientais na reprodução de tartarugas.** Acta Amazonica, v. 39, p. 319-334, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/TWXPpfSgbmHT9ZXfGLyg7Bh/?format=html&lang=pt>. Acesso em 21 fev. 2025.

FOEKEMA, Edwin M. et al. **Internal effect concentrations of organic substances for early life development of egg-exposed fish.** Ecotoxicology and environmental safety, v. 101, p. 14-22, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651313005307>. Acesso em: 21 fev. 2025.

FUENTES, Mariana MPB et al. **Adaptation of sea turtles to climate warming: Will phenological responses be sufficient to counteract changes in reproductive output?**. Global Change Biology, v. 30, n. 1, p. e16991, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.16991>. Acesso em 15 jan. 2025.

FRIAS, J. et al. **Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments**. JPIOceans BASEMAN project, p. 33, 2018. Disponível em: <https://repository.oceanbestpractices.org/handle/11329/1206>. Acesso em: 15 jan. 2025.

FRIAS, J. P. G. L.; NASH, R. **Microplastics: Finding a consensus on the definition**. Marine Pollution Bulletin, v. 138, p. 145–147, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X18307999>. Acesso em: 15 jan. 2025

FUKUOKA, Takuya et al. **The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris**. Scientific Reports, v. 6, n. 1, p. 28015, 2016. Disponível em: Takuya et al. The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris. Acesso em: 15 jan. 2025.

GALL, Sarah C.; THOMPSON, Richard C. **The impact of debris on marine life**. Marine pollution bulletin, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X14008571>. Acesso em: 22 dez. 2024.

GALLOWAY, Tamara S.; LEWIS, Christopher N. **Marine microplastics spell big problems for future generations**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 113, n. 9, p. 2331-2333, 2016. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1600715113>. Acesso em: 22 dez. 2024.

GREGORY, Murray R. **Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions**. Philosophical transactions of the royal society B: Biological Sciences, v. 364, n. 1526, p. 2013-2025, 2009. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.2008.0265>. Acesso em: 22 dez. 2024.

HAMANN, M.; GODFREY, M. H.; SEMINOFF, J. A.; et al. **Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century.** Endangered Species Research, v. 11, n. 3, p. 245-269, 2010. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/esr/v11/n3/p245-269>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HART, Katharine A.; GRAY, Tim; STEAD, Selina M. **Consumptive versus non-consumptive use of sea turtles? Stakeholder perceptions about sustainable use in three communities near Cahuita National Park, Costa Rica.** Marine Policy, v. 42, p. 236-244, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X13000845>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HAYS, Graeme C.; LALOË, Jacques-Olivier; SEMINOFF, Jeffrey A. **Status, trends and conservation of global sea turtle populations.** Nature Reviews Biodiversity, p. 1-15, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s44358-024-00011-y>. Acesso em: 22 dez. 2024.

HEYLEN, Brigitte C.; NACHTSHEIM, Dominik A. **Bio-telemetry as an essential tool in movement ecology and marine conservation.** In: YOUNMARES 8—Oceans Across Boundaries: Learning from each other: Proceedings of the 2017 conference for YOUNg MARine RESearchers in Kiel, Germany. Springer International Publishing, 2018. p. 83-107. Disponível em: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/22929/1007232.pdf#page=94>. Acesso em: 20 fev. 2025.

HESNI, M. Askari; TABIB, M.; RAMAKI, A. Hadi. **Nesting ecology and reproductive biology of the Hawksbill Turtle, Eretmochelys imbricata, at Kish Island, Persian Gulf.** Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 96, n. 7, p. 1373-1378, 2016. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/abs/nesting-ecology-and-reproductive-biology-of-the-hawksbill-turtle-eretmochelys-imbricata-at-kish-island-persian-gulf/C44C8677E618569A113126E38EC2D447>. Acesso em 20 fev. 2025.

HITCHINS, P. M. et al. **Biometric data on hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) nesting at Cousine Island, Seychelles.** Journal of Zoology, v. 264, n. 4, p. 371-381, 2004. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-zoology/article/abs/biometric-data-on-hawksbill-turtles-eretmochelys-imbricata-nesting-at-cousine-island-seychelles/3D41EA316080520872C0BB1863D93F16>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo das APAs costeiras do Ceará.** Brasília, 2022. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/11/Encarte\\_3\\_PM\\_APAs\\_Estuário\\_Rio\\_Ceará\\_RF.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/11/Encarte_3_PM_APAs_Estuário_Rio_Ceará_RF.pdf). Acesso em: 12 jan. 2025.

IMAC, **Registra o nascimento de 156 tartarugas de pente na praia do Cumbuco.** Disponível em: <<https://www.caucaia.ce.gov.br/informa/1113/imac-registra-o-nascimento-de-156-tartarugas-de-pe>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

IUCN. 2023. **The IUCN Red List of Threatened Species.** Version 2021-3. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 10 jan. 2024.

LEÓN, Yolanda M.; BJORNDAL, Karen A. **Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems.** Marine Ecology Progress Series, v. 245, p. 249-258, 2002. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v245/p249-258/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

LIMPUS, C. J. et al. **The hawksbill turtle, *Eremochelys imbricata* (L.), in north-eastern Australia: the Campbell Island rookery.** Wildlife Research, v. 10, n. 1, p. 185-197, 1983. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/wr/WR9830185> Acesso em: 12 fev. 2025.

LOURENÇO VICENTE, M. et al. **Monitoramento reprodutivo e não reprodutivo de tartarugas marinhas na Área de Proteção Ambiental Ponta da Baleia-Abrolhos, municípios de Caravelas e Alcobaça/Bahia.** 2023. Disponível em: [https://repositorio.icmbio.gov.br/bitstream/ceca/2146/1/Resumo%20I%20Simposio%20de%20Zoologia%20do%20Extremo%20Sul%20Baiano\\_UNEB\\_2023.pdf](https://repositorio.icmbio.gov.br/bitstream/ceca/2146/1/Resumo%20I%20Simposio%20de%20Zoologia%20do%20Extremo%20Sul%20Baiano_UNEB_2023.pdf). Acesso em: 15 fev. 2025.

MAI, Lei et al. **A review of methods for measuring microplastics in aquatic environments.** Environmental Science and Pollution Research, v. 25, p. 11319-11332, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/S11356-018-1692-0>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARCOVALDI, Maria Ângela; DEI MARCOVALDI, Guy Guagni. **Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA.** Biological conservation, v. 91, n. 1, p. 35-41, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320799000439>. Acesso em 20 fev. 2025.

MARCOVALDI, M. A. et al. **Satellite tracking of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* nesting in northern Bahia, Brazil: turtle movements and foraging destinations.** Endangered Species Research, Oldendorf/Luhnen, v. 17, p. 123-132, 2012. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/esr/v17/n2/p123-132>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARCOVALDI, M. A., & Santos, A. S. S. (2011). **Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas.** Brasília: Editora ICMBIO. 120p. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/bitstream/ceca/1555/1/plano%20de%20ação%20tartarugas%20marinhas.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARCOVALDI, Maria Ângela et al. **Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil.** Biodiversidade Brasileira, v. 1, n. 1, 2011. Disponível em: <https://icmbio.openjournalssolutions.com.br/index.php/BioBR/article/view/88>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MAURER, Andrew S. et al. **Satellite telemetry elucidates migratory pathways and foraging areas for hawksbill sea turtles, *eretmochelys imbricata*, in the caribbean.** Caribbean Journal of Science, v. 52, n. 1, p. 126-141, 2022. Disponível em: <https://bioone.org/journals/caribbean-journal-of-science/volume-52/issue-1/cjos.v52i1.a10/Satellite-Telemetry-Elucidates-Migratory-Pathways-and-Foraging-Areas-for-Hawksbill/10.18475/cjos.v52i1.a10.short>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MAURER, Andrew S. et al. **Diverse migratory strategies for a hawksbill sea turtle population.** Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 34, n. 1, p. e4080, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.4080>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MEARNS, Alan J. et al. **Effects of pollution on marine organisms.** Water Environment Research, v. 88, n. 10, p. 1693-1807, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2175/106143015x14338845156380>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MEAZA, Idoia; TOYODA, Jennifer H.; WISE SR, John Pierce. **Microplastics in sea turtles, marine mammals and humans: a one environmental health perspective.** Frontiers in environmental science, v. 8, p. 575614, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2020.575614/full>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MONTAGNER, Cassiana C. et al. **Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos.** Química nova, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/VJ58TBjHVqDZsvWLckcFbTQ>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MORTIMER, J.A e; DONNELLY, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. **Eretmochelys imbricata.** The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T8005A12881238. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en>. Acesso em: 16 fev. 2025.

MORTULA, Md Maruf et al. **Leachability of microplastic from different plastic materials.** Journal of environmental management, v. 294, p. 112995, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479721010574>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MORREALE, Marco; LA MANTIA, Francesco Paolo. **Current concerns about microplastics and nanoplastics: A brief overview.** Polymers, v. 16, n. 11, p. 1525, 2024. Disponível em: Current concerns about microplastics and nanoplastics: A brief overview. Acesso em 16 jan. 2025.

NELMS, Sarah E. et al. **Plastic and marine turtles: a review and call for research.** ICES Journal of Marine Science, v. 73, n. 2, p. 165-181, 2016. Disponível em: [scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as\\_sd=0%2C5&q=Plastic+and+marine+turtles%3A+a+review+and+call+for+research.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sd=0%2C5&q=Plastic+and+marine+turtles%3A+a+review+and+call+for+research.&btnG=). Acesso em: 20 dez. 2024.

OKOYE, Charles Obinwanne et al. **Toxic chemicals and persistent organic pollutants associated with micro-and nanoplastics pollution.** Chemical Engineering Journal Advances, v. 11, p. 100310, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666821122000709>. Acesso em 20 fev. 2025.

**PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS** **PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS.** Disponível em: <http://www.iacseaturtle.org/docs/planes/Brazil.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

PRATA, Joana C. et al. **Contamination issues as a challenge in quality control and quality assurance in microplastics analytics.** Journal of Hazardous Materials, v. 403, p. 123660, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420316460>. Acesso em: 12 jan. 2025.

QUEIROZ, Monique Torres de. Evolução da ocupação dos campos de dunas de Fortaleza-Ceará: causas e consequências para a cidade. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/67992>. Acesso em: 15 jan. 2025.

QUINN, Laura Penelope. **Assessment of organic pollutants in selected wild and domesticated bird eggs from Gauteng, South Africa.** 2010. Tese de Doutorado. North-West University. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c3c4e3f30936383ddc396a8e94f77ae3833d729a>. Acesso em 20 fev. 2025.

REIS, Estéfane Cardinot et al. **Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos.** Oecologia

Australis, v. 14, n. 3, p. 756-765, 2010. Disponível em: [https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/76626317/d989cbdd04550df4fe1b11e708386672919d-libre.pdf?1639760380=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCondicao\\_De\\_Sau de\\_Das\\_Tartarugas\\_Marinha.pdf&Expires=1741920757&Signature=C-HByqsEkb3isvepJEr-MoNK~2U0Muk5Uoh9ppdLAdHOiZt8lnsKeNTVA7XEq56PhYC~axMat1tB70joUf1Lpj3pFu~fQ~EwqNdC2MrbxVYo9v8Dij8RCxIrrqyWJ0JSUL8g-OcMk0aG30KEmjLEicCshyK895GT16FiD~wqMBhD9vyHen-0z~8U9FrbsjH38-Qkt-4MJpveg8lLMziDD20yQ9Kl19nheXPrmgHinwp2hdD~njSujuVy~LLttX3PPb5UjO22APa-msn~u9f1fze38hLED8IIIf2ztueWT8FKxHEDJzboA-2BCINc~Ti9QADYLUntjQpVzxb6YPPS~kfvyQ~&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/76626317/d989cbdd04550df4fe1b11e708386672919d-libre.pdf?1639760380=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCondicao_De_Sau de_Das_Tartarugas_Marinha.pdf&Expires=1741920757&Signature=C-HByqsEkb3isvepJEr-MoNK~2U0Muk5Uoh9ppdLAdHOiZt8lnsKeNTVA7XEq56PhYC~axMat1tB70joUf1Lpj3pFu~fQ~EwqNdC2MrbxVYo9v8Dij8RCxIrrqyWJ0JSUL8g-OcMk0aG30KEmjLEicCshyK895GT16FiD~wqMBhD9vyHen-0z~8U9FrbsjH38-Qkt-4MJpveg8lLMziDD20yQ9Kl19nheXPrmgHinwp2hdD~njSujuVy~LLttX3PPb5UjO22APa-msn~u9f1fze38hLED8IIIf2ztueWT8FKxHEDJzboA-2BCINc~Ti9QADYLUntjQpVzxb6YPPS~kfvyQ~&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).

Acesso em: 15 jan. 2025.

RIBEIRO, Francisca et al. Accumulation and fate of nano-and micro-plastics and associated contaminants in organisms. *TrAC Trends in analytical chemistry*, v. 111, p. 139-147, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993618305144>. Acesso em 20 jan. 2025.

ROCHMAN, Chelsea M. et al. **Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: implications for plastic marine debris.** *Environmental science & technology*, v. 47, n. 3, p. 1646-1654, 2013. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es303700s>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ROCHMAN, Chelsea M. et al. **Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment.** *Science of the total environment*, v. 493, p. 656-661, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969714009073>. Acesso em: 20 dez. 2024.

RODRÍGUEZ-SEIJO, Andrés; PEREIRA, Ruth. **Morphological and physical characterization of microplastics.** In: *Comprehensive analytical chemistry*. Elsevier, 2017. p. 49-66. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166526X16301568>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SALADIN, Claire; FREGGI, Daniela. The tale of the sea turtle flipper tagging technique, a global environmental impact assessment. *Wildlife Letters*, v. 2, n. 1, p. 44-59, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wll2.12030>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SANTANA, W.M., MAGALHÃES NETO, M.O., SANTANA, E.M., COSTA, A.L., LOPES, S.B., SILVA, R.N. & NASCIMENTO, M.N.P. 2016. **Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas no Estado do Piauí, Nordeste do Brasil.** In *Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, Desafios e Perspectivas* (J.M.S. Correia, E.M. Santos, G.J.B. Moura, orgs.). EDUFRPE, Recife, p. 53. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Pesquisa+e+Conservação+de+Tartarugas+Marinhas+no+Estado+do+Piauí%2C+Nordeste+do+Brasil.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Pesquisa+e+Conservação+de+Tartarugas+Marinhas+no+Estado+do+Piauí%2C+Nordeste+do+Brasil.&btnG=). Acesso em: 20 nov. 2024.

SANTOS, A.S., ALMEIDA, A.P., SANTOS, A.J.B. ET AL (2011) **Plano de Ação Nacional para a Conservação das Tartarugas Marinhas (M.A.A.G. Marcovaldi, A.S. Santos, G. Sales, orgs)** – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/bitstream/ceca/1555/1/plano%20de%20ação%20tartarugas%20marinhas.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SANTOS, R. G. dos; ANDRADES, R.; BOLDRINI, M. A.; MARTINS, A. S. **Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos.** *Revista Meio Ambiente*, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2016. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/download/511/280>. Acesso em: 1 fev. 2025.

SANTOS, R. G. et al. **Exploring plastic-induced satiety in foraging green turtles.** *Environmental Pollution*, v. 265, p. 114918, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120311672>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SCHUYLER, Qamar et al. **To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles.** *PLoS one*, v. 7, n. 7, p. e40884, 2012. Disponível em:

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0040884>. Acesso em: 18 jan. 2025.

SCHUYLER, Qamar A. et al. Mistaken identity? **Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles.** Bmc Ecology, v. 14, p. 1-7, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/1472-6785-14-14>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SEMINOFF, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). 2004. Chelonia mydas. **The IUCN Red List of Threatened Species 2004:** e.T4615A11037468. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Djr8v\\_-mFzYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=The+IUCN+Red+List+of+Threatened+Species+2004:&ots=tqNdOhZlBe&sig=l9bGkT\\_OOZYbGTBCx9pIcLa-mA4&redir\\_esc=y#v=onepage&q=The%20IUCN%20Red%20List%20of%20Threatened%20Species%202004%3A&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Djr8v_-mFzYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=The+IUCN+Red+List+of+Threatened+Species+2004:&ots=tqNdOhZlBe&sig=l9bGkT_OOZYbGTBCx9pIcLa-mA4&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20IUCN%20Red%20List%20of%20Threatened%20Species%202004%3A&f=false). Acesso em: 20 nov. 2024.

SFORZA, Roberto et al. **Diretrizes para Mitigação de Impactos de Empreendimentos nas Tartarugas Marinhas.** ICMBIO 2020. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1678>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SPOTILA, James R. Sea turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation. JHU Press, 2004. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dpsJrFxVIvUC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Sea+turtles:+a+complete+guide+to+their+biology,+behavior,+and+conservation.&ots=t96i8E5Gme&sig=P43QQGGdW4OHFMXXix1gnBYLA2I&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Sea%20turtles%3A%20a%20complete%20guide%20to%20their%20biology%2C%20behavior%2C%20and%20conservation.&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dpsJrFxVIvUC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Sea+turtles:+a+complete+guide+to+their+biology,+behavior,+and+conservation.&ots=t96i8E5Gme&sig=P43QQGGdW4OHFMXXix1gnBYLA2I&redir_esc=y#v=onepage&q=Sea%20turtles%3A%20a%20complete%20guide%20to%20their%20biology%2C%20behavior%2C%20and%20conservation.&f=false). Acesso em: 15 nov. 2024.

STAMPAR, Sérgio N.; DA SILVA, Paulo Francisco; LUIZ JR, Osmar J. Predation on the Zoanthid *Palythoa caribaeorum*(Anthozoa, Cnidaria) by a Hawksbill Turtle(*Eretmochelys imbricata*) in Southeastern Brazil. Marine Turtle Newsletter, v. 117, p. 3-5, 2007. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Predation+on+the+Zoanthid+Palythoa+caribaeorum%28Anthozoa%2C+Cnidaria%29+by+a+Hawksbill+Turtle%28Eretmochelys+imbricata%29+in+Southeastern+Brazil.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Predation+on+the+Zoanthid+Palythoa+caribaeorum%28Anthozoa%2C+Cnidaria%29+by+a+Hawksbill+Turtle%28Eretmochelys+imbricata%29+in+Southeastern+Brazil.&btnG=). Acesso em: 15 jan. 2025.

STURM, Michael T.; HORN, Harald; SCHUHEN, Katrin. The potential of fluorescent dyes—comparative study of Nile red and three derivatives for the detection of microplastics. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 413, p. 1059-1071, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-020-03066-w>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SOUZA, Maria Tereza V. de et al. Microplastics and the Amazon: from the rivers to the estuary. *Química Nova*, v. 46, n. 06, p. 655-667, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/CRK9BxChytYB3Q6H4zGhHSC/?lang=en>. Acesso em: 10 jan. 2025.

SUASSUNA, Dulce Maria Filgueira de Almeida. **Entre a dominação racional-legal e o carisma: o Projeto Tamar e sua intervenção em comunidades pesqueiras do litoral brasileiro.** Sociedade e Estado, v. 20, p. 521-539, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/5d3bsp6nKnsppkzf99CvLdm/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

VASSALLO, Martina et al. **Sea turtle strandings in the temperate Southwest Atlantic: Analysis of drivers and potential causes.** *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 34, n. 5, p. e4166, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/aqc.4166>. Acesso em: 15 jan. 2025.

VILANOVA, Malu Quevêdo. **Mapeamento de ninhos e determinação da área preferencial de desova da tartaruga Eretmochelys imbricata na Praia de Sabiaguaba, Fortaleza-CE.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/50769>. Acesso em: 20 dez. 2024.

VIANA FREIRES, Eduardo et al. INDICADORES DOS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NO LEITO DO ESTUÁRIO DO RIO COCÓ-FORTALEZA/CEARÁ. OKARA: *Geografia em Debate*, v. 10, n. 3. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/312117000\\_Indicadores\\_dos\\_impactos\\_da\\_urbanizacao\\_no\\_leito\\_do\\_Estuario\\_do\\_Rio\\_Coco\\_-Fortaleza\\_Ceara/links/586fb75508ae6eb871bf7208/Indicadores-dos-impactos-da-urbanizacao-no-leito-do-Estuario-do-Rio-Coco-Fortaleza-Ceara.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Gomes-13/publication/312117000_Indicadores_dos_impactos_da_urbanizacao_no_leito_do_Estuario_do_Rio_Coco_-Fortaleza_Ceara/links/586fb75508ae6eb871bf7208/Indicadores-dos-impactos-da-urbanizacao-no-leito-do-Estuario-do-Rio-Coco-Fortaleza-Ceara.pdf). Acesso em: 15 jan. 2025.

WALLACE, B.P., TIWARI, M. e; GIRONDOT, M. 2013. *Dermochelys coriacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2013:** e.T6494A43526147. Disponível em:

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en>. Acesso em: 10 nov. 2024.

WANG, Mei et al. The hidden threat: Unraveling the impact of microplastics on reproductive health. *Science of The Total Environment*, p. 173177, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969724033242>. Acesso em: 15 fev. 2025.

WHITE, Evan M. et al. **Ingested micronizing plastic particle compositions and size distributions within stranded post-hatching sea turtles.** *Environmental science & technology*, v. 52, n. 18, p. 10307-10316, 2018. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.8b02776>. Acesso em: 15 jan. 2025.

Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. **The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review.** *Environ. Pollut.* 178, 483–492. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>. Acesso em: 20 fev. 2025.

YANG, Ling et al. **Microplastics in freshwater sediment: A review on methods, occurrence, and sources.** *Science of the Total Environment*, v. 754, p. 141948, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720354772>. Acesso em: 20 fev. 2025.