



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LAURA RUSSO DUARTE

**PREVALÊNCIA E SEVERIDADE DE FIBROPAPILOMATOSE EM
TARTARUGAS-VERDES, *Chelonia mydas*, EM ALAGOAS**

MACEIÓ-AL

2022

LAURA RUSSO DUARTE

**PREVALÊNCIA E SEVERIDADE DE FIBROPAPILOMATOSE EM
TARTARUGAS-VERDES, *Chelonia mydas*, EM ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, orientado pelo Prof. Dr. Robson Guimarães dos Santos.

MACEIÓ - AL

2022

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

D812p Duarte, Laura Russo.

Prevalência e severidade de fibropapilomatose em tartarugas-verdes,
Chelonia mydas, em Alagoas / Laura Russo Duarte. – 2022.
43 f. : il. color.

Orientador: Robson Guimarães dos Santos.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas:
Bacharelado) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências
Biológicas e da Saúde. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 38-43.

1. Impactos ambientais. 2. Tartaruga-verde. 3. *Chelonia mydas*. 4.
Fibropapilomatose. 5. Herpesvírus. I. Título.

CDU: 639.248

Folha de Aprovação

AUTORA: LAURA RUSSO DUARTE

PREVALÊNCIA E SEVERIDADE DE FIBROPAPILOMATOSE EM TARTARUGAS-VERDES, *Chelonia mydas*, EM ALAGOAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Corpo Docente do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas aprovada em 14 de abril de 2022.



Documento assinado digitalmente
ROBSON GUIMARAES DOS SANTOS
Data: 11/05/2022 11:23:19-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(Dr. Robson Guimarães dos Santos, UFAL) (Orientador)

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Tami Mott
Data: 11/05/2022 10:13:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(Dra. Tami Mott, UFAL) (Examinador Interno)



Documento assinado digitalmente
GUILHERME RAMOS DEMETRIO FERREIRA
Data: 09/05/2022 09:56:57-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(Dr. Guilherme Ramos Demétrio Ferreira, UFAL) (Examinador Interno)
Interno)

Agradecimentos

Gostaria de agradecer de forma geral a todos que fizeram parte da minha vida, principalmente durante minha graduação e nos momentos difíceis como meu tcc. Agradecimento especial para minha família, meus pais e irmãs que sempre me apoiaram e não me deixaram desistir. As minhas sobrinhas, que sempre me deram força e me fazem várias perguntas sobre animais, corpo humano, plantas e tantos outros. As minhas amigas da época da escola, da Enactus, Rodrigo e Luiz, que acompanharam minha vida, me auxiliaram quando precisei e me motivaram. Ao Professor Robson que confiou e não desistiu de mim. Aos integrantes do laboratório que me ajudaram, tiraram dúvidas e deram aquela mãozinha a mais.

RESUMO

Com o passar dos anos, o aumento da população humana e atividades socioeconômicas, fazem da zona costeira região vulnerável a impactos ambientais que afetam espécimes, como por exemplo as tartarugas-verdes. Mega herbívoros com razoável fidelidade à região costeira, que utilizam a região para alimentação e nidificação. A deterioração do ambiente costeiro deixa-as vulneráveis a doenças como a fibropapilomatose, que é associada à presença de herpesvírus e à condição ambiental, caracterizada pelo desenvolvimento de tumores pelo corpo, deixando o indivíduo debilitado. A relação com o ambiente costeiro e a sensibilidade às alterações ambientais fazem delas um bioindicador, importante para pesquisas possibilitando avaliar a qualidade do ambiente no qual está inserido. Este trabalho teve como objetivo avaliar a manifestação de fibropapilomatose em tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) encalhados em 2018 na costa alagoana. Métricas como saneamento básico e night light foram utilizados para identificar a influência urbana, sobre a condição dos animais analisados, através de mapas de calor e análise estatísticas. Ao analisar a prevalência e a severidade da doença na costa alagoana, foi possível observar que, no ano avaliado, 13% dos indivíduos apresentavam tumores, onde 63% destes foram classificados como leve, 22% moderado e 16% severo, predominando pela presença de tumores na região anterior do corpo, como nadadeiras e pescoço. Dados estes que conversam com informações do Brasil, onde a prevalência é de 15,41% e a porção anterior do corpo é a mais afetada. Quando os dados foram observados em conjunto às métricas de saneamento básico e night light, através de mapas de calor, não foi possível confirmar a relação com a prevalência e severidade, já com o teste de regressão linear múltipla foi possível observar que a baixa taxa de saneamento básico está relacionada com a prevalência da doença no estado. Constatando a importância de se analisar outros fatores que também podem estar relacionados com a presença da doença.

Palavras-chaves: Herpesvírus; Impactos ambientais; Bioindicador; Fibropapilomatose.

ABSTRACT

Over the years, the increase in human population and socioeconomic activities, make the coastal zone a vulnerable region to environmental impacts that affect specimens, such as green turtles. Mega-herbivores with reasonable fidelity to the coastal region, which use the region for feeding and nesting. The deterioration of the coastal environment leaves them vulnerable to diseases such as fibropapillomatosis, which is associated with the presence of herpesvirus and the environmental condition, characterized by the development of tumors in the body, leaving the individual debilitated. The relationship with the coastal environment and the sensitivity to environmental changes make them a bioindicator, important for research enabling the evaluation of the quality of the environment in which it is inserted. This study aimed to evaluate the manifestation of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) stranded in 2018 on the coast of Alagoas. Metrics such as basic sanitation and night light were used to identify the urban influence on the condition of the analyzed animals, through heat maps and statistical analysis. When analyzing the prevalence and severity of the disease on the coast of Alagoas, it was possible to observe that, in the evaluated year, 13% of the individuals had tumors, where 63% of these were classified as mild, 22% moderate and 16% severe, predominating due to the presence of tumors. tumors in the anterior region of the body, such as fins and neck. These data speak to information from Brazil, where the prevalence is 15.41% and the anterior portion of the body is the most affected. When the data were observed together with the basic sanitation and night light metrics, through heat maps, it was not possible to confirm the relationship with the prevalence and severity, since with the multiple linear regression test it was possible to observe that the low rate of Basic sanitation is related to the prevalence of the disease in the state. Noting the importance of analyzing other factors that may also be related to the presence of the disease.

Keywords: Herpesvirus; Environmental impacts; Bioindicator; Fibropapillomatosis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Indivíduo observado com manifestação de tumores. Fonte: Karina Jones, James Cook University. 17
- Figura 2** - Área monitorada de encalhe das tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) no litoral de Alagoas, Brasil. Contendo os municípios do litoral, limitados ao norte por Maragogi e ao sul por Feliz Deserto 20
- Figura 3** - Ilustração da metodologia de Work e Balazs (1999) adaptada por Rossi (2016), utilizada para medir e classificar os tumores..... 22
- Figura 4** - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais a prevalência de FP, sendo baixa $\geq 2,9\%$ e alta $<11,6\%$, em comparativo com a qualidade do saneamento básico por município..... 26
- Figura 5** - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à prevalência de FP, sendo baixa $\geq 2,9\%$ e alta $<11,6\%$, em comparativo com a incidência de luz noturna (NL) do estado 27
- Figura 6** - Resultado do modelo de regressão linear múltipla do índice da prevalência de fibropapilomatose em relação à média de saneamento básico (SB) e média de *night light* (NL) por trecho28
- Figura 7** - Resultados em porcentagem em relação às 92 tartarugas verdes avaliadas quanto a severidade dos tumores em Alagoas no ano de 201828
- Figura 8** - Distribuição anatômica dos tumores de fibropapilomatose. Porcentagem relativa ao número total de tumores avaliados pelo estudo (n=1316) em Alagoas no ano de 201830
- Figura 9** - Indivíduo T2T36, encontrado em Alagoas no ano de 2018, sendo possível a observação dos tumores presentes. Acervo: Instituto Biota de Conservação (BIOTA). 31

Figura 10 - Indivíduo T2T36, encontrado em Alagoas no ano de 2018, sendo possível a observação dos tumores presentes. Acervo: Instituto Biota de Conservação (BIOTA).....	31
Figura 11 - Distribuição anatômica dos tumores encontrados no indivíduo T2T36. Porcentagem relativa ao número total de tumores do indivíduo (n=123) e sua distribuição	32
Figura 12 - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) em tartarugas verdes encalhadas em 2018 ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à severidade de FP, em comparativo com a qualidade do saneamento básico por município.....	32
Figura 13 - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) em tartarugas verdes encalhadas em 2018 ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à severidade de FP, em comparativo com a incidência de luz noturna (NL) do estado	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - FPSswa - Classificação da severidade do animal de acordo com o FPI gerado, sendo leve inferior a 40, moderado de 40 até 120 e severo acima de 120. Baseada na metodologia de Work e Balazs (1999) adaptada por Rossi (2016). Fonte: Laboratório de Biologia Marinha e Conservação (LAMARC) da Universidade Federal de Alagoas 23

Tabela 2 - Resultados obtidos a partir da quantidade de tumores, local do corpo e classe de tamanho apresentada. Indivíduos coletados em Alagoas em 2018 29

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

BIOTA – Instituto Biota de Conservação

ChHVS – *Chelonid alphaherpesvirus 5*

FP – Fibropapilomatose

GTFP – *Green turtle fibropapillomatosis*

NL – *Night Light*

SB – Saneamento Básico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. Zona costeira e urbanização em Alagoas	14
3.2. Tartarugas marinhas – <i>Chelonia mydas</i>	15
3.3 Fibropapilomatose (FP)	16
4. METODOLOGIA	20
4.1 Área de estudo	20
4.2 Prevalência	21
4.3 Severidade	21
4.4 Variáveis indicadoras de degradação ambiental	23
4.4.1 Saneamento básico (SB)	23
4.4.2 <i>Night Light</i> (NL)	23
4.5. Elaboração de mapas de calor	24
4.5.1. Prevalência e severidade de FP	24
4.6. Análises estatísticas	25
5. RESULTADOS	26
5.1. Prevalência	26
5.1.1 Prevalência X Saneamento Básico	26
5.1.2. Prevalência X <i>Night Light</i>	27
5.1.3. Análise estatística	27
5.2. Severidade	28
5.2.1. Severidade X Saneamento Básico	32
5.2.2. Severidade X <i>Night light</i>	33
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO	37
8. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A ocupação humana da zona costeira tem aumentado com o passar do tempo, referências apontam que mais da metade da população mundial vive em uma faixa de até 60 km da costa (ROBERTS, 2007; TURNER; SUBAK; ADGER, 1996). A partir de 1990, quase um bilhão de pessoas se estabeleceram nas proximidades da região costeira, onde a densidade média é quase três vezes maior que a densidade média global (SMALL E NICHOLLS, 2003). Com este aumento da população e de atividades socioeconômicas, os ecossistemas costeiros se tornaram fortemente impactados por múltiplos estressores (SMALL E NICHOLLS, 2003). A degradação dos ambientes costeiros é um processo histórico, que vem se intensificando nos últimos 50 anos (LOTZE et al, 2006). Os impactos nestes ecossistemas têm levado a extinção de espécies com importantes papéis ecológicos, deixando o ambiente desestabilizado e sua biodiversidade comprometida (PIMIENTO et al., 2020).

Dentre os animais afetados está a *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), conhecida como tartaruga-verde. Essa espécie possui distribuição cosmopolita, e apresenta hábitos costeiros (LUTZ; MUSICK; WYNEKEN, 1996). As tartarugas-verdes são afetadas por diversos impactos antrópicos como: ocupação da orla, atividade pesqueira, circulação de veículos, poluição ambiental, destruição de habitats, exploração de óleo e gás (SEMINOFF, 2004). O conjunto de impactos históricos e atuais sobre as populações de tartarugas-verdes causou um acentuado declínio populacional e sua classificação com ameaçada de extinção pela lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (em inglês, *IUCN Red List*) (SEMINOFF, 2004).

As tartarugas-verdes são mega herbívoros que atuam no controle de macroalgas e manutenção da saúde dos recifes de corais (GOATLEY et al. 2012), portanto sua ameaça representa um perigo à biodiversidade costeira. Por possuir sensibilidade às mudanças no ambiente e hábito de alimentação em áreas costeiras, tais quelônios são utilizados como bioindicadores a fim de avaliar a saúde do ecossistema antes que sua funcionalidade seja comprometida (AGUIRRE; LUTZ,2004; BONNANO; ORLANDO-BONACA, 2018).

A degradação do habitat e a elevação na temperatura da água causada pelas mudanças climáticas também colocam em risco a viabilidade e a sobrevivência das tartarugas marinhas (JENSEN et al., 2018), deixando-as mais suscetíveis a doenças como a fibropapilomatose (FP) (TAGLIOLATTO et al., 2016). A FP é uma doença neoplásica com potencial debilitante, caracterizada por tumores em diversas partes externas do corpo, como também em parte interna (HERBST, 1994), que podem prejudicar funções vitais para a sobrevivência de várias espécies de tartarugas, com maior incidência em tartarugas-verdes (WILLIAMS et al., 1994). Esta doença está associada a degradação das regiões costeiras (AGUIRRE; LUTZ, 2004)

Com uma biodiversidade costeira extensa, principalmente pelos recifes de corais, macrofauna e diversidade de macroalgas (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005), o litoral de Alagoas torna-se um habitat adequado para alimentação das tartarugas-verdes. Em contrapartida, a costa alagoana é bastante vulnerável, sendo afetada por aporte de plásticos, turismo desordenado, intenso tráfego de embarcações e destruição da vegetação costeira (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005). Portanto, a prevalência e a severidade da FP em tartarugas-verdes em Alagoas pode ser um indicativo direto de poluição e degradação ambiental local (JONES et al., 2016). Este trabalho tem o intuito de servir como uma linha de base para ocorrência da fibropapilomatose em tartarugas-verdes do litoral de Alagoas e avaliar a influência dos fatores ambientais na manifestação da doença.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a manifestação de fibropapilomatose em *Chelonia mydas* encalhadas em 2018 no litoral de Alagoas.

2.2 Específicos

- Analisar a prevalência de fibropapilomatose presente em *Chelonia mydas*.
- Avaliar a severidade da fibropapilomatose.
- Testar a relação da urbanização e saneamento básico do ambiente costeiro com a manifestação da fibropapilomatose.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Zona costeira e urbanização em Alagoas

A zona costeira, região com cerca de 100km da linha da costa, possui 2/3 da população mundial, abrigando três vezes mais que a densidade média global, ameaçando os ecossistemas costeiros e marinhos (BLACKBURN et al., 2019; MCGRANAHAN et al., 2007; SMALL; NICHOLLS, 2003; ROBERTS, 2007). Trata-se de uma região que favorece a ocupação, sobretudo por conter recursos alimentares, recursos geológicos (gás e petróleo), facilidade no transporte de pessoas e mercadorias (BLACKBURN et al., 2019; DE SHERBININ et al., 2007; KONISHI, 2000).

Em comparação ao meio terrestre, o ambiente marinho vem sendo degradado mais recentemente e apresenta menos extinções, porém, a pressão exercida sobre este ecossistema vem aumentando rapidamente (McCAULEY et al., 2015). Algumas práticas realizadas próximas à zona costeira podem provocar graves danos em espécies marinhas, a exemplo da exploração do ecossistema e da poluição, através de resíduos industriais ou domésticos (TODD et al., 2019). Além disso, as mudanças climáticas podem causar desequilíbrio ao habitat (McCAULEY et al., 2015). O processo de desenvolvimento desta área e conseqüentemente sua urbanização, sem o devido controle, impacta toda a biodiversidade marinha, incluindo as tartarugas-verdes.

Devido às variações do nível do mar, ocorridas por volta de 7 mil e 2 mil anos atrás, o litoral do estado de Alagoas possui uma alta diversidade ecossistêmica. Muitas feições geomorfológicas hoje existentes decorrem dos movimentos da transgressão marinha, o que favorece a formação de estuários, cordões litorâneos, recifes de corais e recifes de arenito. As propriedades geomorfológicas também garantem diferentes conformações da mata atlântica, resultando em ricos ecossistemas favorecendo a diversidade biológica (GOES, 1979).

Em decorrência da economia fortemente ligada às atividades com elevado grau de degradação (por meios diretos e indiretos), grande porção da zona costeira alagoana está em alta vulnerabilidade ambiental (CORREIA;

SOVIERZISKI, 2008). Entre as atividades causadoras estão: a agroindústria canavieira; ocupação desordenada pelo setor mobiliário e de comércio; turismo inadequado. Estas atividades provocam inúmeras consequências: desmatamento da mata ciliar, emissão de efluentes sem tratamento nas águas, acúmulo de lixo, destruição de ecossistemas costeiros e impacto direto na biodiversidade, especialmente em áreas de restingas, manguezais e recifes (CORREIA; SOVIERZISKI, 2005).

3.2. Tartarugas marinhas – *Chelonia mydas*

A *Chelonia mydas*, tartaruga-verde, é uma das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil. A espécie possui distribuição cosmopolita, dos trópicos até as zonas temperadas, apresentando hábitos mais costeiros e utilizando também estuários de rios e lagos (ALMEIDA et al., 2011). São altamente migratórias (HIRTH, 1997), e estão na lista vermelha como ameaçadas de extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) (SEMINOFF, 2004) e “Vulnerável” na avaliação nacional do estado de conservação da fauna brasileira (MMA, 2018).

As tartarugas-verdes são animais de crescimento lento, apresentando mudanças de hábitos durante seu desenvolvimento. Quando filhotes, habitam a zona oceânica; juvenis, se deslocam para a zona costeira em busca de alimento, sendo esta região de maior vulnerabilidade à degradação. Os animais permanecem na região costeira até sua maturidade sexual e, posteriormente, migram para áreas de reprodução. (LUTZ; MUSICK; WYNEKEN, 1996).

Considerada mega herbívoro marinho, a *Chelonia mydas* possui importante função na manutenção ecológica dos recifes de corais e pradarias de grama marinha, auxiliando na recuperação dos habitats costeiros, através do controle das macroalgas e dispersão de sementes de gramas (GOATLEY; HOEY; BELLWOOD, 2012; TOL et al., 2017).

São indivíduos que possuem fidelidade as áreas costeiras, e portanto, tornam-se suscetíveis a ameaças como: pesca acidental, emaranhamento em redes e linhas de pesca, ingestão de plásticos, acidentes com embarcações, impactos das mudanças climáticas do ambiente marinho e terrestre, perda e degradação do habitat e alimentação, por meio da poluição e

doenças, como por exemplo a fibropapilomatose (FP) (ADNYANA et al. 1997; BJORN DAL, 1995; GREENBLATT et al. 2005; HERBST E KLEIN, 1995; HUMBER et al., 2011; LOTZE et al., 2006; LUTZ, 2002 ; SANTOS et al., 2015; VAN HOUTAN et al.,2010).

3.3 Fibropapilomatose (FP)

A fibropapilomatose (FP) foi identificada primeiramente em 1938, em populações de tartarugas-verdes na Flórida (SMITH; COATES, 1938). Em 1986, no Espírito Santo, ocorreu o primeiro registro de FP no Brasil, a partir disso, ocorreu o aumento nos registros, principalmente nas áreas de forrageamento (BAPTISTOTTE, 2007).

O atual conhecimento de FP aponta para uma doença infecciosa emergente, possuindo variações de prevalência espacial e temporal, mesmo em localidades próximas (JONES et al, 2016). Também estão correlacionadas com as residências em região com baixa qualidade da água, mostrando que o ambiente exerce influência sobre a doença (JONES et al, 2016).

A doença afeta principalmente tartarugas jovens e imaturas e é caracterizada pela presença de múltiplo tumores cutâneos (**fig. 1**), que variam de 0,1 até 30 cm de diâmetro, sendo verrucoso ou liso, sésseis ou pedunculados, e quando maiores podem apresentar úlceras e necrose. Comumente o FP se manifesta externamente nas nadadeiras, pescoço, cabeça, região inguinal e axilar e base da cauda. Sua influência no comportamento diário do indivíduo vai de acordo com o local, tamanho e quantidade de tumores (HERBST,1994; HERBST, 1995).



Figura 1 – Indivíduo observado com manifestação dos tumores. Fonte: Karina Jones, JamesCook University.

Na região inguinal e axilar, podem interferir no nado, os tumores ao redor do olho podem obstruir a visão, já os orais podem afetar a alimentação e a respiração do animal (AGUIRRE et al., 2002; JACOBSON et al., 1989). Segundo Herbst (1994) foram descritos animais com tumores no pulmão, fígado, rins e trato gastrointestinal, que acarretou danos na flutuabilidade, necrose do fígado, insuficiência renal e obstrução intestinal.

Os tumores viscerais registrados variam de 0,1 a mais de 20 cm de diâmetro, sendo caracterizados como fibromas, fibrosarcoma (com baixo grau de malignidade) e mixofibromas. Encontrados primeiramente nos pulmões, rins e coração, e posteriormente no trato gastrointestinal e fígado (AGUIRRE et al., 2001; NORTON et al., 1990; WORK; BALARS, 1998).

Fibropapilomatose já foi descrita em todas as espécies de tartarugas marinhas: *Chelonia mydas* (SMITH; COATES, 1938), *Caretta caretta* (HERBST, 1994), *Lepidochelys kempii* (HARSHBARGER, 1991), *Eretmochelys imbricata* (D'AMATO E MORAES-NETO, 2000), *Lepidochelys olivacea* (AGUIRRE et al.,

1999), *Natator depressus* (LIMPUS et al., 1993) e *Dermochelys coriacea* (HUERTA et al., 2002).

Por volta da década de 90, segundo Williams et al. (1994), o FP passou a ser uma grande preocupação para a conservação das tartarugas-verdes, sendo classificada como uma pandemia, estando presente na maior parte da distribuição da espécie. A condição inicialmente foi denominada como *Green turtle fibropapillomatosis* (GTFP), pelas tartarugas-verdes serem a espécie a mais afetada (AMORIM, 2010; CUBAS et al., 2014).

Evidências mostram que o principal agente causador de FP é o herpesvírus *Chelonid alphaherpesvirus 5* (ChHV5) (BAPTISTOTTE, 2007; DOMICIANO et al., 2019; FOLEY et al., 2005; JONES et al., 2016; PAGE-KARJIAN, 2018;). Atualmente são conhecidos quatro tipos virais de ChHV5, associados a distribuição geográfica: no leste do Pacífico (abrange San Diego, Costa Rica e México); Atlântico Ocidental/Caribe Oriental (Flórida e de Barbados); Atlântico (Golfo da Guiné e Porto Rico); e centro-oeste do Pacífico (Austrália e Havaí) (PATRÍCIO et al., 2012).

Os distintos tipos virais também estão ligados a alterações na forma e manifestação do FP (GREENBLATT, 2005). As tartarugas-verdes no Atlântico Sudoeste, com a variante do Atlântico, o FP é caracterizado por afetar frequentemente a região dos membros anteriores, já plastrão e os olhos, são as áreas com menor frequência (BAPTISTOTTE, 2007; PAGE-KARJIAN et al., 2014; ROSSI et al., 2016; SANTOS et al., 2010; SILVA-JÚNIOR et al. 2019). No Havaí com a variante do centro-oeste do Pacífico é mais comum a presença de tumores orais (AGUIRRE et al., 2002).

Acredita-se que a etiologia da doença seja desencadeada por vários outros fatores, além de um agente primário. Fatores como: infecções bacterianas, radiação ultravioleta, contaminantes químicos, ectoparasitos. Ou também que a associação com esses fatores influencia o sistema imune, debilitando, e assim, acarretando o desenvolvimento da doença (GEORGE, 1997).

Existe alta prevalência de FP em áreas degradadas, demonstrando que além da presença de ChHV5 estar relacionada ao FP, também existe a relação com fatores ambientais (BAPTISTOTTE, 2007; ENE et al., 2005; HERBST, 1994; SANTOS et al., 2010; SILVA-JÚNIOR et al., 2019).

Considerando então outros fatores que podem estar relacionados a manifestação de FP temos, por exemplo: a temperatura da água e densidade populacional das tartarugas-verdes (HERBST & KLEIN, 1995); o nível de circulação da água no ambiente (FOLEY et al., 2005); ações antrópicas que afetam o ecossistema marinho, como a urbanização da zona costeira e o aumento de poluentes pela ausência de saneamento básico no litoral (AGUIRRE & LUTZ, 2004; HERBST, 1994; JONES et al., 2016); além corpos d'água que desaguam no mar, como rios, que carregam poluição de áreas mais distantes até a desembocadura, que podem carregar poluentes antrópicos de regiões povoadas, atividades industriais e agrícolas, aumentando então a contaminação na área (PAULINO et al., 2020; PIRES et al., 2015).

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

Os dados foram coletados na extensão litorânea de Alagoas, de Maragogi, na extremidade norte; até Feliz Deserto, na extremidade sul, com aproximadamente 205 km (**fig. 2**). As coletas foram feitas durante os meses de maio até dezembro do ano de 2018. Nesse período, o Biota (Instituto Biota de Conservação) coletou informações de 1053 tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) em toda extensão do litoral. Os animais foram encontrados encalhados, sendo avaliados quanto à prevalência e severidade de FP.

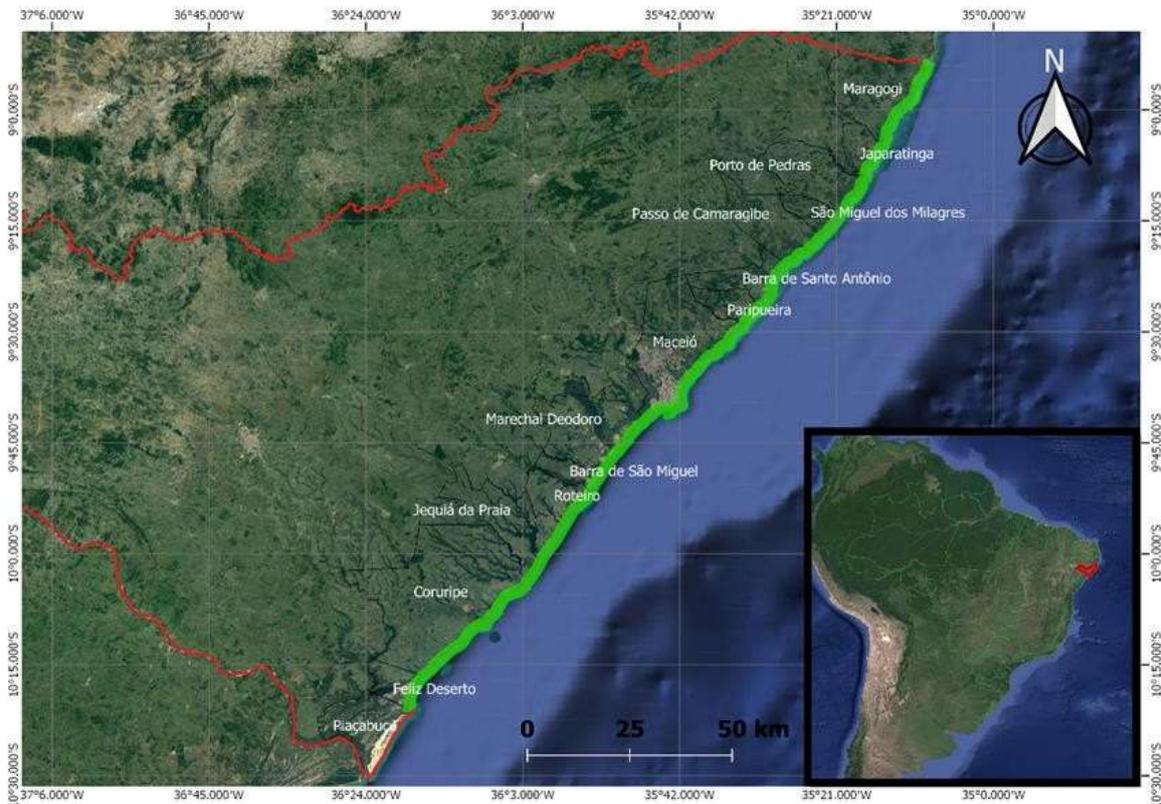


Figura 2 - Área monitorada de encalhe das tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) no litoral de Alagoas. Contendo os municípios do litoral, limitados ao norte por Maragogi e ao sul por Feliz Deserto.

Inicialmente o estudo foi utilizando a divisão dos municípios como determinação trechos, para realização da análise dos dados, porém foi possível observar que desta forma não se obteria respostas significativas das influências,

sendo apenas uma divisão política sem significância ambiental e com as características costeiras das tartarugas.

Posteriormente foi optada a divisão da área por trecho, de melhor relevância, tendo em vista a variabilidade da prevalência da doença em pequena escala (SANTOS et al., 2010) e uma quantidade mínima de tartarugas encalhadas que possibilitem o cálculo da prevalência, optamos então em dividir a área por trechos de 10 km de praia, totalizando em 22 trechos.

Para a elaboração dos mapas foi utilizado o programa de georreferenciamento QGIS, onde foi plotada a camada com a distribuição dos indivíduos, a partir das coordenadas do encalhe. Indivíduos que não apresentavam coordenadas ou apresentavam dados incertos foram descartados da análise, considerando 1004 animais.

4.2 Prevalência

Com base na presença e ausência de FP na população de tartarugas, é possível calcular a porcentagem da prevalência (*FPp*) por área, foi utilizando a fórmula:

$$\mathbf{FPp = tartarugas\ com\ FP / total\ de\ tartarugas\ x\ 100}$$

4.3 Severidade

Para a severidade foi utilizada a informação coletada pelo Instituto Biota de 92 indivíduos. Onde para calcular a severidade do tumor, foi utilizada a metodologia Work e Balazs (1999) adaptada por de Rossi e colaboradores (2016) (**fig.3**). Primeiramente os tumores são quantificados e divididos em classes, de acordo com o seu tamanho, onde a classe A é composta de tumores menores de 1 cm, B entre 1 e 4 cm, C entre 4 e 10 cm e D maior que 10 cm.

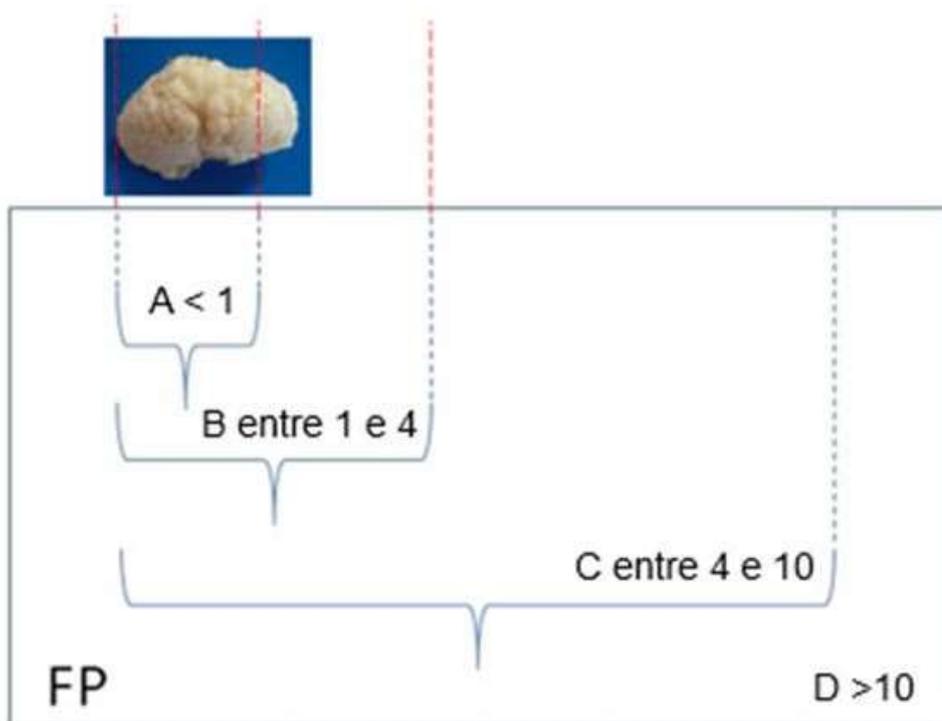


Figura 3 - Ilustração da metodologia de Work e Balazs (1999) adaptada por Rossi (2016), utilizada para medir e classificar os tumores. Fonte: Laboratório de Biologia Marinha e Conservação (LAMARC) da Universidade Federal de Alagoas.

A partir disso, foi realizado o cálculo do índice de severidade (FPI), de acordo com a metodologia, onde cada classe possui um peso ($A = 0.1$; $B = 1$; $C = 20$ e $D = 40$), que é multiplicado pela quantidade de tumores, sendo NA a quantidade de tumores na classe A, NB na classe B, NC na classe C e ND na classe D.

$$FPI = 0.1 \times NA + 1 \times NB + 20 \times NC + 40 \times ND$$

Gerando o FPI, que é classificado com base no escore de FP para as tartarugas do Atlântico Sudoeste (FPSswa), como leve, moderado e severo.

Tabela 1 - FPSswa - Classificação da severidade do animal de acordo com o FPI gerado, sendo leve inferior a 40, moderado de 40 até 120 e severo acima de 120. Baseada na metodologia de Work e Balazs (1999) adaptada por Rossi (2016). Fonte: Laboratório de Biologia Marinha e Conservação (LAMARC) da Universidade Federal de Alagoas.

FPSswa		
Leve	Moderado	Severo
FPI < 40	$40 \leq \text{FPI} < 120$	$\text{FPI} \geq 120$

Esses tumores encontrados estavam distribuídos pelo corpo dos indivíduos, sendo registrados: olho direito (OD), olho esquerdo (OE), nadadeira anterior direita (NAD), nadadeira posterior direita (NPD), nadadeira anterior esquerda (NAE), nadadeira posterior esquerda (NPE), cabeça (CAB), pescoço (PES), cloaca (CLO), plastrão (PLA) e casco (CAS).

4.4 Variáveis indicadoras de degradação ambiental

A fibropapilomatose (FP) é de origem multifatorial e apresenta relação com a poluição associada às ações antrópicas. Por isso, como variáveis, foram levados em consideração os dados de saneamento básico (SB) por município e *night light* (NL) como indicativo de urbanização.

4.4.1 Saneamento básico (SB)

Os dados de saneamento básico utilizados foram originados a partir dos materiais disponibilizados pela Agência Nacional das Águas no Atlas Esgotos, do ano de 2013 (dados mais recentes disponíveis). As informações da porcentagem do corpo hídrico não saneado por município, onde foi subtraído o valor de 100 para obter a porcentagem saneada, e a partir disso, adicionar os dados no QGIS.

4.4.2 *Night Light* (NL)

Como métrica de urbanização, foi utilizada as informações de *night light* (NL), que é a luz noturna, através de imagens *rasters*, onde estudos apontam a alta correlação entre NL e densidade demográfica, sendo indicativo da urbanização (SHI et al., 2014, ELVIDGE et al., 2017). As imagens de satélite foram geradas pelo *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) divulgadas

pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) desde 2012, sendo utilizadas imagens de dezembro de 2018 neste trabalho.

Para obter os valores de *night light*, para cada tartaruga-verde, foi aplicado um buffer de 5 km de raio em cada ponto de encalhe, onde os valores de NL foram capturados de cada pixel dentro do buffer e assim possibilitando a obtenção a média de NL para cada indivíduo. Processo realizado no QGIS 3.16.

4.5. Elaboração de mapas de calor

Para a elaboração dos mapas de calor foi utilizada o QGIS 3.16, onde inicialmente a área de estudo foi dividido em 22 trechos com a extensão de 10km, posteriormente adicionado a marcação dos indivíduos de acordo com suas coordenadas, onde indivíduos com ausência de coordenadas ou dados incertos foram descartados, resultando na utilização de 1004 indivíduos.

Após a demarcação dos indivíduos, em cada trecho correspondente, foi possível extrair os dados de prevalência e severidade.

Depois de analisar a prevalência e severidade, as informações de saneamento básico e *night light* foram justapostas com severidade e prevalência, gerando os mapas para observar a possível influência das variáveis exercidas na condição das tartarugas analisadas.

Como a informação de SB é dada por município e a área foi dividida por trecho, os trechos do mesmo município tiveram sua informação replicada.

4.5.1. Prevalência e severidade de FP

A partir dos indivíduos demarcados em cada trecho foram extraídas as informações na determinação da prevalência, foram considerados os indivíduos sem FP e os com FP, gerando a porcentagem de cada trecho.

Para a severidade foi extraída a média de FPI por trecho, onde a soma de FPI foi dividida pelo total de indivíduos menos o número de indivíduos com FP que não tiveram a severidade avaliada.

Média FPI = soma FPI / (total de indivíduos - indivíduos com FP sem avaliação da severidade)

4.6. Análises estatísticas

Para as análises estatísticas, foi utilizado o modelo de regressão linear múltipla, com o objetivo de entender a relação da fibropapilomatose com as variáveis saneamento básico e *night light*. Onde os dados obtidos por trecho (porcentagem de tartarugas com FP, média de SB e média de NL) foram aplicados utilizando o programa RStudio, versão 3.6.1 com os pacotes “lmer4” e “MuMIn”.

5. RESULTADOS

5.1. Prevalência

Durante o período de maio a dezembro de 2018 foram encontradas 2276 tartarugas encalhadas no litoral alagoano, onde 1053 tartarugas pertencentes à espécie *Chelonia mydas*. A prevalência da FP foi de 13% em Alagoas no período avaliado.

5.1.1 Prevalência X Saneamento Básico

Na avaliação do mapa de calor (fig.4) sobre prevalência com dados de SB, é possível observar que pontos com alta prevalência, áreas vermelhas, estão presentes em municípios com diversos índices de saneamento, com uma maior prevalência na porção central do litoral.

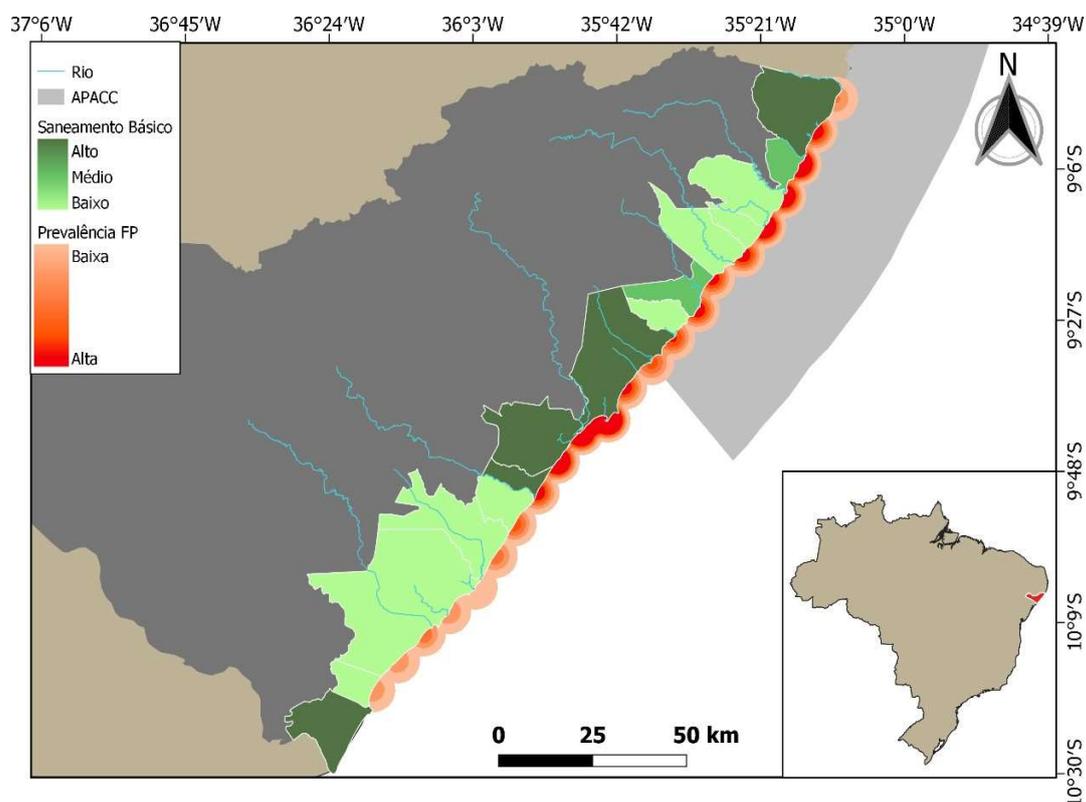


Figura 4 - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais a prevalência de FP, sendo baixa $\geq 2,9\%$ e alta $<11,6\%$, em comparativo com a qualidade do saneamento básico por município.

5.1.2. Prevalência X Night Light

Considerando o mapa (fig.5) de prevalência com *Night Light* é possível que áreas com maior intensidade de luz, brancas, apresentam uma maior concentração de população, sendo possível observar que existem pontos de maior prevalência nessas regiões.

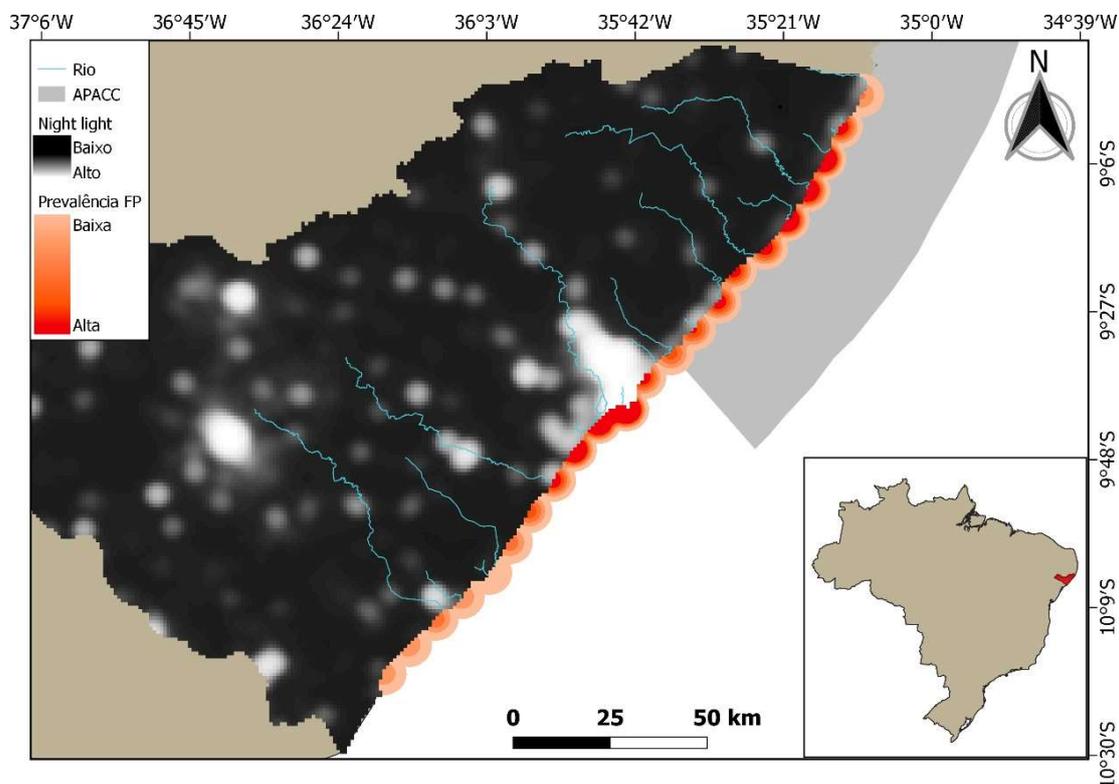


Figura 5 - Distribuição espacial de Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à prevalência de FP, sendo baixa $\geq 2,9\%$ e alta $<11,6\%$, em comparativo com a incidência de luz noturna (NL) do estado.

5.1.3. Análise estatística

No modelo de regressão linear múltipla é possível observar (fig.6) que SB está relacionado, de forma negativa, com a prevalência de FP por trecho, ou seja, quanto menor a taxa de saneamento, maior a prevalência. Observando NL em relação ao FP ele possui relação positiva, ou seja, quanto maior o NL maior o FP, porém esta relação não foi significativa.

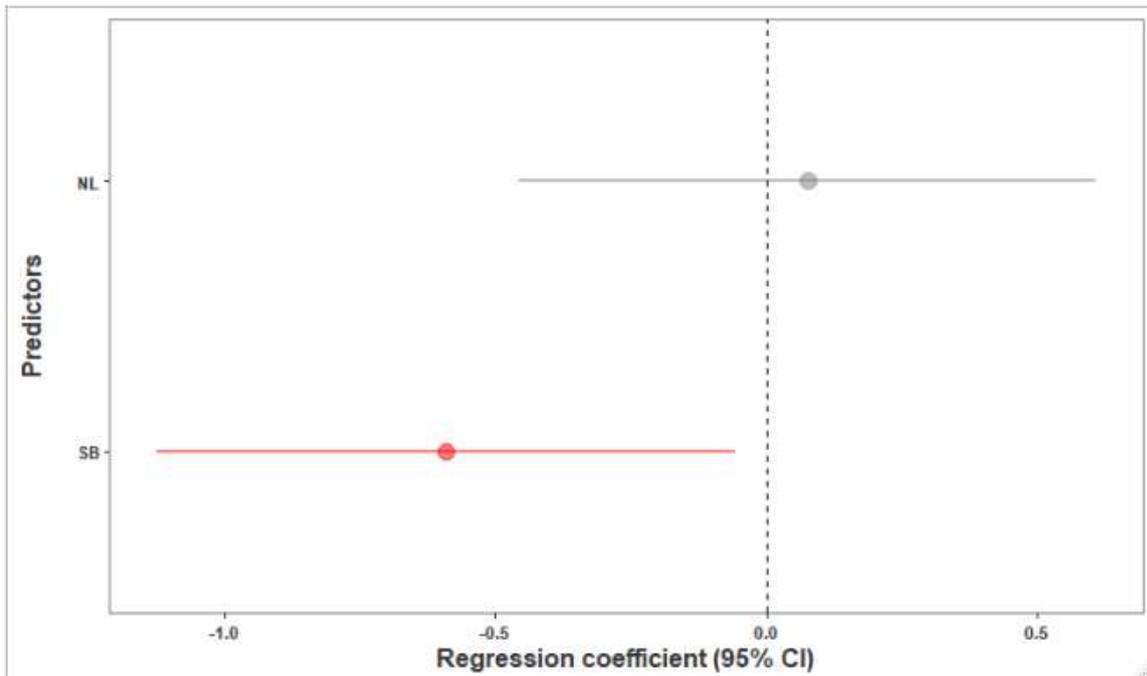


Figura 6 - Resultado do modelo de regressão linear múltipla do índice da prevalência de fibropapilomatose em relação à média de saneamento básico (SB) e média de *night light* (NL) por trecho.

5.2. Severidade

Analisando as 1053 tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*), onde 138 apresentaram fibropapilomatose, sendo 92 avaliadas quanto a severidade, obtendo o seguinte resultado:



Figura 7 - Resultados em porcentagem em relação às 92 tartarugas-verdes avaliadas quanto a severidade dos tumores.

Analisando a quantidade de tumores em todos os indivíduos juntos foram quantificados 1316 tumores. Obtendo o seguinte resultado de distribuição e quantificação:

Tabela 2 - Resultados obtidos a partir da quantidade de tumores, local do corpo e classe de tamanho apresentada. Indivíduos coletados em Alagoas em 2018. Os tumores são divididos em 4 classes de acordo com o tamanho, sendo A menores de 1 cm, B entre 1 e 4 cm, C entre 4 e 10 cm e D maior que 10 cm.

Parte do corpo	A	B	C	D	Quant. por parte
Olho direito	4	0	0	0	4
Olho esquerdo	1	0	1	0	2
Cabeça	0	3	0	0	3
Pescoço	78	137	36	7	258
Nadadeira anterior direita	90	158	49	5	302
Nadadeira anterior esquerda	88	164	59	8	319
Nadadeira posterior direita	53	91	21	1	166
Nadadeira posterior esquerda	75	66	26	11	178
Cloaca	12	12	6	0	30
Plastrão	38	12	0	3	53
Casco	0	0	1	0	1
Total	439	643	199	35	1316

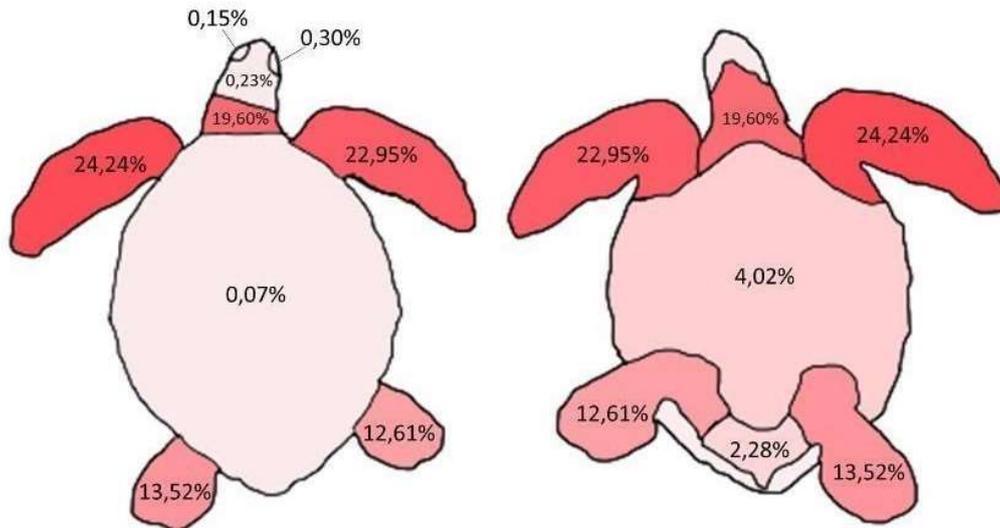


Figura 8 - Distribuição anatômica dos tumores de fibropapilomatose. Porcentagem relativa aonúmero total de tumores avaliados pelo estudo (n=1316).

Os tumores nas tartarugas encontradas no litoral alagoano estão predominantemente localizados nas nadadeiras anteriores (24,24% e 22,95%), sua maioria na classe B, de 1 a 4 cm. Já os olhos, cabeça e casco, são as partes de corpo com menor quantidade de tumores e nenhum na classe D, maior que 10 cm.

A tartaruga (**fig.9 e 10**) que apresentou maior severidade possui o registro T2T36, que foi encontrada em Porto de Pedras, no dia 28 de julho de 2018, coma severidade 955,1, contendo 123 tumores distribuídos em seu corpo (**fig. 11**), sendo 43 (34,95%) localizados no pescoço.



Figura 9 - Indivíduo T2T36 sendo possível a observação dos tumores presentes.
Acervo: Instituto Biota de Conservação (BIOTA).



Figura 10 - Indivíduo T2T36 sendo possível a observação dos tumores presentes.
Acervo: Instituto Biota de Conservação (BIOTA).

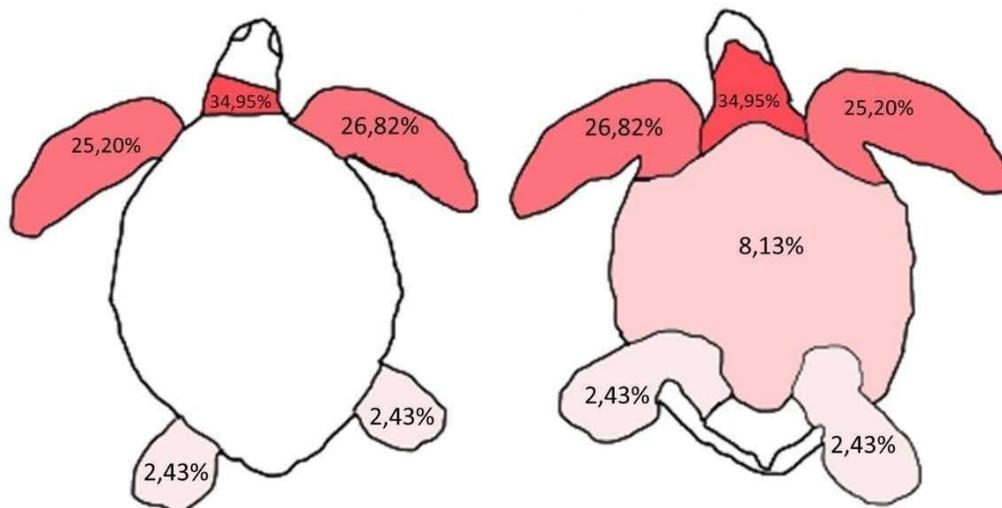


Figura 11 - Distribuição anatômica dos tumores encontrados no indivíduo T2T36. Porcentagem relativa ao número total de tumores do indivíduo (n=123) e sua distribuição.

5.2.1. Severidade X Saneamento Básico

Através do mapa abaixo (fig.12) é possível notar que o ponto com maior severidade está em região com baixo saneamento, mas também existem pontos com alta severidade em municípios com alto saneamento. É possível observar a relação com a desembocadura de rios.

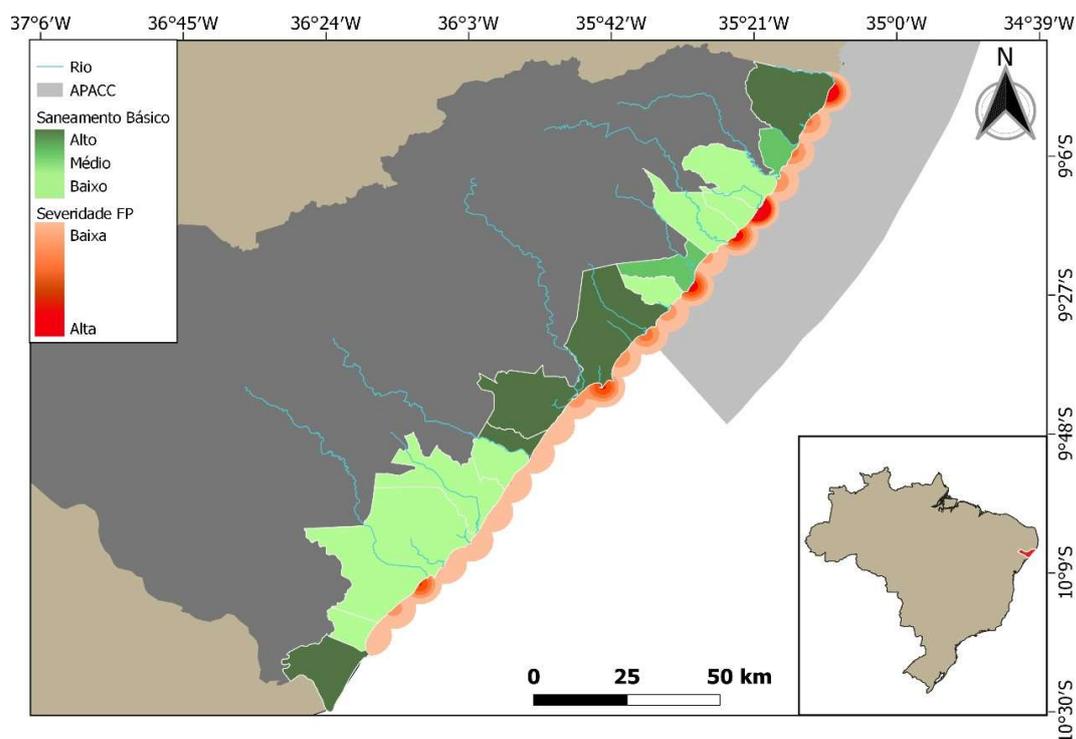


Figura 12 - Distribuição espacial Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à severidade de FP, em comparativo com a qualidade do saneamento básico por município.

5.2.2. Severidade X Night light

Assim como o mapa (fig.5) de influência da prevalência com o *night light*, o mapa (fig.13) de severidade com o NL, não é possível confirmar a relação da incidência de luz com os pontos de severidade alta.

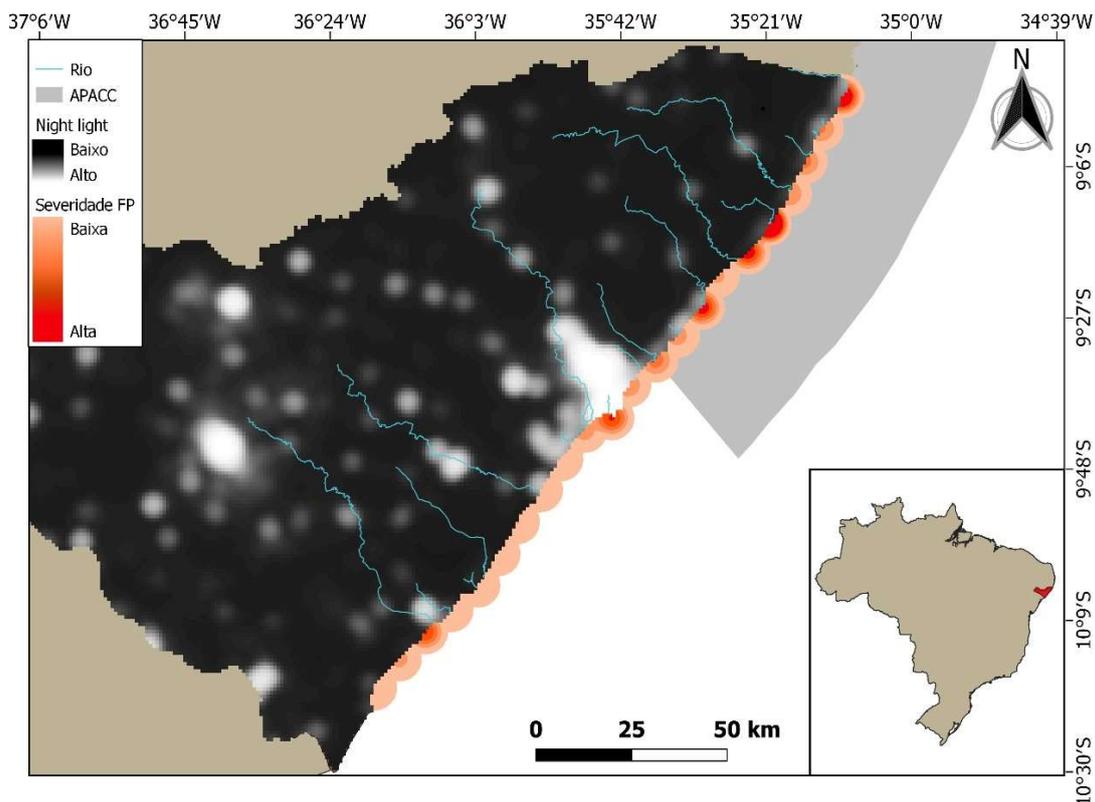


Figura 13 - Distribuição espacial Fibropapilomatose (FP) ao longo da costa alagoana. Os tamanhos dos círculos e intensidade de coloração são proporcionais à severidade de FP, em comparativo com a incidência de luz noturna (NL) do estado.

6. DISCUSSÃO

De acordo com o estudo realizado, a prevalência de FP nas tartarugas-verdes encalhadas em 2018 no estado de Alagoas foi de 13%. Quando analisado o mapa de calor (**fig. 4 e 5**) é possível observar que trechos próximos podem apresentar variações quanto à intensidade. Em relação às métricas, SB e NL, quando analisadas estatisticamente, foi possível observar que ambas possuem relação com a prevalência da doença, porém apenas SB obteve resposta significativa.

Em relação a severidade foi observado que o padrão de distribuição corporal dos tumores por região se dá na porção anterior do corpo, predominantemente nas nadadeiras. Quando observado o mapa de calor da severidade (**fig. 12 e 13**), foi possível observar que trechos próximos apresentam diferentes intensidades, como os dois presentes em Maragogi, onde é possível observar que mesmo próximas, sua intensidade é distinta.

A partir da prevalência observada no estado, podemos ver que o resultado está próximo à média encontrada ao longo da costa do Brasil (BAPTISTOTTE,2007). Quando comparamos com outros estados, entre 2000 e 2005, com base nos dados coletados de 8.359 tartarugas-verdes distribuídas por 10 estados e disponibilizados pelo projeto Tamar, resultou na prevalência de 15,41%, quando analisado separadamente os estados obteve os seguintes resultados: Bahia 15,81% (211/1335) , Ceará 36,94% (181/490), Espírito Santo 27,43% (469/1710), Pernambuco (base Fernando de Noronha) 0% (0/501), Rio de Janeiro 5,96% (9/151), Rio Grande do Norte 31,43% (33/105), Rio Grande do Norte (base Atol das Rocas) 0% (0/486), Santa Catarina 3,45% (2/58), Sergipe 18,46% (12/65), São Paulo 10,73% (371/3456) (BAPTISTOTTE, 2007).

A prevalência da FP variou amplamente ao longo da área de estudo de $\geq 2,9\%$ a $<11,6\%$, o que está de acordo com o documentado para outras áreas de estudo (Aguirre,1998). Na Austrália a prevalência é de 0 a 70% (AGUIRRE et al., 1999); na Flórida de 0 a 72,5% (EHRHART, 1991; LACKOVICH et al., 1999; FOLEY et al., 2005); no Havaí de 1 a 92% (BALAZS, 1991); na Indonésia de 21,5% (ADNYANA et al., 1997).

O saneamento básico e o *night light* são métricas que podem ser utilizadas para avaliar a urbanização da zona costeira, visto que refletem em

pressões antrópicas ao ambiente, podendo indicar o nível de poluição exercida no meio. Áreas mais urbanizadas apresentam maior prevalência de FP (ROSSI et al., 2019; SANTOS et al., 2010), apontando relação com alguns pontos observados nos mapas (**fig. 4 e 5**).

Existem fatores que também precisam ser avaliados para melhor compreensão, como, a relação de FP com a ingestão de algas que continham concentração de arginina, através de estudos histológicos do tecido das tartarugas-verdes (VAN HOUTAN, 2014). Herbst (1994) apresenta correlação positiva da prevalência de FP em tartarugas de regiões associadas à agricultura, indústrias e desenvolvimento urbano. Outros fatores que também apresentam respostas significativas para a manifestação da doença é a densidade demográfica das populações de tartarugas-verdes (HERBST & KLEIN, 1995; YETSKO et al., 2020) e o nível de circulação de água no ambiente (FOLEY et al., 2005), que são fatores que podem apresentar relação com a diferença de resultados em trechos próximos.

A avaliação da severidade da doença é de suma importância, visto que a quantidade, distribuição e o tamanho dos tumores, fornecem informações importantes sobre a intensidade do impacto nos indivíduos, pois afetam a qualidade de vida, influenciando na sobrevivência, crescimento e reprodução (ADNYANA et al., 1997; BALAZS et al., 1998; TOREZANI et al., 2010). Além disso podem servir como um indicativo da carga viral presente no ambiente (HERBST & KLEIN, 1995; WORK & BALAZS, 1999; YETSKO et al., 2020).

No estudo podemos avaliar que a maioria dos tumores estava localizada na parte anterior, distribuídos principalmente na nadadeira anterior esquerda (24,24%), nadadeira anterior direita (22,95%) e pescoço (19,6%). Baptistotte (2007) observou que nos tumores avaliados nos indivíduos encontrados em Serra-ES, 72,5% estavam localizados na parte anterior dos indivíduos, sendo 50,1% nas nadadeiras anteriores.

Assim como mostra no estudo, os dados de ocorrência no Brasil apontam que o FP afeta principalmente os membros anteriores (Rossi et al., 2016; Santos et al., 2010; Baptistotte, 2007; Silva-Júnior et al., 2019). No Havaí os indivíduos apresentam mais tumores orais (WORK et al., 2004). Já na Indonésia os tumores foram predominantes na porção posterior do corpo dos indivíduos (ADNYANA et

al., 1997). De acordo com Santos et al. (2010) diferentes tipos virais de ChVH5 estão relacionados com a manifestação dos tumores.

Diante disso, como o agente infeccioso é presente nas zonas costeiras, avaliar como a poluição afeta o ciclo de vida do herpesvírus, como também seus mecanismos de transmissão e sobrevivência, levantaria informações que podem contribuir para o entendimento da fibropapilomatose. A condição de estresse ambiental acarreta o surgimento de tumores em tartarugas (RITCHIE, 2006; MORLEY, 2010), portanto, conhecer o ecossistema local, sua influência ao herpesvírus e conseqüentemente seus danos nas tartarugas, através da doença, é indispensável à conservação destes répteis marinhos.

Outros fatores também podem ser associados com a manifestação da doença, como a presença de desembocadura de rios, pois estas são as principais portas de entrada de poluentes nos ambientes marinhos. Durante o mesmo ano de coleta de FP ocorreu um estudo na água de alguns rios da área estudada, onde Paulino et al. (2020) observou contaminação por dejetos humanos, contendo microrganismos associados a esgoto. Estes achados sugerem que avaliar os fatores que influenciam a fibropapilomatose, assim como a condição das tartarugas-verdes, é também uma forma de obter respostas de como está a qualidade do ecossistema no qual elas se encontram.

7. CONCLUSÃO

No estudo foi possível observar que as duas métricas analisadas, SB e NL, possuem relação com a prevalência da doença, porém apenas o saneamento básico apresentou uma relação significativa. Também foi possível observar que tanto na prevalência quanto na severidade, trechos próximos apresentam resultados diferentes, levantando a importância de uma análise de mais fatores para melhor compreensão da doença e conseqüentemente da qualidade do ambiente marinho.

Valor encontrado para média de prevalência do estado, está próximo ao valor da média do país, assim como a região mais afetada nas tartarugas-verdes, que é a parte anterior do indivíduo, nadadeira direita e esquerda, mostra um padrão com estudos realizados no país.

8. REFERÊNCIAS

- ADNYANA, W.; LADDS, P.W.; BLAIR, D. Observations of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*) in Indonesia. **Australian Veterinary Journal**, v. 75, p. 737–742, 1997.
- AGUIRRE, A. A. et al. Organic contaminants and trace metals in the tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) afflicted with fibropapillomas in the Hawaiian islands. **Marine pollution bulletin**, v. 28, n. 2, p. 109-114, 1994.
- AGUIRRE, A. A. et al. Histopathology of fibropapillomatosis in olive ridley turtles *Lepidochelys olivácea* nesting in Costa Rica. **Journal of Aquatic Animal Health**, Bethesda, v. 11, p. 282-284, 1999.
- AGUIRRE, A. A. et al. Low-grade fibrosarcomas in green turtles (*Chelonia mydas*) from the Hawaiian Islands. In: **Proceedings of the 21st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation**. 2001.
- AGUIRRE A. A. et al. Pathology of oropharyngeal fibropapillomatosis in green turtles, *Chelonia mydas*. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 14, p. 298–304, 2002.
- AGUIRRE, A. A.; LUTZ, P. L. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is Fibropapillomatoses on Indicator? **EcoHealth**, New York, v. 1, p. 275-283, 2004.
- Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (2013). Atlas Esgotos Situação 2013 - Remoção da Carga de Esgotos Gerada na Sede Municipal. https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/1bf952cbf5314d57882272656438dc1f_1?geometry=-130.339%2C-29.356%2C27.513%2C0.118
- ALMEIDA, A. P. et al. Avaliação do estado de conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Revista Científica Biodiversidade Brasileira**, ano 1, nº 1, p. 12-19, 2011.
- AMORIM, D. B. **Fibropapilomatose em tartarugas marinhas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.
- BALAZS, G.H.; POOLEY, S.G. (Ed.). **Research plan for marine turtle fibropapilloma**. Honolulu: U.S. Department of Commerce, NOAA Technical memorandum, NMFS-SWFSC-156, 1991. 113 p.
- BALAZS, G. H. et al. Growth rates and incidence of fibropapillomatosis in Hawaiian green turtles utilizing coastal foraging pastures at Palaau, Molokai. **Proceedings of the Seventeenth Annual Sea Turtle Symposium**, March, p. 130–132, 1998.
- BAPTISTOTTE, C. **Caracterização espacial e temporal da fibropapilomatose em tartarugas marinhas da costa brasileira**. Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo, 2007.
- BJORNDAL, K.A. **Biology and Conservation of Sea Turtles**. Smithsonian Institution Press, 656 Washington, 1995.

BLACKBURN, S.; PELLING, M.; MARQUES, C. Megacities and the coast: Global context and scope for transformation. In: **Coasts and Estuaries**. Elsevier, p. 661-669, 2019.

BONANNO, G.; ORLANDO-BONACA, M. Perspectives on using marine species as bioindicators of plastic pollution. **Marine pollution bulletin**, v. 137, p. 209-221, 2018.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais. **Série Conversando sobre Ciências em Alagoas**. Maceió: EDUFAL, 59p, 2005.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. Gestão e Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira do Estado de Alagoas, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, n. 8(2): p. 25- 45, 2008.

CUBAS, Z. S., SILVA, J. C. R., & DIAS, J. L. C. **Tratado de animais selvagens-medicina veterinária**. Editora Roca, 2014.

D'AMATTO, A.F.; MORAES-NETO, M. First documentation of fibropapillomas verified by histopathology in *Eretmochelys imbricata*. **Marine Turtle Newsletter**, Exeter, v. 89, p. 12-13, 2000.

DE SHERBININ, A.; SCHILLER, A.; PULSIPHER, A. The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment and urbanization**, v. 19, n. 1, p. 39-64, 2007.

DOMICIANO, I. G. et al. Chelonid Alphaherpesvirus 5 DNA in Fibropapillomatosis-Affected *Chelonia mydas*. **EcoHealth**, 2019.

EHRHART, L.M. Fibropapillomas in green turtles of the Indian River Lagoon, Florida: distribution over time and area. In: BALAZS, G.H.; POOLEY, S.G. (Ed.). **Research plan for marine turtle fibropapilloma**. Honolulu: U.S. Department of Commerce, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-156, p. 59-61, 1991.

ENE, A. et al. Distribution of chelonid fibropapillomatosis-associated herpesvirus variants in Florida: molecular genetic evidence for infection of turtles following recruitment to neritic developmental habitats. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 41, n. 3, 489-497, 2005.

FOLEY, A. M. et al. Fibropapillomatosis in Stranded Green Turtles (*Chelonia mydas*) From the Eastern 43 United States (1980–98): Trends and Associations With Environmental Factors. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 41, n. 1, p. 29–41, 2005.

GEORGE, R. H. Health problems and diseases of sea turtle. In: MUSICK, J.A.; LUTZ, P.L. The biology of sea turtles. **New York: Science series**, p.364-375, 1997.

GOATLEY, C. H. R.; HOEY, A. S.; BELLWOOD, D. R. The role of turtles as coral reef macroherbivores. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, 2012.

GOES, M. H. B. **Ambientes costeiros do Estado de Alagoas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 339p., Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1979.

GREENBLATT, R.J. et al. Genomic variation of the fibropapilloma-associated marine turtle herpesvirus across seven geographic areas and three host species. **Journal of Virology**, v. 79, p. 1125–1132, 2005.

HARSHBARGER, J.C.. Sea turtle fibropapilloma cases in the registry of tumors in lower animals. In: **WORKSHOP RESEARCH PLAN FOR MARINE TURTLE FIBROPAPILLOMA**, 1990, Honolulu. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-156. 1991. P.63-70.

HERBST, L. H. Fibropapillomatosis of marine turtles. **Annual Review of Fish Diseases**, v. 4, p. 389-425, 1994.

HERBST, L. H.; KLEIN, P. A. Green turtle fibropapillomatosis: Challenges to assessing the role of environmental cofactors. **Environmental Health Perspectives**, Washinhton, v. 103, n. SUPPL. 4, p. 27–30, 1995.

HERBST, L.H.; KLEIN, P.A.. Monoclonal antibodies for the measurement of class-specific antibody responses in the Green turtle, *Chelonia mydas*. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 46, p. 317-335, 1995.

HIRTH, H.F. Synopsis of the Biological Data on the Green Turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) **USFWS Biologicas Report**, Vol. 97, n.1, Washington D.C., USA. 1997.

HUERTA, P. et al. First confirmed case of fibropapilloma in a leatherback turtle (*Dermochelys coriaca*). In: **ANNUAL SYMPOSIUM ON SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION**, 20,2000, Orlando. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-477, p.193, 2002.

HUMBER, F. et al. Using community members to assess artisanal fisheries: The marine turtle fishery in Madagascar. **Animal Conservation**, v. 14, n. 2, p. 175–185, 2011.

JACOBSON, E. R. et al. Cutaneous fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). **Journal of Comparative Pathology**, v. 101, P.39-52,1989.

JENSEN, M. P. et al. Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. **Current Biology**, v. 28, n. 1, p. 154-159, 2018.

JONES, K. et al. A review of fibropapillomatosis in Green turtles (*Chelonia mydas*). **Veterinary Journal**, v. 212, p. 48–57, 2016.

KONISHI, H. Formation of hub cities: Transportation cost advantage and population agglomeration. **Journal of Urban Economics**, v. 48, n. 1, p. 1-28, 2000.

LACKOVICK, J.K. et al. Association of herpesvirus with fibropapillomatosis of the green turtle *Chelonia mydas* and the loggerhead turtle *Caretta caretta* in Florida. **Diseases Aquatic Organisms**, Amelinghausen, v. 37, p. 89-97, 1999.

LIMPUS, C. J., COUPER, P. J.; COUPER, K. L. D. Crab Island revisited: reassessment of the world's largest flatback turtle rookery after twelve years. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 33, p. 227-289, 1993.

LOTZE, H. K. et al. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science**, v. 312, n. 5781, p. 1806-1809, 2006.

LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. **The Biology of Sea Turtles**. Volume II ed. [s.l.] CRC press, 1996.

LUTZ, P. L. **The Biology of Sea Turtles**, Volume II. CRC Press, Hoboken, USA. 2002.

McCAULEY, D. J., PINSKY, M. L., PALUMBI, S. R., ESTES, J. A., JOYCE, F. H., & WARNER, R. R. (2015). Marine defaunation: Animal loss in the global ocean. **Science**, 347(6219).

McGRANAHAN, G.; BALK, D.; ANDERSON, B. The rising tide: Assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. **Environment and Urbanization**, v. 19, n. 1, p. 17–37, 2007.

MORLEY, N. J. Interactive effects of infectious diseases and pollution in aquatic molluscs. **Aquatic toxicology**, v. 96, n. 1, p. 27-36, 2010.

NORTON, T.M.; JACOBSON, E. R.; SUNDBERG, J. P. Cutaneous fibropapillomas and renal myxofibroma in a Green turtle, *Chelonia mydas*. **Journal of Wildlife Diseases**, V.26, n.2, p.265-27, 1990.

PATRÍCIO, A. R. et al. Global phylogeography and evolution of chelonid fibropapilloma-associated herpesvirus. **Journal of General Virology**, v. 93, n. 5, p. 1035–1045, 2012.

PAGE-KARJIAN, A. et al. Factors influencing survivorship of rehabilitating green sea turtles (*Chelonia mydas*) with fibropapillomatosis. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 45, n. 3, p. 507-519, 2014.

PAGE-KARJIAN, A. Fibropapillomatosis in Marine Turtles. In: Miller-Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy. [s.l.] **Elsevier Inc.**, p. 398–403, 2018.

PAULINO, G. V. B. et al. Bacterial community and environmental factors associated to rivers runoff and their possible impacts on coral reef conservation. **Marine Pollution Bulletin**, 156(December 2019), 2020. 111233. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111233>

PIRES, N. L. et al. Impacts of the urbanization process on water quality of Brazilian Savanna rivers: The case of preto river in formosa, Goiás state, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 9, 2015. 10671–10686. <https://doi.org/10.3390/ijerph120910671>

PIMIENTO, C. et al. Functional diversity of marine megafauna in the Anthropocene. **Science Advances**, v. 6, n. 16, p. eaay7650, 2020.

ROBERTS, P.J. (2007) - **Marine Environmental Protection and Biodiversity Conservation: The Application and Future Development of the IMO's Particularly Sensitive Sea Area Concept**. 310p., Springer-Verlag. New York (ISBN: 103540376976)

RITCHIE, B. Chapter 24 - Virology, In: **Reptile Medicine and Surgery (Second Edition)**. W.B. Saunders, Saint Louis, pp. 391-417, 2006.

ROSSI, S. **Análise da atividade de leucócitos e de bifenilas policloradas aplicada ao estudo da fibropapilomatose em *Chelonia mydas* (Testudines, Cheloniidae) (Linnaeus 1758)**. 2014. Tese (Doutorado) - Ciências Biológicas. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ROSSI, S. et al. Challenges in evaluating the severity of fibropapillomatosis: a proposal for objective index and score system for green sea turtles (*Chelonia mydas*) in Brazil. **PLoS one**, v. 11, n. 12, p. e0167632, 2016.

ROSSI, S. et al. Monitoring green sea turtles in Brazilian feeding areas: Relating body condition index to fibropapillomatosis prevalence. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 8, 1879-1887, 2019.

SANTOS, R. G. et al. Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: a case study with *Chelonia mydas* off Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 89, n. 1, p. 87-95, 2010.

SANTOS, R. G. et al. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 6, p. 1297-1302, 2011.

SANTOS, R. G. et al. Debris ingestion by juvenile marine turtles: an underestimated problem. **Marine pollution bulletin**, v. 93, n. 1-2, p. 37-43, 2015.

SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas*. IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. 2004

SILVA-JÚNIOR, E. S. da et al. Stranded Marine Turtles in Northeastern Brazil: Incidence and Spatial–Temporal Distribution of Fibropapillomatosis. **Chelonian Conservation and Biology: Celebrating 25 Years as the World's Turtle and Tortoise Journal**, v. 18, n. 2, p. 249- 258, 2019.

SMALL, C., NICHOLLS, R. J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **J. Coast. Res.** v. 19, p. 584–599, 2003.

SMITH, G. M.; COATES, C. W. Fibro-epithelial growths of the skin in large marine turtles, *Chelonia mydas* (Linnaeus). **Zoologica**, v. 23, p. 93-98, 1938.

TAGLIOLATTO, A. B.; GUIMARÃES, S. M.; LOBO-HAJDU, G. et al. Characterization of fibropapillomatosis in green turtles *Chelonia mydas*

(Cheloniidae) captured in a foraging area in southeastern Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 121, n. 3, p. 233–240, 2016.

TODD, P. A. et al. Towards an urban marine ecology: characterizing the drivers, patterns and processes of marine ecosystems in coastal cities. **Oikos**, v. 128, n. 9, p. 1215–1242, 2019. <https://doi.org/10.1111/oik.05946>

TOL, S. J. et al. Long distance biotic dispersal of tropical seagrass seeds by marine mega-herbivores. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2017.

TOREZANI, E. et al. Juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in the effluent discharge channel of a steel plant, Espírito Santo, Brazil, 2000-2006. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 90, n. 2, p. 233–246, 2010. <https://doi.org/10.1017/S0025315409990579>

TURNER, R. K.; SUBAK, S.; ADGER, W. N. Pressures, trends, and impacts in coastal zones: Interactions between socioeconomic and natural systems. **Environmental Management**, v. 20, n. 2, p. 159–173, 1996.

UNEP. Global Environment Outlook: Environment for the Future We Want (GEO-5). Valletta, Malta, 2012.

VAN HOUTAN, K. S.; HARGROVE, S. K.; BALAZS, G.H. Land use, macroalgae, and a tumor-forming disease in marine turtles. **PLoS One**, v. 5, n. 9, p. e12900, 2010.

VAN HOUTAN, K. S. et al. Eutrophication and the dietary promotion of sea turtle tumors. **PeerJ**, 2, e602, 2014.

WILLIAMS JR, Ernest H. et al. An epizootic of cutaneous fibropapillomas in green turtles *Chelonia mydas* of the Caribbean: part of a panzootic?. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 6, n. 1, p. 70-78, 1994.

WORK, T. M., R. E. RASKIN, G. H. BALAZS, AND S. WHITTAKER. Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells from the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Hawaiian islands. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, p. 1252–1257, 1998.

WORK, T. M.; BALAZS, G. H. Relating tumor score to hematology in green turtles with fibropapillomatosis in Hawaii. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 35, n. 4, p. 804–807, 1999.

WORK, T.M. et al Retrospective pathology survey of green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis in the Hawaiian islands, 1993-2003. **Diseases of Aquatic Organisms**, Amelinghausen, v. 62, p. 163-176, 2004.

YETSKO, K. et al. **Mutational, transcriptional and viral shedding dynamics of the marine turtle fibropapillomatosis tumor epizootic.** 2020.

