

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LARYSSA B O DE FREITAS
DR. LEANDRO SILVA BARBOSA

**IMPACTO DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE AS
POPULAÇÕES DE QUELÔNIOS MARINHOS NO BRASIL**

Rio de Janeiro

2021.1

**IMPACTO DO AQUECIMENTO GLOBAL SOBRE AS
POPULAÇÕES DE QUELÔNIOS MARINHOS NO BRASIL**

**IMPACT OF GLOBAL WARMING ON POPULATIONS
OF SEA CHELONIANS IN BRAZIL**

Laryssa Bruna de Oliveira de Freitas
Graduanda do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário São José

Orientador
Doutor em Zoologia Leandro Silva Barbosa

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é revisar os dados de publicações e estudos anteriores para avaliar como as populações de quelônios marinhos podem ser afetados pelo aquecimento global no Brasil, os prováveis impactos dessas mudanças nessas populações. Reunindo informações sobre os estudos dos elementos e das condições de contorno envolvidos especialmente na determinação sexual dos quelônios marinhos no Brasil. Para confecção do artigo, foi realizada uma revisão da bibliografia sobre o tema disponíveis na internet, reunindo e comparando os diferentes dados encontrados nas fontes de consulta e listando as principais consequências que o impacto do aquecimento global pode causar nas populações de quelônios marinhos brasileiros. Devido ao tremendo progresso no aquecimento global, uma parte considerável desses animais será do sexo feminino, pois acaba afetando completamente o habitat desses quelônios. A influência do sexo desses animais está relacionada às variáveis climáticas em relação a temperatura da areia juntamente com o período de incubação da desova. Curiosamente, para as tartarugas marinhas, as temperaturas nas quais os ovos são incubados determinam se as tartarugas serão machos ou fêmeas. Ao contrário de outros vertebrados, as tartarugas marinhas não têm cromossomos determinantes, ou seja, a forma de determinação sexual é diferente dos mamíferos. As fêmeas requerem uma temperatura de incubação mais quente para se desenvolver em comparação com os machos. Portanto, a escassez de machos está intimamente ligada com a influência da temperatura nos ovos, tornando a espécie com uma reprodução mais delicada. Uma vez que o risco de extinção desta espécie é considerado, e são necessárias décadas de tempo de adaptação. Estudar o risco de extinção de todas as tartarugas marinhas torna-se uma questão importante.

Palavras-chave: Tartaruga-marinha, aquecimento global, temperatura.

ABSTRACT

The general objective of this work is to review data from previous publications and studies to assess how marine turtle populations may be affected by global warming in Brazil, and the likely impacts of these changes on these populations. Gathering information on studies of the elements and boundary conditions involved especially in the sex determination of marine turtles in Brazil. To prepare the article, a review of the literature on the subject available on the internet was carried out, gathering and comparing the different data found in the consultation sources and listing the main consequences that the impact of global warming can cause on the populations of Brazilian marine turtles. Due to the tremendous progress in global warming, a considerable part of these animals will be female, as it ends up completely affecting the habitat of these turtles. The influence of the sex of these animals is related to climatic variables in relation to sand temperature together with the spawning incubation period. Interestingly, for sea turtles, the temperatures at which eggs are hatched determine whether the turtles will be male or female. Unlike other vertebrates, sea turtles do not have determinant chromosomes, that is, the form of sex determination is different from mammals. Females require a warmer incubation temperature to develop compared to males. Therefore, the scarcity of males is closely linked with the influence of temperature on eggs, making the species with a more delicate reproduction. Once the extinction risk of this species is considered, decades of adaptation time are needed. Studying the extinction risk of all sea turtles becomes an important issue.

Keywords: Sea turtle, global warming, temperature.

INTRODUÇÃO

O objetivo geral deste trabalho é revisar os dados de publicações e estudos anteriores para avaliar como as populações de quelônios marinhos podem ser afetados pelo aquecimento global no Brasil, os prováveis impactos dessas mudanças nessas populações. Reunindo informações sobre os estudos dos elementos e das condições de contorno envolvidos especialmente na determinação sexual dos quelônios marinhos no Brasil.

Os objetivos específicos são realizar um levantamento bibliográfico em periódicos sobre o tema; Analisar a biologia e padrões populacionais de cada espécie de quelônio marinhos, juntamente com as principais áreas de desova e ecologia reprodutiva; verificar os principais fatores bióticos/abióticos relacionados com a biologia das tartarugas marinhas, presente na literatura e verificar quais destes fatores poderiam sofrer maior influência com as mudanças climáticas acarretadas pelo aquecimento global;

Para confecção do artigo, foi realizada uma revisão da bibliografia sobre o tema disponíveis na internet, reunindo e comparando os diferentes dados encontrados nas fontes de consulta e listando as principais consequências que o impacto do aquecimento global pode causar nas populações de quelônios marinhos brasileiros. Para selecionar os estudos que abordavam o tema foram feitas buscas sistematizadas em três bases de dados eletrônicas MEDLINE via PUBMED, SCIELO e LILACS.

Curiosamente, para as tartarugas marinhas, as temperaturas nas quais os ovos são incubados determinam se as tartarugas serão machos ou fêmeas. Ao contrário de outros vertebrados, as tartarugas marinhas não têm cromossomos determinantes, ou seja, a forma de determinação sexual é diferente dos mamíferos. As fêmeas requerem uma temperatura de incubação mais quente para se desenvolver em comparação com os machos.

Apesar de as tartarugas marinhas passarem menos de 1% de seu ciclo vital em praias de nidação, 90% dos estudos sobre a biologia destas espécies se baseiam em informações coletadas nestas localidades. Isto indica claramente, a necessidade de se realizarem estudos sobre outras etapas do ciclo de vida, com o intuito de obter um completo entendimento da biologia, cadeia e dificuldade destes répteis.

Apesar das evidências encorajadoras sobre as populações globais de tartarugas marinhas indicando que a abundância está aumentando em vez de diminuir em todo o mundo, é fundamental melhorar nosso conhecimento sobre a biologia e o comportamento das espécies. Essa necessidade é ainda mais pronunciada sob o risco das mudanças climáticas, que podem representar um grande problema para a conservação dos ecossistemas marinhos.

Pode ser difícil prever seus efeitos, embora algumas tendências já tenham indicado que as atividades humanas estão levando a mudanças rápidas nas temperaturas da superfície do oceano, aumentando as temperaturas médias globais por meio de um aumento na concentração atmosférica de gases de efeito estufa.

REVISÃO DE LITERATURA

Os quelônios marinhos habitam quase todos os oceanos em áreas de água tropical e subtropical. O único ambiente ao qual não se adaptaram foram as águas geladas dos pólos. Quando nascem, saem imediatamente para o mar, procurando áreas onde possam achar alimento, abrigo e proteção. Na fase juvenil, certas espécies podem ser preservadas no ambiente pelágico, como as tartarugas de couro (*Dermochelys coriácea* Vandelli, 1761), enquanto outras se alimentam de organismos bentônicos e migram para áreas costeiras ou insulares. (OLIVEIRA,2011)

Apresentam maturidade sexual tardia e ciclo de vida longo dependendo da espécie relacionada, podendo demorar de 10 a 50 anos para atingirem a maturidade sexual e voltarem à mesma praia de nascimento para reproduzir pela primeira vez (BALAZS, 1982)

A maioria das atividades reprodutivas está concentrada em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, a estação de desova geralmente ocorre nas praias do continente de setembro a abril e nas ilhas oceânicas de dezembro a junho. As tartarugas acasalam no mar; a fecundação é interna e a fêmea pode ser fecundada por vários machos. Desovam de 3 a 4 vezes numa temporada; colocam em média 120 ovos em cada postura. A temperatura ambiente é um fator que afeta o ciclo de vida dos quelônios, influenciando diretamente o sexo, o nascimento, a agilidade e o crescimento, a atividade dos ninhos, o tempo de incubação dos ovos e a distribuição geográfica. (ICMBIO,2011).

Apesar de não possuírem cérebro evoluído, dispõem de uma grande capacidade de orientação que as ajudam a voltar à praia onde nasceram para desovar, não importando a distância. O período de incubação é de 2 meses, podendo variar de cada espécie. Os quelônios marinhos são répteis como as Tartarugas de água doce e de terra, o que diferem eles são ao invés de patas, possuem nadadeiras. Respiram por pulmões, mas podem permanecer muito tempo embaixo d'água, prendendo a respiração (SILVA,2001).

Existem alguns projetos que são responsáveis pela conservação dos quelônios, no Brasil, o projeto atua na busca pela preservação das tartarugas-marinhas ameaçadas de extinção, com o nome que passou a designar o Programa Brasileiro de Conservação das Tartarugas Marinhas, executado pelo ICMBIO, através do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (TAMAR,2011).

A missão do Projeto Tamar é estudar, conservar e gerenciar as cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no País.

Espécies	Nomes populares	Distribuição
Caretta caretta (Linnaeus, 1758)	Tartaruga-cabeçuda Tartaruga-amarela	Tem distribuição circunglobal, ocorrendo nos mares tropicais, subtropicais e temperados do Atlântico, Índico e Pacífico. No Atlântico, os principais sítios reprodutivos estão localizados na costa sudeste dos Estados Unidos, em Cabo Verde e no Brasil.
Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)	Tartaruga-verde Tartaruga-do-mar	Tem distribuição circunglobal, ocorrendo nos mares tropicais geralmente entre as latitudes 40°S e 40°N. No Atlântico, os principais sítios reprodutivos estão localizados na Costa Rica, ilha de Ascensão (Reino Unido), Guiné-Bissau, México e Suriname, e ilha de Trindade (Brasil).
Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766)	Tartaruga-de-pente Tartaruga-legítima	Tem distribuição circunglobal em águas tropicais e subtropicais do Atlântico, Índico e Pacífico. É considerada a mais tropical de todas as espécies de tartarugas marinhas, com áreas de desova geralmente situadas entre as latitudes paralelos 30°S e 30°N. No Atlântico, os principais sítios reprodutivos estão localizados em diferentes países do Caribe e no Brasil.

<p><i>Dermochelys coriacea</i> (Linnaeus, 1766)</p>	<p>Tartaruga-gigante Tartaruga-de-couro</p>	<p>A espécie tem hábitat essencialmente oceânico, podendo ser encontrada em alto mar em águas tropicais, subtropicais, temperadas e mesmo subpolares.</p>
<p><i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)</p>	<p>Tartaruga-comum Tartaruga-oliva</p>	<p>Tem ampla distribuição pelas bacias oceânicas tropicais e subtropicais, sendo provavelmente a mais abundante das espécies de tartarugas marinhas. Existem praias de desova no Atlântico, Índico e Pacífico. No Atlântico, os principais sítios reprodutivos estão localizados no Suriname/Guiana Francesa e Brasil, com áreas secundárias na África: Guiné-Bissau, Camarões, Congo e Angola.</p>

Fonte: PLANO DE AÇÃO NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS

Atualmente, é considerada uma referência para a conservação de tartarugas marinhas no país, protegendo aproximadamente 1.100 quilômetros de praias em 25 locais da área de alimentação em nove estados brasileiros. O projeto também realizou atividades permanentes de educação ambiental para turistas, moradores, pescadores e empresários, a fim de manter a importância do ciclo de vida das tartarugas (TAMAR,2011).

Os quelônios marinhos existem há milhões de anos e sobreviveram com sucesso a todas as mudanças na Terra. Há sete espécies de tartarugas marinhas conhecidas no mundo. Cinco são encontradas no Brasil (SANTOS, 2011). Segundo os dados do Planos de Ação Nacional das tartarugas Marinhas (SANTOS,2011) juntamente com dados de origem do Projeto Tamar, que foram publicados a partir de 1990 , podemos analisar algumas questões das espécies encontradas em solo Brasileiro. (TAMAR,2011)

***Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)**

A carapaça das fêmeas adultas do Brasil tem medida curvilínea média de 103 cm de comprimento e o peso dos adultos da espécie pode variar de 100 a 180 kg. A carapaça possui 05 pares de placas laterais, sendo que as placas são justapostas, a coloração é marrom-amarelada; o ventre é amarelo claro; a cabeça possui 2 pares de placas (ou escudos) pré-frontais e 3 pares pós-orbitais. O tamanho da cabeça é grande e relativamente desproporcional ao corpo (MÁRQUEZ, 1990 apud ICMBIO, 2011).

Principais áreas de desova

As áreas principais de desova no Brasil estão localizadas em Sergipe, norte da Bahia, norte do Espírito Santo e norte do Rio de Janeiro. Áreas secundárias ocorrem no sul do Espírito Santo e sul da Bahia. Nas áreas com desovas regulares, a temporada de reprodução tem início em meados de setembro e termina em março, sendo novembro o mês com maior número de desovas. Desovas ocasionais foram registradas em Parati/RJ, em Ubatuba no litoral norte de São Paulo, Pontal do Peba/AL, litoral do Ceará, Pipa/RN, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (NAKASHIMA et al., 2004 apud ICMBIO, 2011).

Ecologia reprodutiva

Para algumas populações conhecidas de outros países, as fêmeas remigram em intervalos de um a nove anos, com média de dois anos e meio a três anos e realizam de uma a sete desovas em uma mesma estação reprodutiva. Fêmeas de *C. caretta* abordadas em praias de reprodução entre Sergipe e Rio de Janeiro apresentaram comprimento curvilíneo médio de carapaça de 103 cm e depositaram uma média de 127 ovos a cada postura. As desovas de *C. caretta* das praias da Bahia e Sergipe produzem quase exclusivamente fêmeas (89,3 a 100%), sendo que nas praias do Espírito Santo apresentam uma proporção de filhotes fêmea bem menor (53,5 a 70,5 %). Este estudo ainda não foi aplicado às praias do estado do Rio de Janeiro, porém dados de tempo de incubação apontam para um tempo médio igual ao do estado do Espírito Santo sugerindo proporção de fêmeas equivalente, uma vez que existe uma relação (inversa) entre a temperatura de incubação e o tempo de incubação (MARCOVALDI et al., 1997 apud ICMBIO, 2011).

***Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)**

Os animais dessa espécie geralmente encontrados no Atlântico e no Pacífico oriental podem atingir em torno de 230 kg, sendo mais leves aqueles do Oceano Índico e do Caribe. A carapaça possui 04 pares de placas laterais, sendo que as placas são

justapostas. Sua cor é verde-acinzentada; sua barriga é branca nas populações do Atlântico. Os filhotes possuem a lombada escura e o barriga branca. A cabeça possui escudos pré-frontais e 4 pares de escudos pós-orbitais. A carapaça dos animais adultos do Brasil tem medida curvilínea média de 115,6 cm de comprimento (GROSSMAN, 2001; MOREIRA, 2003 apud ICMBIO, 2011).

Principais áreas de desova

No litoral continental há um número considerável, porém relativamente pequeno de desovas no litoral norte da Bahia. Raros registros de desovas para esta espécie ocorrem nos estados do Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo e Rio de Janeiro. As principais áreas de desova no Brasil estão localizadas em ilhas oceânicas: Ilha da Trindade/ES Reserva Biológica do Atol das Rocas/RN e Arquipélago de Fernando de Noronha/PE (BELLINI & SANCHES, 1996 apud ICMBIO, 2011).

Ecologia reprodutiva

A atividade reprodutiva da *C. mydas* é igual para as três áreas de desova oceânicas, onde inicia em dezembro e vai até maio ou início de junho, ou seja, a desova apresenta um certo padrão temporal diferente que é geralmente encontrado no litoral continental. A Ilha de Trindade abriga o maior número de desovas desta espécie, tendo sido registrados cerca de 3.500 ninhos em 2009/2010; Atol das Rocas e Fernando de Noronha tiveram, respectivamente, cerca de 600 e 190 ninhos na temporada 2009/2010. O número de desovas para esta espécie no litoral é muito pequeno variando entre 20 e 155 ninhos por temporada reprodutiva, no litoral norte da Bahia. As fêmeas que desovam no Atol das Rocas e em Trindade apresentam comprimento curvilíneo da carapaça médio de 115,6 cm. Em cada desova depositam uma média de 122 a 125 ovos e o intervalo de remigração mais frequente observado para estas populações é de 3 anos (GROSSMAN, 2001; MOREIRA, 2003 apud ICMBIO, 2011).

***Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)**

A carapaça possui 04 pares de placas laterais, sendo que as placas são sobrepostas, de coloração marrom; a cabeça possui 2 pares de placas (ou escudos) pré-frontais e 3 pares de pós-orbitais; o ventre é amarelo claro. A medida curvilínea média da carapaça nas principais áreas de desova no mundo varia entre 76,8 e 97,4 cm de comprimento e o peso gira em torno de 80 kg (PRITCHARD & MORTIMER, 1999 apud ICMBIO, 2011).

Principais áreas de desova

A principal área de desova de *E. imbricata* no Brasil está localizada no norte da Bahia e em Sergipe, com uma área importante no litoral sul do Rio Grande do Norte. Existem áreas com número menor de desovas (menos de 100 ninhos por ano) na Paraíba e na região de Porto Seguro, no litoral sul baiano. Poucos e raros registros ainda ocorrem no Espírito Santo, Pernambuco Ceará (LIMA, 2002) e Piauí (SANTANA et al., 2009 apud ICMBIO, 2011).

Ecologia reprodutiva

A temporada de reprodução no norte da Bahia e em Sergipe tem início em novembro e termina em março, com maior número de desovas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. No Rio Grande do Norte, ocorre de novembro a abril, com o pico de desovas nos meses de janeiro, fevereiro e março. Fêmeas de *E. imbricata* que desovam no norte da Bahia apresentam comprimento curvilíneo da carapaça médio de 97,4 cm e uma média de 136,4 ovos a cada postura (MARCOVALDI et al., 1999 apud ICMBIO, 2011).

***Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1766)**

A carapaça possui 7 quilhas longitudinais, sem placas; a coloração é negra com manchas brancas, azuladas e rosadas; a cabeça e as nadadeiras são recobertas de pele sem placas ou escudos; a coloração do ventre é similar à carapaça, porém com manchas

mais claras. As fêmeas adultas do Brasil têm comprimento curvilíneo médio de 159 cm, podendo atingir 182 cm. Pesam em média 500 kg mas há registros de animais com mais de 700 kg. No Espírito Santo, a temporada de desova vai de setembro a janeiro, com maior número de desovas em novembro e dezembro (THOMÉ et al., 2007 apud ICMBIO, 2011).

Principais áreas de desova

No Espírito Santo, a temporada de desova vai de setembro a janeiro, com maior número de desovas em novembro e dezembro. A única área conhecida com desovas regulares de *D. coriacea* no Brasil localiza-se no norte do Espírito Santo. Desovas ocasionais foram registradas em diversos estados do Brasil: Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BARATA & FABIANO, 2002; LOEBMAN et al., 2008 apud ICMBIO, 2011).

Ecologia reprodutiva

As fêmeas desta espécie que reproduzem no Espírito Santo possuem comprimento curvilíneo da carapaça entre 139 e 182 cm, com média de 159,8 cm, e depositam em média 87,7 ovos viáveis, além de 22,1 ovos menores, não-viáveis, por desova. Em uma mesma temporada reprodutiva as fêmeas podem realizar até 11 desovas, com intervalo de imigração entre dois e três anos. Principais áreas de desova A única área conhecida com desovas regulares de *D. coriacea* no Brasil localiza-se no norte do Espírito Santo. Desovas ocasionais foram registradas em diversos estados do Brasil: Piauí, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BARATA & FABIANO, 2002; LOEBMAN et al., 2008 apud ICMBIO, 2011).

***Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)**

A carapaça tem medida curvilínea média de 73,1 cm de comprimento e podem chegar a pesar em torno de 50 kg sendo que para o estado de Sergipe, o peso registrado para as fêmeas variou entre 31 e 59,8 kg . É a menor dentre as espécies de tartarugas

marinhas encontradas em águas brasileiras. A carapaça possui de 5 a 9 pares (normalmente 6) de placas laterais, sendo que as placas são assimétricas; a coloração dorsal é verde oliva e o ventre é amarelo claro; a cabeça possui 2 pares de placas (ou escudos) pré-frontais e 3 pares pós-orbitais (MÁRQUEZ, 1990 apud ICMBIO, 2011).

Principais áreas de desova

Registros raros e esporádicos são encontrados no Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Ceará. A principal área de reprodução de *L. olivacea* está localizada entre o litoral sul do estado de Alagoas e o litoral norte da Bahia com maior densidade de desovas no estado de Sergipe. O Espírito Santo é uma área secundária de desova, com poucas dezenas de ninhos por temporada (TAMAR,2011).

Ecologia reprodutiva

Fêmeas que desovaram nas praias do litoral norte da Bahia e em Sergipe apresentaram comprimento curvilíneo de carapaça entre 62,5 e 83 cm (média de 73 cm) e média de 100,1 ovos por ninho. Na região entre Alagoas e norte da Bahia, a temporada de reprodução começa em setembro e termina em março, com maior número de desovas em novembro, dezembro e janeiro. A espécie desova de forma solitária, depositando 1, 2 ou 3 ninhos a cada temporada reprodutiva, com intervalo intermodal de 22,5 dias (MATOS et al., 2008; MATOS, 2009 apud ICMBIO, 2011).

Todas as espécies de quelônios marinhos estão presentes na lista de espécies ameaçadas de extinção e correm perigo. As principais ameaças enfrentadas são o desenvolvimento ligeiro das áreas costeiras, a captura acidental de redes de pesca, a busca pelo consumo humano de carne e gordura de tartarugas, mudanças climáticas, poluição e os efeitos de patógenos. Na década de 1980, o "Projeto Tartaruga Marinha" foi criado no Brasil e hoje é chamado de "Projeto Tamar". (TAMAR, 2011)

O aquecimento global é um processo devido à grande número de atividades humanas especialmente a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra.

Que resulta em grande número de emissões de gases de efeito estufa, modificando a temperatura média dos oceanos e da atmosfera. Como parte do ciclo biogeoquímico do carbono, o ambiente aquático troca gás com a atmosfera. As bombas biológicas marinhas são identificadas como a capacidade do oceano de absorver o dióxido de carbono da atmosfera, formando biomassa vegetal através da fotossíntese das algas, que depois é transportada para o fundo do mar e armazenada por centenas de anos (FERREIRA, 2009).

As evidências mais recentes indicam que a capacidade do oceano de absorver o excesso de CO₂ atmosférico atingiu seu limite, resultando em uma aceleração mais rápida da acumulação atmosférica. As populações de tartarugas marinhas têm sofrido reduções drásticas nas últimas décadas. Todas as sete espécies encontram-se listadas como ameaçadas ou em perigo crítico de extinção. O aumento da temperatura global mudou drasticamente o ecossistema dessa espécie. Algumas espécies marinhas podem ser forçadas a sair de seu habitat devido a mudanças nas condições, enquanto outras podem se espalhar e invadir outros ecossistemas; esses são possíveis futuros para os quelônios marinhos (FERREIRA, 2009).

Ameaças indiretas agravam a situação destes animais, como a perda de habitats costeiro e marinho, causada pela poluição e a degradação ambiental (DERRAIK, 2002). Além desses fatores, a quantidade de ovos de cada ninhada, o ambiente e clima da praia como temperatura e precipitação ao longo desse período, localização da desova, profundidade do ninho e a vegetação que a fêmea e os ovos são expostos, podem afetar o ninho Metabolismo. (FERREIRA, 2009). Com isso, o desenvolvimento do comportamento sexual da tartaruga é afetado pela temperatura de incubação dos ovos (determinação do sexo dependente da temperatura TSD). Por sua vez, a temperatura depende de vários fatores que também afetam o sexo dos filhotes como localização, composição, tamanho, cor e tamanho de partícula do sedimento (ACKERMAN, 1997).

O sexo dos filhotes é determinado entre o segundo terço do período de preparação dos ovos na incubação. Nesse estágio, a temperatura influencia (ou decide) a síntese de enzimas que desempenharão um papel na diferenciação sexual e escolha do sexo. Em temperaturas mais altas, as fêmeas se desenvolvem preferencialmente, enquanto no caso oposto, os machos são mais numerosos (ACKEARMAN, 1997).

Esses animais são répteis que migram com um longo ciclo de vida, por isso são grandemente influenciados por diversos fatores ambientais, os que se destacam mais são temperatura, precipitação, sazonalidade, clima, correntes e estabilidade de habitats, especialmente em áreas de desova. Diante desse cenário pessimista, as previsões relacionadas ao aquecimento global tornaram as ações tomadas até agora menos relevantes para a proteção das tartarugas. No entanto, ao se adaptarem às mudanças no ambiente, eles sobreviveram a todas as mudanças climáticas e eras glaciais dos últimos 150 milhões de anos. (SANTOS,2011)

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão da bibliografia sobre o tema disponíveis na internet, reunindo e comparando os diferentes dados encontrados nas fontes de consulta e listando as principais consequências que o impacto do aquecimento global pode causar nas populações de quelônios marinhos brasileiros.

Para selecionar os estudos que abordavam o tema foram feitas buscas sistematizadas em três bases de dados eletrônicas (MEDLINE via PUBMED, SCIELO e LILACS). Os termos de busca utilizado nas bases foram “Aquecimento global e influência nas tartarugas marinhas”, “tartarugas marinhas no Brasil”, “Influência do aquecimento global sobre as tartarugas marinhas” e “relação de nidação e temperatura nas tartarugas marinhas”.

As buscas não foram limitadas por língua, onde encontramos diversos artigos em inglês que abordavam o tema. As buscas não foram limitadas por ano, pois consequentemente foram obtidos dados importantes em diversos anos propostos. Com intuito de ser o mais atualizado possível, a última busca foi realizada em março de 2021.

Para a seleção dos estudos, utilizou-se como critério de inclusão estudos que abordassem o tema “Impacto do aquecimento global sobre as populações de quelônios Marinhos no Brasil” em geral, também relacionamos artigos que abordassem o tema sobre espécies individuais que tivessem relação com a influência da temperatura e aquecimento global.

RESULTADOS

Obtivemos através da pesquisa, 18 artigos mais relevantes sobre o tema. Onde podemos encontrar definições, estudos com espécies específicas, discussão e destacar alguns pontos chaves entre eles. Também tivemos alguns locais fora do Brasil com relevância de dados adicionais que fizeram parte da discussão da revisão da bibliografia.

O trabalho realizado mostra um resultado para revisão bibliográfica interessante, onde podemos concluir que cada espécie de quelônio marinho tem sua peculiaridade com relação das temperaturas, umidade, tempo em que os ovos são incubados. Porém a grande maioria mostra resultados sobre a influência dessas variáveis na determinante sobre o sexo desses animais.

Em comparação com outros vertebrados, as tartarugas marinhas não têm cromossomos determinantes de sexo XX e XY. As fêmeas requerem uma temperatura certa para incubação mais quente para se desenvolverem em comparação com as tartarugas machos. Todavia a temperatura que o ovo se encontra no exato terço médio do período de incubação afetará a determinação sexual desse individuo determinantes da distribuição de gênero, 50% dos machos e 50% das fêmeas são referidos como temperatura pivotal (28,26 a 29,5 ° C), portanto, a temperatura acima de 29 ° C é quanto maior a temperatura feminina, menor a masculina. (SANTOS, 2011).

A umidade do local da desova desses quelônios marinhos influência no tamanho e agilidade do filhote. Onde podemos conceituar a umidade em torno dos 25%, com salinidade inferior a 25% de saturação, são condições ideais. Por um lado, a umidade não influencia a determinação sexual é quase um consenso a importância do ambiente hídrico no sucesso da eclosão, na taxa de desenvolvimento embrionário e no tamanho dos filhotes (MILLER et al.1987 aput SILVA, 2001).

DISCUSSÃO

Existem vários estudos sobre como as temperaturas afetam as tartarugas marinhas adultas. Por exemplo, no inverno a duração do mergulho em tartarugas cabeçudas está inversamente relacionada às temperaturas da superfície do mar, e elas

podem adotar uma estratégia de "sentar e esperar" com superfície limitada durante os períodos de baixas temperaturas. Algumas espécies de tartarugas também farão viagens sazonais para forragear em áreas que são apenas termicamente adequadas em uma base sazonal. Além disso, se a temperatura da água cair abaixo de 10 ° C, as tartarugas marinhas podem experimentar "Atordoamento pelo frio", que pode ser letal. (CHRISTOPHER, 2019)

O mais preocupante em questão de velocidade em relação a população dos quelônios marinhos é a relação da incubação com o clima e como essa questão influencia a determinação sexual da comunidade desses quelônios marinhos e o grau de dificuldade em cada espécie. O local da desova é de grande importância para o desenvolvimento embrionário com reflexos no sexo dos filhotes de várias espécies de quelônios marinhos, na sobrevivência dos embriões e na taxa de predação dos ninhos. O local da nidificação deve apresentar condições que permitam uma incubação dentro de uma faixa de temperatura e umidade que assegure a sobrevivência do filhote e no caso das espécies com determinação sexual dependente da temperatura uma proporção de machos e fêmeas condizente com a manutenção da população. (FERREIRA JÚNIOR, 2009)

Fica claro o quanto a determinação do sexo dos filhotes de tartaruga pode sofrer elevada influência do meio externo. Período de seca ou período chuvoso, por exemplo, também influenciam a proporção de machos e fêmeas entre ninhadas. Outro exemplo são ninhos localizados perto ou longe de maré, próximos ou não de vegetação ou em áreas com processo de erosão eólica (variação espacial), podem estar submetidos a uma diversidade de microambientes. Assim como ninhos diferentes em uma mesma praia podem apresentar várias condições de incubação, dependendo de sua localização e temperatura submetida (GOMES,2007).

Em Pernambuco, o estudo realizado pela Universidade Federal de Pernambuco sobre Temperatura de incubação e razão sexual da tartaruga marinha *E. imbricata* em 2013 na praia de Merepe no sul do nordeste do Brasil apenas com tartarugas. Comprovou alguns dados sobre a temperatura de incubação, onde os dados demonstram que a média de temperatura foi superior à temperatura pivotal para *E. imbricata*, caracterizada entre 29,2°C e 29,6°C dessa forma há uma inclinação ou razão sexual desviada para o desenvolvimento de um maior número de fêmeas que machos, todavia não houve

correlação. É possível que com uma maior amostra de diferentes temporadas seja possível observar essa relação. Os dados referentes ao número de fêmeas e a temperatura média do 21º dia até o 40º dia de incubação indicam que esse período é o determinante para a diferenciação do sexo de filhotes de *E. imbricata*, esses resultados estão de acordo com o que foi apresentado por Piccinini e Mascarenhas (2008) e Brito et al. (2009), na Paraíba, como também foi encontrado por Godfrey et al. (1999) na Bahia. Observa-se que a média da temperatura para esse período (21º a 40º dia) é de 31,81°C, apresentando de 2,2°C a 2,6 °C acima da temperatura pivotal, diante disso nota-se que os dados indicam uma tendência para a diferenciação de fêmeas 43 apesar de ser uma amostra pequena (apenas nove ninhos), analisados na Praia de Merepe. A razão sexual para *E. imbricata* vem evidenciando, nos últimos anos, um maior número de fêmeas do que machos (LOOP & LIMPUS, 1995; GODFREY et al., 1999 apud THYARA, 2013).

Na Paraíba, Brito et al. (2009) verificaram que a maioria dos ninhos analisados tiveram seu período de determinação sexual (segundo terço de incubação) durante os meses mais quentes, concluindo que para a região estudada há uma inclinação para o desenvolvimento de neonatos fêmeas. O mesmo aconteceu para Godfrey et al. (1999), no qual também indicaram que o litoral baiano, especificamente a Praia do Forte, possui uma aptidão para uma maior geração de filhotes fêmeas, visto as temperaturas mais elevadas para a região. (THYARA, 2013)

Mortimer & Carr (1987) e Mortimer (1990) notaram que a estação de desova de *C. mydas* coincide com o período de maior pluviosidade e temperatura, o que poderia constituir uma característica adaptativa, uma vez que as tartarugas têm dificuldades de abrir o ninho na areia muito seca e o substrato úmido facilita a escavação. Godley et al. (2001), entretanto, contestaram a importância das chuvas, pois não observaram um aumento significativo de desovas após os períodos de chuva. O pico da desova de *C. mydas* na Ilha Ascensão coincidiu com os valores mais elevados da temperatura da areia e o período mais frio foi consistente com o término da desova (HAYS et al., 1999; GODLEY et al., 2001 apud FERREIRA JÚNIOR, 2009).

Já no estudo das bico-de-pente no Brasil em relação as mudanças climáticas de SANTOS, Alexsandro possuem resultados de reduções no sucesso de incubação de até 11% até 2100 devido ao aquecimento da temperatura do ar e ao aumento da precipitação.

Através em todas as regiões, maior sucesso de incubação foi observado em condições mais frias e úmidas. Uma positiva influência da precipitação no sucesso de incubação foi encontrada em todo o Brasil e em ambas as regiões, o que pode ser um reflexo da ausência de níveis de umidade adequados nesses locais de nidificação. (HAYS et al., 1999; GODLEY et al., 2001 apud FERREIRA JÚNIOR, 2009).

Em uma questão de informações interessantes, o estudo sobre a Influência do clima e das marés no comportamento de nidificação das tartarugas marinhas, do *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Identificou as influências climáticas e das marés na nidificação de tartarugas-de-couro (*Dermochelys coriacea*) e tentou encontrar as condições específicas que as induziram a abortar a tentativa de nidificação. Para avaliar essas questões, a praia da *Reserva Natural do Pacuare*, no Caribe, Costa Rica, foi monitorado de 2010 a 2015. Os modelos mostraram que a alta pressão atmosférica e a velocidade do vento favoreciam a nidificação, mas a alta pluviosidade desencorajava o sucesso da nidificação; as marés alta e baixa foram negativamente correlacionadas com a nidificação, sugerindo que as tartarugas evitam a nidificação quando os ciclos das marés atingem seus extremos. No geral, características climáticas provavelmente relacionadas a episódios de tempestade e variações extremas de marés parecem influenciar o comportamento de nidificação das tartarugas-de-couro. Portanto, o aumento constante da ocorrência de tempestades intensas previsto por projeções climáticas pode representar um obstáculo adicional à sobrevivência desta espécie. (JOURNAL OF EXPERIMENTAL, 2020 apud FERREIRA JÚNIOR, 2009)

As grandes diferenças das temperaturas mensais nas altas e médias latitudes fazem com que os ninhos do início da estação reprodutiva, tipicamente mais quentes, tenham uma menor duração da incubação que os ninhos em que a desova ocorreu ao final do período reprodutivo (BURGER, 1976 apud FERREIRA JÚNIOR, 2009) (duração da incubação é o período que se estende da desova até a eclosão dos filhotes). Os ninhos da tartaruga marinha *C. caretta* desovados no início da estação reprodutiva no litoral brasileiro apresentam uma maior duração da incubação gerando uma razão sexual desviada para machos. Do meio para o final da estação reprodutiva, nestas mesmas áreas, diminui a duração da incubação e a razão sexual tende a ser favorável às fêmeas (BAPTISTOTTE et al., 1999 apud FERREIRA JÚNIOR et al., 2009).

Para Poloczanska et al., (2009), os impactos das mudanças climáticas sobre as tartarugas marinhas são complexos e podem ser positivos ou negativos em diferentes situações. Por exemplo, a elevação do nível do mar e o aumento da intensidade de tempestades terão um impacto negativo nas praias de desova. No entanto, estas mesmas tempestades podem levar à deposição de areia em outras praias, tornando-as então propícias à desova. (ICMBIO,2011)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o patrocínio de várias agências governamentais, organizações privadas e até mesmo profissionais individuais, em todo o mundo tentam salvar os quelônios marinhos. Os problemas enfrentados são enormes e os métodos de uso mais eficazes ainda estão divididos. O número de tartarugas tem aumentado significativamente, graças à conscientização do homem em geral, que atualmente tem contribuído para a conservação delas de várias formas, evitando matá-las, protegendo de outros predadores e procurando uma melhor forma para amenizar os impactos ambientais nesses quelônios.

Devido ao tremendo progresso no aquecimento global, uma parte considerável desses animais será do sexo feminino, pois acaba afetando completamente o habitat desses quelônios. A influência do sexo desses animais está relacionada às variáveis climáticas em relação a temperatura da areia juntamente com o período de incubação da desova. Portanto, a escassez de machos está intimamente ligada com a influência da temperatura nos ovos, tornando a espécie com uma reprodução mais delicada. Uma vez que o risco de extinção desta espécie é considerado, e são necessárias décadas de tempo de adaptação. Estudar o risco de extinção de todas as tartarugas marinhas torna-se uma questão importante.

Como exposto, os quelônios marinhos acabam mudando as áreas de desova e procuram desovar em meses mais frios, respondendo assim ao aquecimento global. Essas mudanças são muito significativas pois influenciarão principalmente em quelônios juvenis que farão parte da população para reprodução nas próximas gerações. Pela

grande velocidade que as temperaturas estão mudando, a capacidade adaptativa das tartarugas marinhas como a adaptação à área de desova que poderia levar 10.000 anos ou 500 gerações para se estabelecerem.

Após este estudo pode-se concluir, que dependendo da velocidade da mudança climática está terá um efeito considerável sobre as populações de quelônios marinhos. Embora os quelônios tenham resistido às mudanças climáticas anteriores, a taxa de mudança prevista é consideravelmente mais rápida do que qualquer mudança nos últimos 65 milhões anos.

Conseqüentemente, os quelônios marinhos podem não ser capazes de se adaptar às mudanças climáticas se a taxa de mudança for muito rápida e a demografia não for suficientemente dinâmica. Quelônios em geral exibem tempos de geração longos com sobrevivência adulta geralmente alta juntamente com alta mortalidade juvenil e agilidade limitada, apesar disso são muito estratégicos e tiram benefícios para responder rapidamente essas mudanças climáticas.

Pelo fato destes animais serem presas fáceis e possuírem vários predadores, estiveram em risco de extinção. Seus ovos e carne bastante apreciados e sua carapaça que se transformava em produtos comerciais eram muito perseguidos, mas graças a projetos de preservação, o número de filhotes que hoje conseguem chegar à praia sem serem predados e as fêmeas que conseguem desovar com tranquilidade e voltar à praia seguras, aumentou significativamente desde 1980, quando teve início o Projeto Tamar. O Projeto tem se expandido de forma significativa e o sucesso em relação ao aumento das tartarugas é surpreendente.

É importante determinar cuidadosamente as áreas em que as tartarugas marinhas podem fazer ninhos. Felizmente, a mudança climática não afeta todas as áreas da mesma maneira. É vital procurar áreas onde as mudanças de temperatura ainda não afetaram a proporção de tartarugas machos e fêmeas e preservar e proteger essas áreas limitadas. Também é importante proteger as tartarugas do comércio ilegal de conchas, da pesca também do uso comercial de carne.

Apesar de as tartarugas marinhas passarem menos de 1% de seu ciclo vital em praias de nidificação, 90% dos estudos sobre a biologia destas espécies se baseiam em informações coletadas nestas localidades (BJORNDAL, 2000). Isto indica claramente, a

necessidade de se realizarem estudos sobre outras etapas do ciclo de vida, com o intuito de obter um completo entendimento da biologia, cadeia e dificuldade destes répteis.

REFERÊNCIAS

ACKERMAN, R.A. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In: Lutz, P.L. and Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press, p. 83-106, 1997.

AMEAÇA de Extinção. TAMAR,2009. Disponível em: <http://www.tamar.org.br/interna.php?cod=100> Acesso em: 21Jun, 2020.

Balazs, G.H. 1995. Status of sea turtles in the Central Pacific Ocean, p 243-252. In: Bjorndal, K.A. (Ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press.

BOLTEN, A. B. & BALAZS, G. H., 1995. Biology of the early pelagic stage – the “lost year”. In: BJORNDAL, K. A. (ed) *Biology and conservation of sea turtles*, revised edition. Smithsonian Institution Press. Washington, DC. P. 575 – 581.

BONDIOLI, Ana C. V. Estrutura populacional e variabilidade genética de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) da região de Cananéia, São Paulo, 2009. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11122009-104641/pt-br.php> > Acesso em: 23Nov, 2020.

BUTLER, Christopher J. A Review of the Effects of Climate Change on Chelonians. Department of Biology, University of Central Oklahoma, Edmond, OK 73020, USA; 2019. Disponível em:<<https://www.mdpi.com/1424-2818/11/8/138>> Acesso em: 17jun. 2020

CREADO, Eliana S. J. Tartarugas marinhas e mudanças climáticas: uma não-questão para tartarugueiros brasileiros. 2015. Disponível em: < <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/react/article/view/1396>> Acesso em:21Jun,2020.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, v. 44, 9: p. 842-852. 2002.

FERREIRA, júnior. Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas. vol. 39(1). Acta Amazônica. 2009. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0044-59672009000100014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 25Jun,2020.

FERREIRA, júnior. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. Vol. 39(2). Acta Amazônica. 2009. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/aa/v39n2/v39n2a11.pdf>> Acesso em: 22jun.2020

FERREIRA, Maria B. M. Silva. Nesting habitat preferences and nest predation of green turtles (*Chelonia mydas*) in the Bijagós Archipelago, Guinea Bissau. 2012. Disponível em: < <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/7662>> Acesso em: 22Jun. 2020.

FISHER, Leah R.; GODFREY, Matthew H; OWENS, David W. (2014) Incubation Temperature Effects on Hatchling Performance in the Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*). PLoS ONE 9(12): e114880. doi:10.1371/journal.pone.0114880. 2014. Disponível em:<<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0114880> > Acesso em: 7ago. 2020

GOMES, Márcio... [et al.]. Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábitos e aspectos da biologia da reprodução, Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, ES, 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/272021106_Tartarugas_marinhas_de_ocorren%C3%A7a_no_Brasil_habitos_e_aspectos_da_biologia_da_reproducao > Acesso em: 23Nov, 2020.

GRANDISOLI, Edson... [et al.]. Temas atuais em Mudanças Climáticas para os Ensinos Fundamental e Médio. IEE – USP, 2015. Disponível em: <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/315>>. Acesso em: 25Jun,2020.

Montero N, dei Marcovaldi MAG, Lopez– Mendilaharsu M, Santos AS, Santos AJB, Fuentes MMPB (2018) Warmer and wetter conditions will reduce offspring production of hawksbill turtles in Brazil under climate change. PLoS ONE 13(11): e0204188. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0204188>>. Acesso em: 25Jun,2020.

OLIVEIRA, Thalita E. S. de et al. Interferência do aquecimento global na determinação do sexo das tartarugas marinhas. Anais III SIMPAC - Volume 3 - n.1 - Vigosa-MG - jan. - dez. 2011. Disponível em: <<https://academico.univcosa.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/367>> Acesso em: 20Jun 2020.

REIS, E.C., GOLDBERG, D.W. 2017. Pesquisa e conservação de tartarugas marinhas no Brasil e as recentes contribuições da telemetria e da genética. In: Reis, E.C., Curbelo-Fernandez, M.P., editoras. Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 7. p. 91-120. Disponível em: <https://www.tamar.org.br/publicacoes_html/pdf/2017/2017_Pesquisa_e_conversacao_d_e_tartarugas_marinhas_no_Brasil_e_as_recentes_contribuicoes_da_telemetria_e_da_genetica.pdf> Acesso em: 20jun.2020

Santidria n Tomillo P, Saba VS, Blanco GS, Stock CA, Paladino FV, et al. (2012) Climate Driven Egg and Hatchling Mortality Threatens Survival of Eastern Pacific Leatherback Turtles. PLoS ONE 7(5): e37602. doi:10.1371/journal.pone.0037602. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0037602>> Acesso em: 22Jun 2020.

SANTOS, Alexsandro S.D... [et al.]. Plano de ação nacional para a conservação. 120 p.: il. color. ; 21 cm. (Série Espécies Ameaçadas, 25) .ICMBIO/TAMAR, 2011. Disponível em

< <https://www.icmbio.gov.br/centrotamar/plano-de-acao-nacional-para-conservacao-das-tartarugas-marinhas>> Acesso em: 22jun.2020.

SILVA, Claudia. Tartarugas marinhas do brasil comportamento e conservação, Brasília, 2001. Disponível em: < <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2387/2/9508984.pdf> > Acesso em: 23Nov, 2020.

SIMÕES, Thyara N. TEMPERATURA DE INCUBAÇÃO E RAZÃO SEXUAL DA TARTARUGA MARINHA *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) EM FILHOTES RECÉM-ECLODIDOS, NO MUNICÍPIO DO IPOJUCA, PERNAMBUCO – BRASIL. 2013. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0031-10492014002500001&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 20Jun 2020.

SPOTILA, J. Sea Turtles: A Complete Guide to their Biology, Behavior, and Conservation. Baltimore, Maryland, 2004. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dpsJrFxFvUC&oi=fnd&pg=PP15&dq=SPOTILA,+J.+Sea+Turtles:+A+Complete+Guide+to+their+Biology,+Behavior,+and+Conservation.+Baltimore,+Maryland,+2004.&ots=t83obL3Fo9&sig=lqoS_ZbSMa5QmAZJ6pIBcjcMKig#v=onepage&q=SPOTILA%2C%20J.%20Sea%20Turtles%3A%20A%20Complete%20Guide%20to%20their%20Biology%2C%20Behavior%2C%20and%20Conservation.%20Baltimore%2C%20Maryland%2C%202004.&f=false Acesso em: 25Jun, 2020.

VASCONCELOS, Daniele G. Temperatura de incubação e estimativa da razão sexual de filhotes de *lepidochelys olivacea* (eschscholtz, 1829) (testudines, cheloniidae), no espírito santo, brasil.2017. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/8287/1/tese_10790_79%20-Daniele%20Giulianna%20de%20Vasconcelos.pdf> Acesso em: 21Jun, 2020.

ZUG, G. R.; CHALOUPIKA, M. & BALAZS, G. H., 2006. Age and growth in olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) from the North-Central Pacific: a skeletochronological analysis. *Marine Ecology*, 27: 263-270.