

UNIVERSIDADE SANTO AMARO  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VITÓRIA PEREIRA DA SILVA

**EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL:  
IMPACTOS NO NICHOS REPRODUTIVO DA ESPÉCIE *CHELONIA*  
*MYDAS***

SÃO PAULO

2022

VITÓRIA PEREIRA DA SILVA

**EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL:  
IMPACTOS NO NICHOS REPRODUTIVO DA ESPÉCIE *CHELONIA  
MYDAS***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade de Santo Amaro – UNISA como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Flávio de Barros Molina

SÃO PAULO

2022

S584e Silva, Vitória Pereira da.

Efeitos do aquecimento global: impactos no nicho reprodutivo da espécie *Chelonia mydas* / Vitória Pereira da Silva. — São Paulo, 2022.

34 p.: il., color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) — Universidade Santo Amaro, 2022.

Orientador: Prof. Me. Dr. Flávio de Barros Molina.

1. Aquecimento global. 2. Efeito antropogênico. 3. Reprodução. I. Molina, Flávio de Barros, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

VITÓRIA PEREIRA DA SILVA

**EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL:  
IMPACTOS NO NICHU REPRODUTIVO DA ESPÉCIE *CHELONIA  
MYDAS***

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade de Santo Amaro – UNISA como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Flávio de Barros Molina

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_

Professor Dr. (a)

\_\_\_\_\_

Professor Dr. (a)

\_\_\_\_\_

Professor Dr. (a)

CONCEITO FINAL: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente e acima de tudo a minha mãe, Cícera Gonçalves, que nunca me deixou desistir, por ser a pessoa que mais me lembra o quanto a deixo orgulhosa e por sempre me encorajar a ser quem eu verdadeiramente sou.

Agradeço também ao meu irmão que sempre está ao meu lado em cada descoberta sobre minha carreira e vida.

Agradeço aos meus amigos e familiares que, me apoiaram desde o começo do curso e que se enchem de orgulho, e aqueles amigos que estão na minha vida há um curto período, mas que me encorajam em todas as horas, sejam boas e ruins e que sempre me mostram como é bom ter pessoas incríveis na vida.

Agradeço a todos os professores do curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro que tornaram essa trajetória extremamente rica. Reforço ao professor Flavio Molina, um grande biólogo, inspirador, um brilhante professor e orientador, muito obrigada.

Obrigada Maylon e Mind que me confortam sem saber em momentos desesperadores, e todas as entidades divinas que me guiaram até aqui.

“A natureza não tolera excessos.”

Professor Dr. Guilherme José da Costa Silva

## RESUMO

Sabemos que o aquecimento global é um impacto negativo de extrema urgência, e que não só afeta a natureza como um todo, mas que também afeta os próprios seres humanos. O planeta Terra necessita que parte do calor que entra pela atmosfera, permaneça dentro para que os processos de vida ocorram, mas se esse calor for superior aos próprios níveis de sobrevivência, acaba se tornando um problema alarmante. O fenômeno responsável por esse processo de aquecimento, é o efeito estufa que mantém parte do calor dentro da atmosfera. Mas quando o planeta atinge níveis de temperatura acima do ideal, há o desequilíbrio da vida. Quando pensamos no aquecimento global não imaginamos que ciclos reprodutivos de animais possam ser afetados, mas na reprodução de todas as tartarugas marinhas, inclusive na espécie *Chelonia mydas* – foco deste trabalho – ocorre a determinação sexual dependente de temperatura na incubação dos embriões. Inúmeras pesquisas mostram que as tartarugas voltam para a praia em que nasceram para a desova e assim criam ciclos que permitem a sobrevivência da espécie, e para que esses ciclos possam acontecer de forma correta, é necessário que fatores abióticos não sofram alterações extremas. Os locais de desova além de sofrerem com as ações antropogênicas diretas, tendem ao aumento de temperatura das areias devido as altas temperaturas das condições climáticas. Com o aumento do aquecimento global e ações humanas, as areias das praias estão ficando cada vez mais quentes, o que poderá trazer um desequilíbrio na reprodução das tartarugas marinhas, acarretando assim na eventual extinção da espécie.

**Palavras Chave:** Aquecimento Global, *Chelonia mydas*, Impactos antropogênicos, Reprodução, Ambiente.

## ABSTRACT

We know that global warming is of extreme urgency, and that it not only affects nature as a whole, but also affects the very human beings who cause it. Planet Earth needs part of the heat that enters the atmosphere to remain inside for life processes to take place, but if this part is greater than our own survival levels, it becomes an alarming problem. What is responsible for these warming processes are the greenhouse effect, which keeps part of the heat inside the atmosphere. But when the planet reaches temperature levels above the ideal, life becomes unbalanced. When we think about global warming we don't imagine that the reproductive cycles of animals can be affected, but in the reproduction of sea turtles, such as the species *Chelonia mydas* - the focus of this work - there is a temperature-dependent sex determination in the incubation of embryos. Numerous studies show that turtles return to the beach where they were born to lay eggs and thus create cycles that allow the survival of the species, and for these cycles to happen correctly, many criteria need to be followed by the environment. The spawning grounds, besides suffering with direct anthropogenic actions, tend to increase the temperature of the sands due to the high temperatures of the climatic conditions. With the increase in global warming and human actions, the sands of the beaches are getting warmer, which brings an imbalance in the reproduction of sea turtles, thus leading to the eventual extinction of the species.

**Keywords:** global warming, *Chelonia mydas*, impacts, reproduction, Environment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1</b> – Divisões entre dimorfismos sexuais por temperatura na incubação.....	11
<b>Figura 1</b> - Funcionamento dos mecanismos de aquecimento global: Efeito Estufa..	14
<b>Figura 2</b> - Camada de poluição no centro urbano de São Paulo, SP. ....	18
<b>Figura 3</b> - Derretimento de Geleiras .....	21
<b>Figura 4</b> - <i>Chelonia mydas</i> .....	24
<b>Tabela 2</b> - Tabela de temperatura pivotal em espécies de tartarugas marinhas que possuem determinação sexual por temperatura, em destaque a espécie <i>Chelonia mydas</i> .....	267

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
3. MATERIAIS E METODOS .....	13
4. AQUECIMENTO GLOBAL.....	14
4.1. Causas do aquecimento global .....	16
4.2. Outros impactos no planeta .....	20
5. <i>CHELONIA MYDAS</i> .....	23
5.1. Nicho ecológico reprodutivo.....	26
5.2. Impactos urbanos na reprodução.....	30
5.3. Impactos do aquecimento global na reprodução .....	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS .....	34

## 1. INTRODUÇÃO

Sabemos que o calor é essencial a vida, mas, a vida está restrita a uma faixa de temperaturas muito estreita e com as próprias ações humanas, pode colapsar de maneiras muito diferentes.

Os impactos que o aquecimento elevado do planeta pode trazer aos seres vivos, já podem ser observados constantemente e em curtos períodos, ou seja, as mudanças climáticas – como calor intenso ou chuvas intensas fora de épocas<sup>1,2</sup> – não estão mais acontecendo no tempo da natureza, e sim no do ser humano, impactando muitas espécies de animais em seus ciclos de vida, como a espécie *Chelonia mydas*<sup>1,2</sup>.

Outros animais que estão sendo impactados pelo aquecimento global são as tartarugas marinhas. Uma espécie que tem uma distribuição planetária bastante abrangente é *Chelonia mydas*. Como toda tartaruga marinha, ela passa por ciclos durante a vida, como aqueles relacionados à reprodução e à alimentação. No que se refere à reprodução, a filopatria é um comportamento muito comum nas tartarugas marinhas, sendo o termo usado para indicar a migração na época de reprodução, que ocorre sempre para o local onde o animal nasceu. Esse comportamento parece ser possibilitado por uma orientação pelo campo magnético terrestre<sup>1,15</sup>.

Entre os répteis, a determinação sexual genotípica (DSG) é comum entre as serpentes e os lagartos, mas é muito menos frequente em quelônios. Ainda não se sabe qual desses fatores genéticos e ambientais surgiu primeiro nas adaptações desses animais, mesmo que a influência da temperatura seja considerada primitiva surgindo de forma independente nos quelônios<sup>1,11</sup>

Outro aspecto interessante da biologia desses animais é a determinação sexual definida pela temperatura de incubação (DST), que ocorre nos embriões durante certo período de incubação, onde temperaturas altas levam ao desenvolvimento de fêmeas e temperaturas baixas ao desenvolvimento de machos. Para a razão sexual ser equilibrada é necessário que ocorra a temperatura pivotal, possibilitando que, fêmeas e machos tenham a mesma proporção no ninho, esta temperatura específica precisa manter-se em todo período de incubação<sup>11</sup>.

A DST pode influenciar também no dimorfismo sexual entre machos e fêmeas. Estudos concluíram que pode haver 3 divisões (tabela 1)<sup>1</sup>.

**TABELA 1 – Divisões entre dimorfismos sexuais por temperatura na incubação.**

<b>PADRÕES</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>DIMORFISMO SEXUAL</b>	<b>ANIMAIS QUE OCORRE</b>
<b>1a</b>	Machos < fêmeas	Fêmeas adultas são maiores que os machos, geralmente.	Somente em tartarugas.
<b>1b</b>	Machos > fêmeas	Machos são maiores que as fêmeas, geralmente.	Comum em lagartos e crocodilianos.
<b>2</b>	<b>Duas temperaturas pivotais: temperaturas baixas e altas para fêmeas e temperaturas intermediárias para machos.</b>	<b>Machos e fêmeas podem apresentar o mesmo tamanho, geralmente.</b>	<b>Todos os grupos de répteis.</b>

Fonte: (Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas, 2009)

Em conclusão, o dimorfismo sexual que a determinação por temperatura na incubação dos ovos pode trazer, para as tartarugas (padrão 1a) acarreta em menos disputas territoriais entre fêmeas (porque serão maiores), e maior quantidade de ovos nas desovas<sup>1</sup>.

Neste trabalho de revisão bibliográfica, serão analisados os principais fatores antropogênicos responsáveis pela elevação da temperatura do planeta, os níveis críticos que podem chegar e como irão afetar a reprodução da tartaruga verde (*Chelonia mydas*).

## **2. OBJETIVOS**

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a revisão bibliográfica sobre quais impactos o aquecimento global poderá causar na reprodução da tartaruga verde (*Chelonia mydas*), dando maior ênfase nos efeitos danosos na sobrevivência da espécie.

### 3. MATERIAIS E METODOS

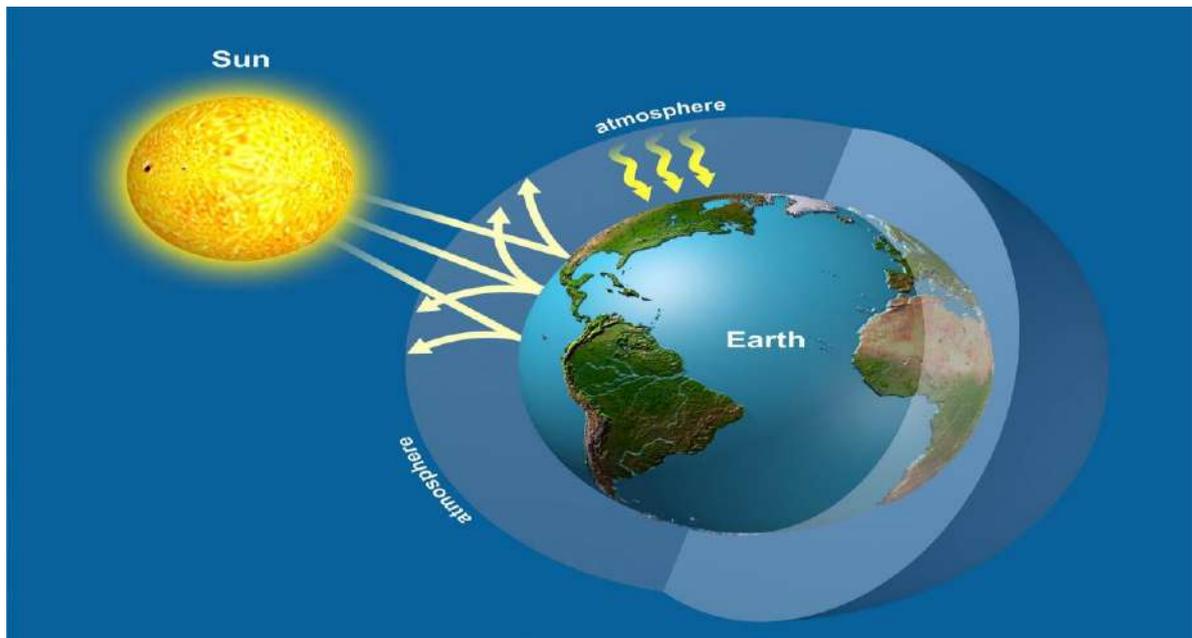
Esta revisão bibliográfica teve como base artigos e outras publicações sobre as ações humanas que estão causando o aquecimento gradual do planeta e sobre como o aquecimento global, está impactando a reprodução das tartarugas marinhas da espécie *Chelonia mydas*.

Os artigos foram obtidos através de pesquisas realizadas em sites especializados como Scielo, Projeto Tamar ([\\_https://www.tamar.org.br](https://www.tamar.org.br)), Projeto Greemar (<https://gremar.org.br>) e em ferramentas de busca como o Google Acadêmico. Foi considerado um período de 30 anos. As palavras-chave utilizadas foram aquecimento global, *Chelonia mydas*, impactos antropogênicos, reprodução e ambiente.

#### 4. AQUECIMENTO GLOBAL

O planeta mantém sua temperatura devido ao efeito estufa que é causado por vapor d'água, nitrogênio (N), oxigênio (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (N<sub>2</sub>O), ozônio (O<sub>3</sub>) e alguns outros gases em menor quantidade, que permitem que o planeta tenha uma temperatura média anual em torno de 15°C. Este processo funciona como uma espécie de cobertura de estufa para que os raios solares fiquem retidos na atmosfera e aqueçam o planeta na faixa de temperatura capaz de manter a vida (figura 1). Caso esses gases não estivessem presentes na atmosfera, o planeta chegaria a uma temperatura de - 18°C<sup>2</sup>.

**Figura 1** - Funcionamento dos mecanismos de aquecimento global: Efeito Estufa



Fonte: ([efeito-estufa.jpg \(2500x1875\) \(mercadobomsucesso.com\)](#))

O sistema climático terrestre funciona através do conjunto de elementos que compõem o ambiente. Sendo assim, o clima é descrito sempre pela variação da temperatura, precipitação e velocidade do vento em um período médio de 30 anos consideráveis com influência de seres vivos e as superfícies terrestres (gelo, água, neve, vegetação). A evolução do sistema climático é natural e direcionada com as interações internas e externas (forçantes) do planeta. Entre as causas naturais estão as erupções dos vulcões e mudanças solares em grandes períodos, mas também inclui as mudanças na atmosfera que o ser humano pode causar. O que gera o

sistema climático da Terra, é a radiação solar proveniente dos raios solares que penetram e ficam na atmosfera da Terra pelo efeito estufa, mas outros fatores também influenciam, como a posição do planeta (órbita) e do próprio sol e também os fatores de região que podem impedir que a radiação solar de alguma maneira atinja o solo, como a cobertura de nuvens ou a vegetação<sup>2</sup>.

Por ser um fenômeno natural, o planeta passa por mudanças climáticas constantes, algumas fortes o bastante para causar até mesmo extinções, mostrando que, o sistema climático muda sem aviso. Os seres vivos que sofrem modificações e adaptações constantes precisam acompanhar o tempo da natureza<sup>4</sup>.

#### 4.1. Causas do aquecimento global

As alterações indesejadas no sistema climático causadas por atividades fora do ciclo natural, possuem efeitos gigantescos no funcionamento dos mecanismos responsáveis pelo aquecimento global natural.

O uso em excesso de substâncias prejudiciais a atmosfera pelo ser humano, causou, nos últimos 50 anos, um aumento “rápido” no aquecimento global, alteração observada pelo aumento nos compostos do Efeito Estufa. O aumento da temperatura global foi em média de 0,85°C nos continentes o que acarretou um aumento de 0,7°C no planeta, processo observado em um período de apenas 100 anos<sup>3</sup>.

O aumento da temperatura da Terra tem como causa humana mais evidente e indiscutível, as emissões de gases que a queima de combustíveis fósseis, em indústrias, desmatamentos e queimadas em florestas emitem, independente da finalidade. Essa liberação de CO<sub>2</sub> descontrolada vem resultando em um aceleração do aquecimento natural do globo terrestre<sup>5</sup>.

A temperatura da Terra entre 570 milhões e 225 milhões de anos atrás, na era Paleozoica, era superior a atual<sup>4</sup>, o que mostra que os seres vivos antigamente conseguiam sobreviver em uma temperatura mais alta. Com o passar do tempo, a ocorrência de variações do clima na Terra fez com que as espécies se tornassem cada vez mais vulneráveis as mudanças de clima. Dentre essas variações, podem ocorrer também, eventos que não estão dentro do cronograma natural, como a queda do meteorito que atingiu Yucatan no México, e que causou uma mudança climática aleatória, que também resultou em extinções de várias espécies de vegetais e animais com um resfriamento drástico da Terra<sup>4</sup>.

As ações humanas que prejudicam o sistema climático da terra, estão cada vez mais evidentes nas pesquisas, como mostra o resumo do relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2014. A concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera da Terra atualmente é 40% superior em comparação com a quantidade na era pré-industrial e a maior em um período de 800 mil anos, tudo devido as queimas desenfreadas de combustíveis fósseis <sup>5</sup>

Tal queima desenfreada, causada principalmente nos centros urbanos das grandes cidades, poluição essa devido à emissão de gases de efeito estufa através de queima de combustíveis por automóveis, aviões e trens e indústrias (queima de lixo etc.), e é apontada como a ação humana que mais emite poluentes atualmente.

Os prejuízos que podem vir com essas atividades, além de ambientais como danos em florestas e rios (acidificação), tem os efeitos prejudiciais à saúde humana, como aumento e agravamento de problemas respiratórios e circulatórios<sup>6</sup>.

Nessa poluição da atmosfera por gases provenientes desta emissão, estão duas categorias de poluentes: primários e secundários<sup>6</sup>.

Os primários são aqueles liberados direto da queima, como o monóxido de carbono, agora, quando estes gases diretos, sofrem reações na atmosfera, tornam-se secundários, como o ozônio<sup>6</sup>.

Os principais gases emitidos na atmosfera são o i) monóxido de carbono encontrado em grande quantidade onde há grande fluxo de veículos, mas também sendo emitido em processos naturais, por exemplo, erupções vulcânicas; ii) materiais particulados, por exemplo, as fumaças de veículos ou de chaminés de indústrias que se mantem suspensas na atmosfera e que em conjunto a poeiras causam impactos maiores do que individualmente; iii) dióxido de nitrogênio, um gás muito tóxico à saúde humana, resultado de todos os tipos de queimas oriundas de óleo ou gás sendo o responsável pela chuva ácida que destrói a vegetação; e o iv) ozônio que na baixa atmosfera (troposfera) – é bastante tóxico<sup>6</sup>.

A poluição causada na atmosfera (figura 2), pode atingir alcances locais, regionais, continentais e ainda mais preocupante, globais. O impacto global mais alarmante é o efeito estufa, o mais atingido pelas queimas de combustíveis fósseis, representado por quase 100% de emissões por veículos, que por sua vez, contribui em 22% de gases do efeito estufa, e automaticamente e conseqüentemente, o fator que mais contribui para o aquecimento global<sup>6</sup>.

**Figura 2** - Camada de poluição no centro urbano de São Paulo, SP.



Fonte: (<https://veja.abril.com.br/ciencia/sem-metro-poluicao-aumenta-75-em-sao-paulo/>, 2012)

Essa poluição na atmosfera pode trazer complicações imediatas aos seres humanos que estão constantemente em contato com o ar, e também para os animais que estão vivendo junto aos grandes centros urbanos, pelo fato de que com a poluição aérea, a movimentação de aves fica cada vez mais difícil e perigosa<sup>6</sup>.

Grandes queimadas que acontecem de forma proposital nas florestas, para ter plantio e criação de animais, trazem poluição do primeiro ao último ato. A exploração de madeira que vem crescendo nos últimos anos pela forte expansão da criação de gado e das queimadas criminosas. Além disso, o desmatamento e seguido de queimadas para produção de lenha e carvão, são eventos ainda mais poluentes<sup>7</sup>.

Em emissões de gases do efeito estufa por queimadas, florestas secundárias emitem gases irrelevantes (que não interferem no aumento de gases de efeito estufa) para o acúmulo de gases do efeito estufa num período antes do ano de 1970. Esses gases interferem apenas no balanço anual, mas não no balanço líquido pois, o carvão segura o carbono a longo prazo em seu formato por não queimar de forma limpa, e é liberado apenas 1/3 na atmosfera. A irrelevância de emissão já que não interferem no aumento do efeito estufa vem dos tipos de queimadas que acontecem na floresta primária e secundária, e não trazem informações importantes para o cálculo de aumento de efeito estufa, porém as queimadas em locais já desmatados e/ou que já sofreram queimadas, podem apresentar maior risco de emissão de gases, uma vez

que, compostos presentes que já sofreram combustão e compostos novos, como por exemplo plantio recente/novo em fazendas, podem entrar em combustão e liberar carbono na atmosfera, porque não “retém” a mesma quantidade de gases de efeito estufa em comparação a quantidade emitida na primeira queimada. Em um período de 10 anos, áreas que foram requeimadas em curtos períodos de intervalo, irão liberar mais carbono e a quantidade de emissão subirá de 2,2% para 2,9% acima do solo, nessas áreas<sup>7</sup>.

Outro grande fator ligado a queimadas e desmatamentos, são as decomposições que esses vegetais sofrem no período posterior. A decomposição tem uma contribuição importantemente grande para a emissão de gases do efeito estufa<sup>7</sup>.

No ano de 1990, sem somar a absorção de carbono feita pelo carvão, as emissões de gases do efeito estufa do balanço anual emitidas pela floresta original da Amazônia eram de 27%, as emissões de requeimadas de áreas já degradadas, seja por queimadas ou desmatamentos e por atividade de decomposição eram de 73%<sup>7</sup>.

Dentro dessas emissões, considera-se o gás carbônico em maior quantidade, outros gases de efeito estufa e gases traços, contribuindo para que as emissões do balanço anual aumentem mais de 11% e as emissões líquidas aumentem em até 9%<sup>7</sup>.

## 4.2. Outros impactos no planeta

Com a temperatura do planeta cada vez mais alta, as alterações que o ambiente sofre estão cada vez mais visíveis. Os eventos naturais de aquecimento e de mudanças climáticas, por si só já causam grandes impactos de diferentes naturezas, sejam elas extinções em massa ou mudanças drásticas de ecossistemas. Alguns podem até causar dois impactos diferentes ao mesmo tempo, como o meteorito em Yucatan que causou uma mudança climática drástica (era glacial), em um período suficiente para ocasionar a extinção em massa de animais e de vegetais<sup>4</sup>. Eventos grandes conseguem mudar o meio como um todo influenciando a época seguinte e como se desenvolverão os seres, assim como a radiação adaptativa dos mamíferos logo após o evento do meteorito de Yucatan<sup>4</sup>.

Já as atividades antropogênicas que contribuem para o aquecimento global, causam mudanças também sem previsão – fora do controle da natureza – mas com impactos muito maiores e de longo prazo em relação ao tempo que as mudanças climáticas se substituem pela própria natureza. Alguns impactos podem ocasionar em extinções em massa sem motivo aparente, por exemplo espécies que não estavam em ambientes desfavoráveis e/ou que não corriam nenhum risco. Os efeitos que o aquecimento global traz para o clima vêm crescendo junto com a modernização do planeta e caso tenhamos mais uma onda de “era industrial” forte, pode levar a alterações irreversíveis no meio ambiente<sup>8</sup>. Ações para resgatar os recursos perdidos já foram implantadas, mas ainda não são o suficiente, pois destruímos mais que resgatamos<sup>8</sup>.

As emissões de gases que a industrialização vem causando ao longo de décadas, ao aumentar a temperatura da Terra em um período<sup>6</sup>, trazem como primeiro efeito no meio ambiente as mudanças climáticas mais evidentes nas estações, como se não houvesse ordem e controle do clima. Alterações no nível do mar, por exemplo, ocorrem como consequência de derretimentos de geleiras; cheias mais precipitadas e longas, e inundações mais severas ocorrem em locais urbanos e em habitats, influenciando assim, a sobrevivência de animais. Em contrapartida outros locais enfrentam secas e desertificação. Todos os efeitos prejudiciais tornam a vida cada vez mais ameaçada, o que mostra que o aquecimento global não só afeta diretamente a vida, mas também indiretamente<sup>8</sup>.

A proteção que a camada de ozônio proporciona para a vida, vem sendo cada vez mais perdida. Os raios solares (UV) podem causar doenças nos seres humanos como câncer de pele mais severos e, nas plantas, podem interferir na fotossíntese, como consequências de raios solares com impacto mais forte, a produção de menos folhas, flores e frutos, ou esses produtos com alguma deficiência. Em seres vivos que vivem nas primeiras camadas das lâminas de águas claras onde a penetração de luz ocorre mais facilmente, os raios UV interferem no crescimento de microalgas e de fitoplanctons, vidas microscópicas que podem influenciar no equilíbrio da vida na Terra<sup>3</sup>.

A alteração do nível do mar, resultado do derretimento constante das geleiras (figura 3) com o calor atípico nos polos, vem trazendo uma preocupação também constante pelos inúmeros impactos. Além do degelo entre 1970 e 2020 ser maior que o tamanho da Alemanha<sup>9</sup>, afeta a salinidade das águas. As mudanças que os nichos de animais marinhos vêm sofrendo são muitas. Há evidências de que rotas de migração estão sendo modificadas, com o aparecimento de baleias jubartes em praias brasileiras que não fazem parte de suas rotas naturais<sup>9</sup>.

**Figura 3 - Derretimento de geleiras**



Fonte: (<https://lacafeinadesusojos.com/viral/el-hielo-del-oceano-artico-podria-desaparecer-por-completo-a-partir-del-ano-2044/>, 2019)

A poluição pelas emissões de indústrias e centros urbanos é de fato uma grande preocupação, mas não se pode descartar que, a poluição gerada pela produção e uso de plástico também é uma questão preocupante. Nas praias já é

possível encontrar 15 sacolas plásticas por metro quadrado. A China está entre os países que mais produz e utiliza plástico, e em consequência é o país que mais descarta de maneira errada. Esse lixo plástico que não é descartado e tratado de maneira correta, além de poluir a areia e a água das praias, polui também rios e mares. Mares esses que receberam oito milhões de toneladas de lixo plástico do total de 275 milhões de toneladas produzidas no mundo no ano de 2010<sup>10</sup>.

Esse tipo de poluição afeta a vida marinha de muitas formas, como por exemplo degradando o habitat e interferindo na alimentação. As tartarugas marinhas sofrem efeitos na alimentação pelo simples fato de que podem confundir plásticos com alimento (águas-vivas), como mostram pesquisas onde são encontrados produtos plásticos no trato digestório de tartarugas mortas da espécie *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* que frequentam o litoral da Bahia entre janeiro e outubro entre os anos de 2006 e 2007<sup>13</sup>.

## 5. CHELONIA MYDAS

As tartarugas marinhas pertencem a classe Reptilia, ordem Testudines. Possuem a característica de ter um tegumento que inclui ossos dérmicos e escudos córneos. Esse tegumento é composto por uma carapaça óssea formada de fusões de vertebrae e costelas, crescendo a partir de 59 centros de ossificação distintos. Na carapaça, placas ósseas dérmicas que estão situadas ao longo da linha dorsal, formam uma rede neural conectadas aos arcos neurais das vertebrae, e conectados lateralmente às costelas. Esses ossos dérmicos costais estão pareados e fundidos as redes neurais das vertebrae. Já o plastrão, a parte ventral recoberta por escudos pareados, no geral, é formado por ossificação dérmica, mas, endoplastrão e epiplastrão, são formados a partir das interclavículas e das clavículas, respectivamente. O hipoplastrão, é o osso que forma a conexão rígida entre a carapaça e o plastrão<sup>11</sup>.

A espécie *Chelonia mydas* pertence a família Cheloniidae, que também inclui 6 outras espécies de tartarugas marinhas, possuindo como nome popular Tartaruga-Verde<sup>12</sup>.

A carapaça, parte dorsal, atua como um escudo rígido com formato hidrodinâmico (achatado), coberto por uma camada de queratina originada pela epiderme e está conectada com o plastrão por partes ósseas<sup>12</sup>. Por essa parte importante do corpo, as tartarugas marinhas se diferenciam pelo padrão de escudos córneos no casco. A tartaruga verde (ou tartaruga aruanã) possui quatro pares de escudos laterais com coloração que varia entre verde ou verde acinzentada, e quando estão na fase juvenil, possui a cor marrom com machas negras e amareladas. Sobre a anatomia, a cabeça é pequena com um par de escamas pré-frontais e quatro pares pós-orbitais. Quando jovens podem ter uma alimentação carnívora, mas se tornam exclusivamente herbívoras – se alimentando principalmente de algas – quando adultas. As nadadeiras dianteiras têm apenas uma unha visível cada e as traseiras com ausência de unhas. Quando adultas podem atingir 143 cm de comprimento curvilíneo da carapaça e pesar 230kg<sup>14</sup>.

O nicho ecológico das tartarugas marinhas é semelhante, possuindo o habitat em mares como a Tartaruga Verde, entre outras espécies<sup>1</sup>. O ciclo de vida das tartarugas, incluindo a Tartaruga Verde, é muito complexo por possuir etapas com períodos longos em cada geração, já que o tempo de vida, maturação sexual e migrações muito longas, tendo como faixa de distância de migração da espécie

*Chelonia mydas*, de até 9.000km – transoceânicas – percorridos ao longo da sua vida<sup>12</sup> e as transições de alimentação em cada fase de vida.

**Figura 4 - *Chelonia mydas***



Fonte: ([Tartaruga-verde ou Tartaruga-aruanã \(tamar.org\)](http://tamar.org), 2011)

A espécie *C. mydas* se distribui por mares tropicais e subtropicais, mas são raramente vistas em alto mar, assim habitam águas costeiras e ao redor de ilhas. No Brasil, há muita ocorrência de juvenis nas praias de Trindade, e no litoral norte da Bahia<sup>14</sup>.

A maturação sexual da espécie *Chelonia mydas* é bastante tardia, no mínimo 15 anos e no máximo por volta dos 50 anos do animal<sup>14</sup>.

Essa espécie está em situação de risco de extinção, tendo como ameaça mais frequente a captura acidental na pesca e a ingestão de plástico<sup>16</sup>.

No Oceano Pacífico, há uma população da subespécie *Chelonia mydas agassizi* que apresenta características morfológicas semelhantes a *C. mydas*. Apenas as escamas pós-orbitais na cabeça que variam entre três e quatro pares, a coloração do casco que possui um tom ou manchas negras acinzentada e seus filhotes nascem

com o ventre na cor branca, que se torna cinza posteriormente. Essa subespécie pode chegar até 90cm de comprimento curvilíneo da carapaça e pesar 120kg<sup>1</sup>.

### 5.1. Nicho ecológico reprodutivo

O período de reprodução situa-se entre os meses de setembro e março, épocas quentes do ano. O ciclo reprodutivo das tartarugas marinhas é bastante complexo por conter a prática de “filopatria”, comportamento onde as tartarugas fêmeas voltam para a praia em que nasceram para desovar. Esse deslocamento é possível porque as tartarugas possuem uma espécie de “bússola interna” que permite que elas gravem as rotas para as praias através do campo magnético da Terra. Com esse mecanismo, as tartarugas podem nadar para longe no oceano e conseguir voltar para a temporada de desova, mesmo com a Terra em constante mudança e o campo magnético também, resultando em mudanças de rotas de migração e locais de desova<sup>15</sup>. Os locais e rotas de migração e retorno a respectiva praia é diferente para cada espécie, mas pode variar dentro de uma espécie<sup>1</sup>.

Para a determinação sexual nos ninhos, a temperatura da areia (ambiente) é muito importante pois influencia nas porcentagens de machos e fêmeas. Nos locais na praia em que acontecem a desovas, há outras variantes de elementos que dificultam a análise de incubação dos ovos<sup>1</sup>.

A determinação sexual por temperatura (DST) é um fenômeno que chama atenção entre os pesquisadores, já que as porcentagens para a determinação de machos e de fêmeas são muito estreitas, mas ainda assim, uma diferença de temperatura que pode prejudicar a espécie, devido ao desequilíbrio entre os sexos que pode facilmente acontecer nos ninhos. A temperatura que determina a quantidade de ambos os sexos equilibradamente depende do meio em que o ninho e a desova forem feitos, e que haja um equilíbrio do começo da determinação até o final, assim a razão sexual também será equilibrada<sup>1</sup>.

A temperatura pode definir parcialmente (reversível) até certo estágio ou definitivamente em outro estágio no período de incubação. Em tartarugas marinhas o estágio definitivo está no segundo terço do desenvolvimento do embrião, o que acontece também em algumas espécies de tartarugas de água doce. No estágio definitivo chamado de “termo sensitivo” acontece a produção de enzimas para a diferenciação das gônadas nos embriões<sup>1</sup>.

Quando a areia atinge uma temperatura que influencia na determinação de porcentagens iguais para machos (50%) e fêmeas (50%), há a “temperatura pivotal” no ninho, que geralmente está entre 28,5°C a 30°C. Mas quando acontece um desequilíbrio no meio que afete a temperatura, basta a mudança de alguns graus para

que já tenha porcentagens diferentes, para a espécie *C. mydas* esse desequilíbrio na temperatura é de apenas 4°C, se mostrando uma baixa margem de diferença<sup>1</sup>.

**Tabela 2** - Tabela de temperatura pivotal em espécies de tartarugas marinhas que possuem determinação sexual por temperatura, em destaque a espécie *Chelonia mydas*.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	TEMPERATURA PIVOTAL (°C)	LOCAL	AUTOR
Tartarugas marinhas Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i> *	29,7	África do Sul	Maxwell <i>et al.</i> (1988)
		28,6	Australia	Limpus <i>et al.</i> (1985 in Hanson <i>et al.</i> 1998)
		30	Georgia (EUA)	Yntema & Mrosovsky (1982)
		29	Carolina, Georgia e Florida (EUA)	Mrosovsky (1988)
		29,1	Brasil	Marcovaldi <i>et al.</i> (1997)
		28,7	Australia	Limpus <i>et al.</i> (1983 apud Kaska <i>et al.</i> 1998)
		28,9	Australia e Chipre	Georges <i>et al.</i> (1994), Reece <i>et al.</i> 2002b
	<i>Chelonia mydas</i> *	29	Turquia e Chipre	Kaska <i>et al.</i> (1998)
		28,5 a 30	Costa Rica	Standora & Spotila (1985)
		28,8	Ilha Ascensão	Godley <i>et al.</i> (2002)
		28,5 a 28,8	Suriname	Mrosovsky (1984)
		29,2	Chipre	Broderick <i>et al.</i> 2000
	<i>Eretmochelys imbricata</i> *	28,6	Chipre	Reece <i>et al.</i> 2002b
		29,2	Antigua	Mrosovsky (1992)
		29,6	Bahia (Brasil)	Godfrey <i>et al.</i> (1999)
<i>Lepidochelys kempii</i> *	~30	Costa Rica	McCoy <i>et al.</i> (1983)	
	28,5 a 30,5	Costa Rica	Ruiz <i>et al.</i> (1981 apud Spotila <i>et al.</i> 1987)	
			McCoy <i>et al.</i> (1983)	
	30	Costa Rica	Wibbels <i>et al.</i> (1998)	
	31	Costa Rica	Wibbels <i>et al.</i> (1998)	
Dermochelyidae	<i>Natator depressus</i>	29,5	Queensland (Austrália)	Hewavisenthi & Parmenter (2000)
	<i>Dermochelyidae coriacea</i> *	29,5	Suriname	Mrosovsky (1984)
		28,7 a 29,7	Suriname	Rimblot <i>et al.</i> (1985)

---

Fonte: (Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas, 2009)

Quando fatores importantes para a sobrevivência da espécie dependem mais do ambiente do que especificamente da própria espécie, a seleção natural age com pressões definitivas, o que torna a espécie vulnerável, mesmo que possa ter resistências variáveis ao longo de gerações<sup>1</sup>.

A temperatura pivotal da espécie *C. mydas* sendo de 4°C pode variar em até 1,5°C para mais (gerando fêmeas) ou para menos (gerando machos), consequência da variação genética<sup>1</sup>.

A escolha do local do ninho nas praias, tem grandíssima importância no desenvolvimento do embrião e na determinação sexual. Os elementos ambientais que irão atuar sob o ninho, irão assim, atuar sob os filhotes. Os elementos que podem ser citados são: salinidade da água próxima ao ninho e a largura da faixa de areia da praia, variações da temperatura do ambiente e consequentemente da areia, quantidade de bioclastos, pH, umidade do ambiente, cobertura de vegetação. Todos esses fatores podem não só influenciar a tartaruga no momento de escolha do local para a desova, como influenciar na determinação sexual dos filhotes e também nas chances de eclosão dos ovos, onde altas temperaturas (acima da temperatura máxima que diferencia para fêmeas) podem resultar em baixas chances de eclosão<sup>1</sup>.

Ninhos de *C. mydas* em locais cobertos com vegetação assim a temperatura é mais baixa e a umidade é mais elevada, apresentam 7,4% de fêmeas. Ninhos onde o local apresenta maior exposição ao sol, alcançando maior temperatura, apresentam um valor muito alto de 83,5% para fêmeas. A areia dos locais escolhidos pode acarretar diferentes temperaturas independentes da exposição ao sol ou presença de vegetação. Em ninhos de *C. mydas*, que durante o dia tem influência de albedo em áreas com sedimentos escuros que por resultado, irão apresentar temperatura maior que locais com sedimentos mais claros. Em conjunto a este fator de coloração e tamanho de sedimento, pode atuar a influência a quantidade de pequenos elementos vegetais e a umidade, no momento da escolha de local para desova por obter melhor cobertura do ninho da espécie<sup>1</sup>.

No Brasil o número estimado pela Fundação Projeto TAMAR, é de 4 mil ninhos nas praias brasileiras em época de reprodução, e em média contendo 120 ovos cada.

Os filhotes de um mesmo ninho podem ter diferentes pais e o tempo de incubação é de até 70 dias.

## 5.2. Impactos urbanos na reprodução

Como podemos observar nas praias de uso humano, é cada vez mais comum o aumento da faixa de areia, a iluminação excessiva de postes e prédios, e os impactos mais desesperadores, o lixo acumulado e o desrespeito a vida animal. Todos esses fatores influenciam na escolha do local de desova, na eclosão e no trajeto até a água feito pelos filhotes recém-nascidos<sup>13</sup>.

A poluição por lixo plástico— entre outros fatores de degradação ambiental — pode afetar a vida das tartarugas. Nas praias, essa poluição é muito mais forte, e pode interferir na escolha do local para nidificar, na preservação dos ninhos e na saúde das tartarugas adultas e filhotes. Na Bahia foram necropsiadas 45 tartarugas mortas, das quais, 36 eram da espécie *C. mydas*. Foi possível identificar lixo plástico no trato digestório em 20 desses animais, incluindo redes de pesca<sup>13</sup>. Isso confirma que as ameaças de captura acidental em atividades de pesca são reais. Esse fator é super preocupante na ameaça de extinção da espécie *C. mydas*.

A iluminação excessiva nas praias que pode ser chamada de poluição de luz intrusa ou ofuscamento de luz intrusa, é um fator preocupante pois, quando os filhotes saem do ninho, a luz da lua é o elemento que os guia até as margens do mar. As luzes de postes e prédios podem influenciar, confundir e enganar os filhotes, que naturalmente se afastariam de locais escuros sendo atraídos pela luminosidade da cidade<sup>17</sup>.

Os impactos ambientais por luz intrusa, infelizmente não atingem somente a reprodução das tartarugas, mas também a migração e a comunicação de espécies. A caça feita por animais noturnos também é afetada e acontece uma mudança de comportamento em animais diurnos que, começam a caçar a noite porque há luz artificial. Em conjunto esses dois fatores incomuns acarretam um desequilíbrio no ambiente<sup>17</sup>.

Entre todos esses fatores que impactam a reprodução e a sobrevivência das tartarugas marinhas e de muitas outras espécies, o aumento da faixa de areia é um fator que implica num conjunto de obstáculos. Esse alargamento traz uma dificuldade principalmente para os filhotes de tartarugas que precisam chegar ao mar, pois um trajeto mais longo significa maiores chances de predação e morte por outros diversos motivos além da caça, como por exemplo esmagamento por automóveis e motocicletas ou depredação de ninhos. O aumento das faixas de areia nas praias ocorre justamente para comportar mais turistas, o que colabora para o aumento da

poluição pelo descarte inadequado de lixo. Esse processo pode mudar também o tipo de sedimento (densidade e granulometria) do local, o que traz mudanças de temperatura, fator importante na reprodução das tartarugas marinhas<sup>18</sup>.

### 5.3. Impactos do aquecimento global na reprodução

O aumento do aquecimento global gera alterações climáticas que também podem potencializar os efeitos que as ações humanas causam no ciclo de reprodução das tartarugas marinhas<sup>1</sup>.

Os fatores que colaboram para o aumento da temperatura global, são os fatores de aumento dos gases de efeito estufa – como a elevada emissão de CO<sub>2</sub> nos centros urbanos e indústrias – que causam uma elevação mais rápida do aquecimento global, assim, acarretando mudanças climáticas drásticas em curtos períodos de tempo<sup>2</sup> que, conseqüentemente, geram mudanças nos nichos de muitos animais como a espécie *Chelonia mydas*, o que inclui não só a reprodução – item mais preocupante – mas também nas rotas de migração e na sobrevivência<sup>17</sup>.

Com o planeta aquecendo em escalas elevadas e durante um período curto de tempo, mesmo para tartarugas que apresentam grande longevidade, a sobrevivência pode ser afetada devido à falta de tempo suficiente para uma eventual adaptação às novas condições climáticas. Além do possível desequilíbrio na razão sexual entre machos e fêmeas devem ser considerados os problemas de sobrevivência<sup>19</sup>.

Tais fatores que vem contribuindo para que os níveis de temperatura do planeta aumentem rápido num curto período observado<sup>5</sup>, já causam modificações suficientes para influenciar na razão sexual nos ninhos da espécie *C. mydas*. Mesmo com uma margem curta de variação da temperatura pivotal, variações constantes nas temperaturas de ninhos podem influenciar em gerações futuras<sup>1</sup>. Por isso, variações muito bruscas e repentinas trazem desequilíbrios que podem causar a extinção da espécie *C. mydas* que já se encontra em estado de vulnerabilidade<sup>16</sup>.

A temperatura alta influencia nas chances de eclosão dos ovos nos ninhos, que diminuem nessas circunstâncias, e em conjunto com determinação sexual por temperatura e razão sexual de maioria fêmea nos ninhos (em temperaturas que variam acima de 4°C) gera um pacote de preocupações alarmantes<sup>1</sup>.

Fatores antropogênicos que afetam diretamente a reprodução das tartarugas marinhas, por exemplo potencializando o aquecimento direto dos ninhos, como na mudança do sedimento natural que ocorre no processo de aumento da faixa de areia nas praias<sup>18</sup>, trazem também outros tipos de impactos como a maior predação dos filhotes, aumento de visitantes nas praias e como consequência a degradação mais frequente de ninhos protegidos ou não por órgãos de proteção animal como o Projeto TAMAR.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitem supor que, o aumento não natural da temperatura do planeta Terra, traz risco a sobrevivência da espécie *Chelonia mydas* (Tartaruga-Verde), já que condições variadas do ambiente podem determinar ou não a perpetuação da espécie. As causas antropogênicas estão dificultando ciclos naturais como a migração, a alimentação e o mais dramático, a reprodução, pois somam-se às pressões naturais que a espécie já sofre. Parece claro que as ações humanas potencializam tais pressões, resultando em desequilíbrios que podem se tornar irreparáveis para a espécie.

A determinação sexual dos embriões pela temperatura de incubação pode ser nesse momento um desafio para a espécie *C. mydas*, já que os efeitos diretos do aquecimento global e indiretos de ações humanas podem trazer aos ninhos impactos bastante graves, acarretando o desequilíbrio da reprodução com maiores porcentagens de nascimentos de fêmeas.

Caso as medidas para a diminuição de emissões de gases de efeito estufa não sejam aceleradas, e as medidas de conservação do habitat e, dos locais de reprodução de *C. mydas* não sejam acatadas e/ou respeitadas pelos humanos, a espécie pode realmente ser extinta.

## REFERÊNCIAS

1. Junior PDF. Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas. Vila Velha ES: Acta Amazonica; 2009. [Acesso em 20/08/2022]. Disponível em: [SciELO - Brasil - Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas Aspectos ecológicos da determinação sexual em tartarugas](#)
2. Cortase TTP, Natalini G. Mudanças climáticas do globo ao local. Barueri SP: Manole; 2014. Serie Sustentabilidade/ coordenador Arlindo Philippi Jr.
3. Cirino MM, Souza AR. O discurso de alunos do ensino médio a respeito da "camada de ozônio". Cienc. Educ. (Bauru) 14(1). [Acesso em 29/08/2022]. Disponível em: [SciELO - Brasil - O discurso de alunos do ensino médio a respeito da "camada de ozônio" O discurso de alunos do ensino médio a respeito da "camada de ozônio"](#)
4. Silva RWC, Paula BL. Causas do Aquecimento global: antropogênica versus natural. Rio Claro SP: *Terrae Ditatca* 5(1): 42-49. 2009. [Acesso em 05/09/2022]. Disponível em: [TD\\_V-a4.pdf \(unicamp.br\)](#)
5. Aguiar RS. Aquecimento global: quem é culpado? Campinas SP: ComCiência (152). 2013. [Acesso em 06/09/2022]. Disponível em [http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542013000800005&lng=pt](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542013000800005&lng=pt)
6. Drumm FC, Gerhardt AE. Fernandes GD, Chagas P. Socolotti MS, Kemerich PDC. Air pollution from the burning of fuels derived from petroleum in motor vehicles. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 18(1), 66–78.; 2014. [Acesso em 18/09/2022]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117010537>
7. Fearnside PM. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. Estudos Avançados 16(44). 2002. [Acesso em 18/09/2022]. Disponível em: [Untitled-27 \(scielo.br\)](#)



15. Arnold C. Como é que as Tartarugas Marinhas Encontram a Praia Onde Nasceram?. National Geographic; 2018. [Acesso em 01/10/2022]. Disponível em: [Como é que as Tartarugas Marinhas Encontram a Praia Onde Nasceram? | National Geographic \(natgeo.pt\)](#).
16. Luz P. Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). Rio Grande do Sul: Fauna Digital Rio Grande Do Sul – UFRGS; 2020. [Acesso em 04/10/2022]. Disponível em: [Tartaruga-verde \(Chelonia mydas\) - FAUNA DIGITAL DO RIO GRANDE DO SUL \(ufrgs.br\)](#)
17. Gargaglioni S. Poluição luminosa e a necessidade de uma legislação. ComCiência (112). 2009. [Acesso em 04/10/2022]. Disponível em [ComCiência - Poluição luminosa e a necessidade de uma legislação \(scielo.br\)](#)
18. Rocha I, Martins S. Aumento da faixa de areia na Praia de Iracema ameaça espécies marinhas, dizem especialistas. G1; 2019. [Acesso em 04/10/2022]. Disponível em: [Aumento da faixa de areia na Praia de Iracema ameaça espécies marinhas, dizem especialistas | Ceará | G1 \(globo.com\)](#)
19. Sims DW. Advances in marine biology. Vol 56, Burlington: Elsevier – Academic Press; 2009.