

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA

RENATA GRISON

**O IMPACTO DA DEGRADAÇÃO COSTEIRA SOBRE A DIETA DA TARTARUGA-  
VERDE, *CHELONIA MYDAS***

Maceió  
2023

RENATA GRISON

**O IMPACTO DA DEGRADAÇÃO COSTEIRA SOBRE A DIETA DA TARTARUGA-  
VERDE, *CHELONIA MYDAS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de graduação em Ciências  
Biológicas da Universidade Federal de Alagoas,  
como requisito para obtenção do grau de  
Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Robson Guimarães dos  
Santos

Maceió

2023

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

G869i Grison, Renata.

O impacto da degradação costeira sobre a dieta da tartaruga-verde,  
*Chelonia mydas* / Renata Grison. – Maceió, 2023.  
45 f. : il.

Orientador: Robson Guimarães dos Santos.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas:  
licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas  
e da Saúde. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 36-43.

Anexos: f. 44-45.

1. Impactos antrópicos. 2. Cadeias alimentares (Ecologia). 3. Tartarugas-  
verdes - Conservação. I. Título.

CDU: 598.132.6

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador, Robson, pelo apoio e orientação durante todo o processo e pela oportunidade de desenvolver esse trabalho.

A todos do Laboratório de Biologia Marinha e Conservação. A parceria nas triagens das algas, nas correções dos trabalhos e nas discussões foram essenciais nesses anos.

A todos os professores do ICBS que contribuíram para a minha formação. E a todos da minha turma que ajudaram a deixar tudo mais leve.

A todos do Laboratório de Ficologia que me ajudaram com a identificação das algas.

Ao Felipe, pela ajuda na confecção do mapa da área de estudo.

Ao meu companheiro, Max, pela paciência e pela força em todos os momentos que precisei.

A minha irmã, Raquel, pela parceria ao longo de toda essa caminhada.

À minha mãe, ao meu pai e a toda a minha família por sempre estarem lá por mim.

## RESUMO

As regiões costeiras abrigam diversos ecossistemas e uma grande biodiversidade marinha que, juntos, fornecem inúmeros bens e serviços à sociedade. A importância da região resultou em um aumento na densidade populacional, o que por sua vez tem levado à intensificação de atividades humanas com impactos significativos sobre o meio ambiente. Entre esses impactos, a poluição emerge como uma das principais causas de desequilíbrio nas comunidades marinhas, afetando profundamente os animais com hábitos costeiros, dentre eles a tartaruga-verde, *Chelonia mydas*. Com isso, o objetivo deste trabalho foi analisar o impacto da degradação costeira na ecologia alimentar da tartaruga-verde, através da análise e comparação da dieta de indivíduos de duas regiões com diferentes graus de urbanização. Para isso foram usadas amostras de vinte e três indivíduos de duas localidades, dez da capital de Alagoas, Maceió (área urbanizada) e outras treze da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC). Foram separados 50g do conteúdo estomacal de cada indivíduo, que foram triados, pesados, identificados e tiveram sua representatividade estabelecida. Para avaliar a saúde dos animais, a fibropapilomatose (FP), doença debilitante que acomete as tartarugas-verdes, foi avaliada utilizando a medida de prevalência. A dieta dos animais das duas localidades foi composta, predominantemente, por macroalgas (62,3% na APACC e 67,9% em Maceió). Na APACC, as algas vermelhas foram majoritárias, com participação relativa de 44,4% na dieta. Nesta região, a riqueza de espécies foi mais elevada, com 21 gêneros de macralgas ingeridos, sendo o gênero *Gelidium* predominante, com participação relativa de 20,7%. Em Maceió, grama marinha e macroalgas verdes (Chlorophyta) foram os grupos mais ingeridos, com participação relativa de 27,3% e 28,1%, respectivamente. Porém, houve uma menor riqueza de gêneros quando comparado a APACC. Com relação à FP, foi constatado que os animais da região de Maceió foram os mais afetados, com 40% de prevalência. Na região da APACC, a prevalência foi de 7,7%. Os resultados encontrados sugerem que indivíduos da região urbanizada podem estar sendo impactados por meio da redução na diversidade de gêneros na dieta, fator que reforça a hipótese de impacto na ecologia alimentar das tartarugas-verdes decorrente da degradação costeira. A maior prevalência de FP na região mais degradada pode ter sido influenciada por este déficit nutricional. Como consequência, a saúde dos indivíduos e o desempenho do seu papel ecológico podem ser comprometidos. Portanto, é essencial que sejam estabelecidas medidas de conservação que visem a conservação das tartarugas-verdes e de todo o ecossistema no qual elas estão inseridas.

**Palavras-chave:** impactos antrópicos, ecologia alimentar, conservação.

## ABSTRACT

Coastal regions are home to a wide variety of ecosystems and an abundance of marine life, which collectively, offer numerous benefits and services to society. Recognizing the importance of these regions, human settlements have grown in these areas, leading to increased population density and a subsequent rise in human activities that have had significant impacts on the environment. One of the primary consequences of these activities is pollution, which has emerged as a key factor contributing to the disruption of marine communities. This, in turn, has had a profound effect on animals with coastal habits, including the green turtle, *Chelonia mydas*. Therefore, the aim of this study was to investigate how coastal degradation has affected the feeding ecology of green turtles by comparing their diets in two regions with different degrees of urbanization. To achieve this, samples from twenty-three individuals from two locations were used, ten from the capital of Alagoas, Maceió (urbanized area), and thirteen from the Costa dos Corais Environmental Protection Area (APACC). We examined and compared the contents of their stomachs, sorting, weighing, identifying and assessing their representativeness. To evaluate the overall health of the turtles, we also looked into the prevalence of fibropapillomatosis (FP), a debilitating disease that affects green turtles. Our results revealed that the diet of turtles in both locations primarily consisted of macroalgae, with 62,3% in APACC and 67,9% in Maceió. In APACC, red algae were the dominant component, making up 44,4% of their diet. This region displayed a higher species richness, with turtles consuming macrophytes from 21 different genera, with *Gelidium* having the higher intake (20,7%). In Maceió, seagrass and green macroalgae (Chlorophyta) were the most consumed groups, accounting for 27,3% and 28,1% of the diet, respectively. However, the variety of genera consumed was lower in comparison to APACC. Our research also showed that the prevalence of FP was higher in Maceió, affecting 40% of the turtles, while the prevalence in the APACC region was considerably lower at 7,7%. These results indicate that turtles in the urbanized region may be facing a reduced diversity of genera in their diet, further supporting the hypothesis that coastal degradation is impacting the feeding ecology of green turtles. The increased prevalence of FP in the more degraded region may be linked to this nutritional deficiency. As a consequence, the health and ability to perform their ecological role could be compromised. Therefore, it is vital to implement conservation efforts to protect green turtles and the entire ecosystem they inhabit.

**Keywords:** anthropogenic impacts, feeding ecology, conservation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Área de estudo, composta pela região central (Maceió) e o litoral norte (APACC) de Alagoas .....	21
Figura 2. Participação relativa dos principais grupos vegetais ingeridos pelas tartarugas-verdes na região urbanizada (Maceió) e na APACC.....	24
Figura 3. Participação relativa dos itens ingeridos pelas tartarugas-verdes na APACC (A) e em Maceió (B).....	27
Figura 4. Análise gráfica, através de MDS, da dieta das tartarugas-verde na APACC (azul) e em Maceió (verde).....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Participação relativa e Frequência de ocorrência dos itens da dieta dos indivíduos de <i>Chelonia mydas</i> na região urbanizada, Maceió, e na região preservada, APACC .....	26
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1. Objetivo geral.....	12
2.2. Objetivos específicos .....	12
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
3.1. Degradação costeira .....	13
3.2. <i>Chelonia mydas</i> .....	14
3.3. Impacto da degradação costeira sobre as tartarugas-verdes .....	16
3.4. Dieta e fibropapilomatose .....	17
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1. Área de estudo.....	20
4.2. Análise da dieta.....	21
4.3 Conteúdo estomacal e dieta.....	22
4.4. Fibropapilomatose (FP).....	22
4.5 Análises dos Dados .....	23
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
5.1. Composição da dieta .....	24
5.2. FP .....	29
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO A – Registros dos itens alimentares ingeridos pela tartaruga-verde nas áreas de estudo</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO B. Lista dos gêneros de macroalgas encontrados na dieta da tartaruga-verde.....</b>	<b>45</b>

## INTRODUÇÃO

As regiões costeiras abrigam diversos ecossistemas e uma grande biodiversidade marinha que, juntos, fornecem inúmeros bens e serviços à sociedade (MOBERG; FOLKE, 1999). Estas áreas têm sido o ponto focal de concentração de humanos e de extração de recursos naturais, o que resulta em diversas ações que impactam o meio negativamente, como introdução de espécies invasoras, poluição orgânica e inorgânica e eutrofização (LOTZE *et al.*, 2006). A poluição das regiões costeiras, causada principalmente por despejos de efluentes domésticos, industriais e agrícolas (BRODIE *et al.*, 2014), afeta a abundância e o modo de vida de muitas espécies, impactando, sobretudo, a cadeia alimentar das comunidades costeiras (FAHRIG, 2003).

Essa degradação ambiental também tem implicações diretas para os megaherbívoros marinhos, como os sirênios e as tartarugas-verdes (BAKKER; PAGÈS *et al.*, 2016b), que desempenham um papel crucial no ecossistema, devido à sua alimentação baseada em macroalgas e grama marinha, agindo como engenheiros ecossistêmicos capazes de influenciar a produtividade e a composição das espécies locais (BAKKER *et al.*, 2016).

Os impactos sobre os herbívoros começam nos efeitos sobre a estrutura das comunidades de algas, que são importantes indicadores de mudanças ambientais (ORFANIDIS *et al.*, 2003; BALLESTEROS *et al.*, 2007). Esses distúrbios levam à redução da diversidade dessas comunidades e promovem a dominância de algumas espécies oportunistas (GOROSTIAGA; DÍEZ, 1996). Como resultado, a tartaruga-verde é afetada diretamente por essa alteração, com estudos demonstrando que em áreas altamente impactadas, diversidade alimentar da sua dieta é reduzida (ARTHUR; BALAZS, 2008; LOPEZ-MENDILAHARSUI *et al.*, 2008). Essa mudança na dieta pode comprometer não apenas o desenvolvimento da tartaruga-verde, mas também as relações que ela estabelece nos ambientes recifais (GOATLEY; HOEY; BELLWOOD, 2012).

Outra consequência decorrente da degradação costeira, na qual há uma redução da qualidade da água e um empobrecimento da dieta das tartarugas-verdes (SANTOS *et al.*, 2011), é um enfraquecimento do sistema imunológico das tartarugas-verdes (GEORGE, 1997). Com a imunidade comprometida por uma dieta pobre em nutrientes, existe uma maior probabilidade da manifestação da fibropapilomatose (FP) (SANTOS *et al.*, 2011), uma doença neoplásica benigna, mas debilitante (HERBST, 1994). São múltiplos fatores envolvidos na FP, incluindo infecções bacterianas, parasitas e poluição como possíveis estressores que podem facilitar o

aparecimento da doença (GEORGE, 1997). Com isso, pode-se perceber que ela possui um leque de interligações com o ambiente e com os hábitos de vida do animal.

Dada a relevância da tartaruga-verde como bioindicadora da qualidade ambiental (AGUIRRE; LUTZ, 2004), torna-se essencial o estudo da sua biologia, para compreender como ela pode fornecer dados sobre o meio. Por isso, o estudo da dieta é essencial para auxiliar no entendimento sobre como elas interagem com outros organismos e com o ambiente em que vivem. E também, para identificar áreas críticas de alimentação e favorecer as tomadas de decisão acerca dos ambientes prioritários para implementação de medidas de conservação.

Assim, considerando toda a complexidade dos fatores que afetam a sobrevivência das tartarugas-verdes e a carência de estudos sobre aspectos de sua ecologia na costa alagoana, o presente trabalho tem como objetivos o estudo da dieta da espécie *Chelonia mydas* em duas áreas com diferentes graus de urbanização, Maceió e Área de Proteção Costa dos Corais, visando a compreensão das possíveis diferenças e impactos da ecologia alimentar na vivência da espécie.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a dieta das tartarugas-verdes em uma unidade de conservação e em uma área urbanizada.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar a riqueza de gêneros de macroalgas ingeridas por tartarugas-verdes dentro e fora de unidade de conservação;
- Avaliar a participação relativa e frequência de ocorrência que cada item representou na dieta das tartarugas-verdes;
- Avaliar a manifestação da fibropapilomatose nas tartarugas-verde dentro e fora da unidade de conservação.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Degradação costeira

As áreas costeiras têm sido, historicamente, ponto focal de ocupação humana devido aos inúmeros benefícios que elas oferecem, como recursos para subsistência, logística comercial nos portos, espaços para lazer e cultura (BAI *et al.*, 2015). As zonas costeiras são formadas por uma faixa marítima e outra terrestre, ocupadas por pequenas comunidades ou grandes metrópoles, o que caracteriza esta região como uma área de grandes atrativos e também muitos desafios.

A ocupação territorial brasileira ocorreu de forma desigual, em geral, da zona costeira para o interior, o que gerou um significativo adensamento populacional no litoral (CUNHA, 2005), com cerca de 40% da população brasileira vivendo nas zonas costeiras atualmente (FERREIRA; LACERDA, 2016). No geral, essa é uma região que foi crescendo com foco no desenvolvimento econômico e a questão ambiental só foi considerada quando a situação se tornou crítica (PINHO; CARRIÇO, 2021). Apenas em 1988 foi criada uma lei para lidar com o gerenciamento costeiro. A Lei nº 7.661/1988 institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, que “reflete a preocupação com o uso sustentável dos recursos naturais da zona costeira e propõe o planejamento integrado da utilização destes recursos, bem como o estabelecimento de diretrizes para o ordenamento da ocupação territorial dos espaços litorâneos” (BRASIL, 1988).

Esse movimento gerou, ao longo do tempo, uma necessidade de ampliação da infraestrutura, com construção de edifícios, calçadões e parques que causam a movimentação da areia e impermeabilização do solo. Estas movimentações influenciam a dinâmica dos ecossistemas costeiros, levando-os, em certos casos, a um estado de disfuncionalidade, até mesmo ao ponto em que a reversão da situação é impossível por conta do alto grau de comprometimento do bioma, seja ele manguezal, apicum, restinga ou recifes de coral (PINHO; CARRIÇO, 2021).

Frente a esses crescentes impactos antrópicos, que geram inúmeras pressões no ambiente, já não existem regiões dos oceanos sem a influência humana (HALPERN *et al.*, 2008). Os oceanos estão quase em sua totalidade afetados por múltiplos estressores

antropogênicos, que em determinados locais se sobrepõem, gerando pontos (hotspots) de impactos (HALPERN *et al.*, 2015). Com isso, as espécies viventes passam a não conseguir desempenhar seu papel ecológico, prejudicando a manutenção e saúde dos ecossistemas marinhos (ESTES *et al.*, 2016). São afetados os predadores de topo, como os tubarões, essenciais para o funcionamento do meio pelo seu potencial de alterar a estrutura das cadeias alimentares por meio de interações diretas ou indiretas, resultantes do consumo de presas ou da alteração de seus comportamentos (FERRETTI *et al.*, 2010). São afetadas também as populações de megaherbívoros marinhos, como a tartaruga-verde e o peixe-boi, vitais para o funcionamento do ecossistema, pois ao desempenharem seu papel como engenheiros ecossistêmicos podem alterar a produtividade e a composição de espécies do local, auxiliando na estruturação das comunidades bentônicas (BAKKER *et al.*, 2016). Este declínio populacional associado à degradação costeira altera a paisagem e impacta diretamente a saúde do ecossistema, levando a perda de serviços ecossistêmicos prestados por estes ambientes.

### **3.2. *Chelonia mydas***

No Brasil, ocorrem cinco espécies de tartarugas marinhas, que utilizam as regiões costeiras para se alimentar, desovar e/ou se reproduzir (BAPTISTOTTE, 2014). Uma delas é a tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, espécie com distribuição cosmopolita, que ocorre com mais frequência em regiões tropicais e subtropicais (KOT *et al.*, 2019). É altamente migratória e pode percorrer milhares de quilômetros de distância entre as áreas de reprodução e alimentação (SEMINOFF, 2004).

A tartaruga-verde possui um ciclo de vida longo e complexo. Assim que nascem, os filhotes nadam para as regiões oceânicas, onde passam de três a seis anos se alimentando de forma onívora e com hábitos pelágicos (MUSICK; LIMPUS, 1997). Após esse período, há o recrutamento para a zona nerítica, e com isso uma mudança na sua dieta, que passa a ser composta predominantemente por macroalgas e grama marinha (BJORNDAL, 1997, 1980; JONES, SEMINOFF, 2013). Porém, mesmo após o recrutamento, algumas tartarugas juvenis podem apresentar elevada taxa de carnivoría, possivelmente pelo fato de a microbiota no trato gastrointestinal ainda não estar completamente desenvolvida e especializada para digestão de matéria vegetal (BJORNDAL, 1980; 1985; CARMAN *et al.*, 2012), assim como por uma necessidade de diferentes minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais (BJORNDAL, 1985).

Além disso, o tempo de transição para herbivoria também é influenciado por fatores locais e regionais (SANTOS *et al.*, 2015; CARDONA *et al.*, 2010), que geram diferentes níveis de onivoria após o recrutamento (SANTOS *et al.*, 2015; CARMAN *et al.*, 2014; MORAIS *et al.*, 2014). O consumo de matéria animal se mostrou mais elevado em locais com temperaturas mais baixas, como no Sul do Brasil, onde estudos com análise da dieta de tartarugas-verdes juvenis mostraram a prevalência de uma dieta onívora (REISSER *et al.*, 2013; MORAIS *et al.*, 2014).

Quando começam a se alimentar nas regiões recifais com uma dieta majoritariamente herbívora (BJORNDAL, 1997), passam a exercer o papel de megaherbívoras, sendo consideradas engenheiras dos ambientes recifais (BAKKER *et al.*, 2006; ESTES *et al.*, 2016). Ao adotar esse comportamento herbívoro, as tartarugas-verdes ajudam a controlar o crescimento das macroalgas, de forma a estimular o crescimento de plantas mais novas e mais nutritivas e abrindo espaços nos recifes, o que permite o recrutamento e desenvolvimento de corais (WABNITZ *et al.*, 2010). Por isso, ao desempenharem esse papel ecológico, são consideradas engenheiras ecossistêmicas, exercendo o essencial processo de herbivoria, contribuindo para a manutenção e resiliência dos ecossistemas recifais (WABNITZ *et al.*, 2010; BAKKER *et al.*, 2016).

As áreas de alimentação da tartaruga-verde são registradas ao longo de toda a costa brasileira (MARCOVALDI *et al.*, 2011). Devido a sua extensão, existem diferenças regionais entre as áreas, como a heterogeneidade dos ambientes e a temperatura do meio (HORTA *et al.*, 2001). Essa diversidade resulta na formação de ambientes com condições diversas, logo, a ecologia alimentar de uma espécie é um reflexo das interações entre fatores extrínsecos, como a disponibilidade de itens no meio e a temperatura da água (SANTOS *et al.*, 2015; ESTEBAN, 2020), e fatores intrínsecos, relacionados às preferências alimentares, fisiologia e preferência por habitats (WHELAN; SCHMIDT, 2007).

Com essas variações regionais e locais, é esperado que populações de tartaruga-verde que habitam diferentes áreas adotem estratégias de alimentação e forrageio distintas, como uma adaptação às condições a que estão expostas (SANTOS *et al.*, 2015). Essas variações também terão impacto no tipo e na intensidade das ameaças a que esses animais estarão sujeitos ao longo da vida (SANTOS *et al.*, 2015).

Devido aos inúmeros impactos históricos e presentes aos quais as tartarugas-verdes estão expostas, como a captura incidental na pesca, a ingestão de resíduos antropogênicos, a ocupação desordenada, o crescimento da faixa litorânea e a degradação de habitats (HAMANN *et al.*, 2010; SCHUYLER *et al.*, 2014), atualmente ela é classificada como Em Perigo (EN) mundialmente (IUCN, 2019) e Quase Ameaçada (NT) pela Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (ICMBIO, 2018).

### **3.3. Impacto da degradação costeira sobre as tartarugas-verdes**

A rápida expansão do desenvolvimento costeiro tem custado a saúde dos ecossistemas marinhos, que ficam poluídos e degradados. Com isso, os animais que dependem direta e indiretamente das áreas costeiras sofrem de diversas formas (HAMANN *et al.*, 2010). As movimentações da areia da praia decorrentes das construções portuárias e atividades turísticas podem gerar problemas na escavação dos ninhos pelas tartarugas-verdes, impactando a arquitetura da câmara dos ovos e alterando a temperatura de incubação (o que influencia na proporção sexual), as taxas de trocas gasosas e a absorção de água (ICMBIO, 2011).

Há ainda o risco do trânsito de veículos nas praias, que podem atropelar fêmeas e filhotes e compactar os ninhos em incubação (ICMBIO, 2011), além de que os ruídos podem alterar o comportamento reprodutivo (LOHMANN *et al.*, 1997). Em regiões com uma atividade portuária intensa, as operações frequentemente têm um impacto significativo nos habitats marinhos usados por animais. Processos como dragagem, deposição de sedimentos dragados, assoreamento e a construção de estruturas como enrocamentos podem levar à degradação progressiva do ecossistema, resultando em condições inadequadas para a vida marinha (ICMBIO, 2011).

Contudo, o problema mais global e que afeta todos os ambientes é a poluição, que pode ser uma ameaça de diversas formas (sonora, térmica, luminosa, por plásticos, produtos químicos, efluentes e outras) (HAMANN *et al.*, 2010). Essa poluição tem consequências que reverberam por todo o ecossistema marinho, gerando efeitos diretos sobre as macroalgas. Estas, sendo uma das principais fontes alimentares das tartarugas-verdes, desempenham um papel ecológico vital na manutenção dos ecossistemas, incluindo a produção primária, liberação de oxigênio e fixação de carbono (RODRIGUES *et al.*, 2015). Elas possuem grande capacidade de serem monitoras da qualidade ambiental, visto que são sésseis e podem fornecer informações acerca do meio (ZHOU *et al.*, 2008).

Além disso, a composição química das macroalgas- vitaminas, minerais, aminoácidos – é influenciada por condições do ambiente (MISURCOVÁ, 2011). De forma que estressores antropogênicos podem alterar a diversidade e abundância das algas, sua composição química e nutricional (MISURCOVÁ, 2011). Isso pode estimular o crescimento de algas nocivas e cianobactérias, que podem produzir toxinas (metabólitos) prejudiciais à saúde dos animais (ARTHUR *et al.*, 2006b; CAPPER *et al.*, 2013). Consequentemente, a ecologia alimentar das tartarugas-verdes é comprometida, pois os impactos decorrentes reduzem a diversidade das comunidades e favorecem a dominância de espécies oportunistas, com alta capacidade de sobrevivência e tolerância a poluição (GOROSTIAGA; DÍEZ, 1996), limitando assim a disponibilidade de alimento e afetando diretamente a dieta das tartarugas-verdes (SANTOS *et al.*, 2011).

Algumas espécies de alga verde (Chlorophyta) são consideradas espécies pioneiras na sucessão ecológica, pois são capazes de colonizar ambientes com altas concentrações de nutrientes ou próximos a descargas de esgoto (SOLTAN *et al.*, 2001). Contudo, a elevada ocorrência dessas algas na alimentação das *C. mydas* pode ser prejudicial devido aos metabólitos secundários presentes em alguns gêneros, que dificultam a digestão (PAUL; FENICAL, 1986).

Essa redução da diversidade e consequente limitação nutricional de algas em locais degradados podem gerar impactos negativos na saúde das tartarugas-verdes, como a diminuição nas taxas de crescimento e maturação sexual tardia, levando a uma menor velocidade de recuperação de uma população adulta (BJORNDAL, 1980). Portanto, a degradação ambiental, ao alterar a diversidade química das algas, pode afetar a capacidade dos indivíduos de responder a doenças (BASTOS *et al.*, 2022).

### **3.4. Dieta e fibropapilomatose**

Os impactos na dieta decorrentes dos ambientes degradados geram um efeito cascata nos animais, pois a alimentação influencia todo o sistema vivo, e a qualidade nutricional do que está sendo ingerido afeta diretamente o sistema imunológico dos animais. Com um sistema imune comprometido por uma dieta pobre em nutrientes, há uma maior probabilidade da manifestação da fibropapilomatose (FP) (SANTOS *et al.*, 2011), uma doença neoplásica benigna, mas debilitante (HERBST, 1994).

Estudos recentes mostram que a FP é uma doença infecciosa emergente e que está relacionada a áreas degradadas (AGUIRRE; LUTZ, 2004), indicando que o ambiente exerce

influência sobre a sua manifestação (JONES *et al.*, 2016). A FP se manifesta em tumores internos e externos que variam de 0,1 até 30 cm de diâmetro, e seu impacto no desempenho das tartarugas vai depender do local e tamanho (HERBST, 1994; 1995). Ao se localizarem na região oral, podem dificultar ou impedir a alimentação, levando a um estado de subnutrição ou até mesmo à morte (AGUIRRE *et al.*, 2002).

Evidências mostram que o principal agente causador de FP é o herpesvírus *Chelonid alphaherpesvirus 5* (ChHV5) (JONES *et al.*, 2016; PAGE-KARJIAN, 2018). O DNA do herpesvírus já foi encontrado em todas as espécies de tartarugas marinhas, em todas as populações testadas e até mesmo em tartarugas clinicamente saudáveis (ALFARO-NUÑEZ; GILBERT, 2014). Isso mostra que existem diversos fatores envolvidos na manifestação de FP, incluindo infecções bacterianas, parasitas e poluição, que podem funcionar como possíveis estressores facilitando o aparecimento da doença (GEORGE, 1997).

Estudos analisaram a relação epidemiológica entre a FP e a eutrofização das regiões costeiras, e demonstraram como as tartarugas-verdes podem adoecer por meio da alimentação (HALL *et al.*, 2007), ativando infecções latentes de herpes e promovendo tumores por se alimentarem de macroalgas ricas em arginina (VAN HOUTEN *et al.*, 2014), um aminoácido que desempenha um papel importante na promoção dos tumores, e é especialmente importante para o herpesvírus (VAN HOUTEN *et al.*, 2014). Em laboratório foi visto que as infecções por herpesvírus requerem arginina, e que em sua ausência, eram diminuídas (MISTRY *et al.*, 2001). Isso ocorre porque a arginina é o principal componente das glicoproteínas do envelope viral do herpesvírus, que são essenciais para o ciclo de vida do vírus, facilitando a localização, fusão e entrada na célula do hospedeiro (KLYACHKIN; GERAGHTY, 2008).

A relação da manifestação da doença com a alimentação das tartarugas para além do impacto no sistema imunológico ainda está sendo investigada, pois os mecanismos que ligam a dieta das tartarugas, a eutrofização do ambiente e os tumores de FP ainda não são completamente compreendidos. Porém, estudos mostraram que a arginina pode agir como uma impulsionadora na promoção da doença (VAN HOUTEN *et al.*, 2014).

Fatores como a degradação costeira podem aumentar a ingestão de macroalgas com elevada quantidade desse aminoácido. Uma vez que em regiões degradadas há o desaparecimento das algas nativas e o crescimento de espécies de algas oportunistas, que, em geral, possuem uma proporção muito maior de arginina do que as espécies nativas (VAN HOUTEN *et al.*, 2014). Estudos sugerem que essas espécies oportunistas capturam o nitrogênio antropogênico e o armazenam como arginina, que é posteriormente transferida para as tartarugas durante o forrageio (VAN HOUTEN *et al.*, 2010).

Em ambientes eutrofizados, foram identificadas macroalgas com elevadas quantidades de arginina, em especial gêneros de algas oportunistas, *Ulva* e *Hypnea* (MCDERMID *et al.*, 2007). O gênero *Ulva*, que é um importante bioindicador de áreas degradadas (ORFANIDIS *et al.*, 2003) é encontrado em abundância ao longo da costa brasileira (HORTA *et al.*, 2001), inclusive áreas costeiras urbanizadas (SANTOS *et al.*, 2011). Sua presença elevada em áreas eutrofizadas se deve a capacidade de assimilar nutrientes, especialmente amônio, o que permite seu crescimento (NIELSEN *et al.*, 2012).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado na costa do estado de Alagoas, que possui aproximadamente 230 quilômetros de extensão, com um litoral marcado por recifes rasos do tipo franja e paralelos à linha de costa, principalmente na região norte e central do Estado (MMA, 2010). A área de estudo incluiu uma área altamente urbanizada na cidade de Maceió (9° 39' 59"S; 35° 44' 6"O) e uma área com baixa urbanização, APACC (8° 30'S a 9° 20'S; 4° 45'W a 35° 30'W) (Figura 1).

A região menos urbanizada é a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC). Criada por Decreto Federal em 23 de outubro de 1997, a APACC abrange 135 km de costa, num total de 413.563 ha de áreas terrestres e marinhas. Seu limite ao norte é o Rio Formoso (município de Rio Formoso, litoral sul de Pernambuco) e ao sul, o Rio Meirim (município de Maceió, Alagoas). É uma área classificada como de Uso Sustentável (MAIDA; FERREIRA, 2003).

A presença de extensos recifes rasos, do tipo franja, alinhados paralelamente e próximos à costa (LEÃO *et al.*, 2018) levou a criação da APACC, sendo a primeira APA no país a incluir recifes costeiros. Isso representa um reconhecimento fundamental da significativa importância ecológica, ambiental e econômica desses ecossistemas (MAIDA; FERREIRA, 1997).

Há a presença de rios ao longo da APACC, sendo eles uma das principais fontes que carregam nutrientes e sedimentos para o mar (COSTA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2022). Através desse carreamento, os rios podem influenciar a cobertura bentônica dos recifes, e consequentemente, na disponibilidade de alimento para as tartarugas-verde, que utilizam os recifes como áreas de alimentação.

De acordo com Maida e Ferreira (1997), os recifes de coral encontrados na APACC são formados por três linhas paralelas à linha da costa. Possuem grande diversidade de organismos, com elevada presença de macroalgas e zoantídeos. Estudos mais recentes da cobertura bentônica da região da APACC mostraram que os recifes foram dominados por macroalgas, com alta predominância de algas calcárias, algas pardas e turfs. Foi encontrada uma baixa cobertura de algas verdes e vermelhas, mas elevada presença de algas pardas, dominadas por algas da família Dictyotaceae (SOBRAL, 2020).

A região urbanizada, Maceió, é a capital de Alagoas e possui quase 1 milhão de habitantes e densidade demográfica de 1.854,10 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2011), possui uma gama de

atividades humanas na região litorânea, com muitos bares e restaurantes, um porto, ‘‘línguas de esgoto’’ e atividades de turismo. De forma que os recifes de coral e comunidades costeiras presentes na região estão sujeitos a diversos distúrbios causados por ações antrópicas.

O litoral alagoano é considerado importante área de alimentação para as tartarugas-verdes, pois é marcado pela abundância de ecossistemas recifais próximos à costa e pela presença de diversas áreas estuarinas (HORTA *et al.*, 2001, RUDORFF; GHERARDI, 2008), o que constitui um ambiente favorável ao desenvolvimento das macroalgas (HORTA *et al.*, 2001).

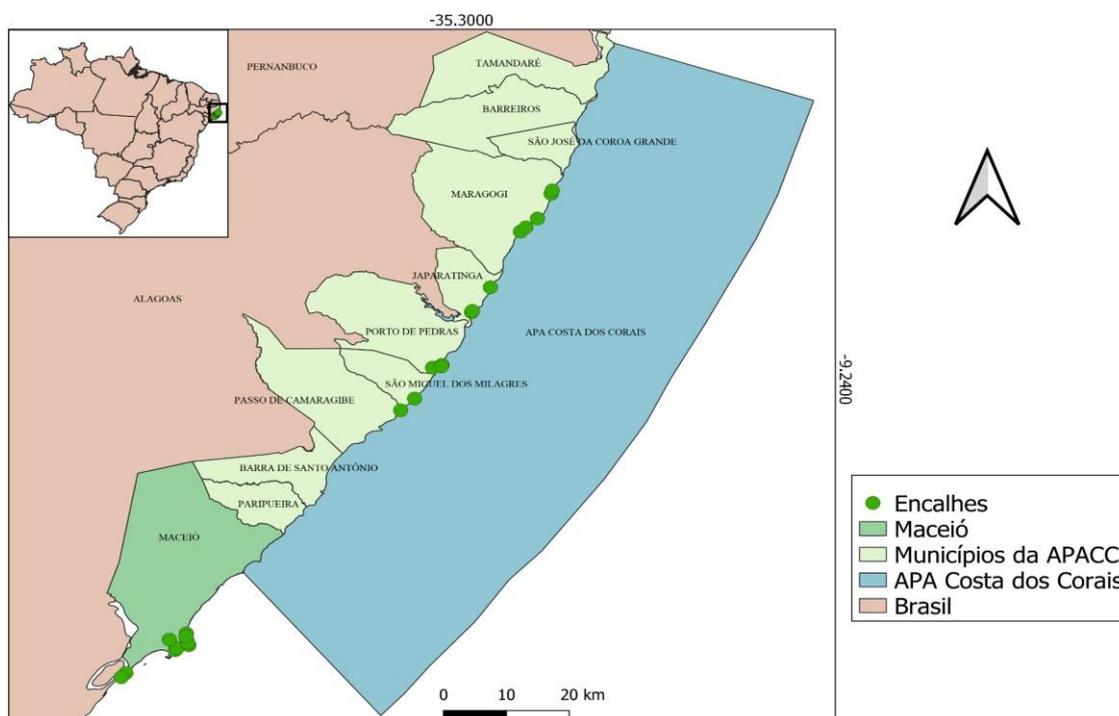


Figura 1. Área de estudo, composta pela região central (Maceió) e o litoral norte (APACC) de Alagoas

#### 4.2. Coleta de amostras

Os registros de encalhes ao longo da APACC sugerem que a tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, é a espécie mais abundante na região e representa cerca de 87% dos encalhes de tartarugas de maio de 2018 a fevereiro de 2020 (SOBRAL, 2021).

As amostras foram coletadas durante o Projeto de Monitoramento de Praias de Alagoas – MP/AL conduzido pelo Instituto Biota de Conservação, entre os meses de maio e dezembro de 2018. O Projeto consistiu no monitoramento das praias alagoanas por colaboradores do instituto. No monitoramento, realizado diariamente, as praias eram percorridas e era verificada a presença de tartarugas encalhadas na praia.

Os animais encontrados em óbito tinham o comprimento curvo de carapaça (CCC) medido através de fita métrica flexível. A partir do seu comprimento, elas foram classificadas como juvenis (CCC < 60 cm), subadultas (60 cm < CCC < 80 cm) e adultas (CCC > 80 cm) (Wyneken, 2001). Posteriormente, tinham seu TGI (trato gastrointestinal) recolhido e levado ao laboratório para análise. O conteúdo do estômago foi guardado e preservado em solução com formol.

### 4.3. Análise da dieta

Para análise da dieta das tartarugas-verdes foram usados o conteúdo estomacal de vinte e três indivíduos, sendo dez encontrados encalhados em Maceió, e os outros treze na região da APACC. O conteúdo do estômago foi selecionado, visto que fornece informações mais representativas do que as amostras esofágicas, onde apenas parte dos itens alimentares é recuperada (SEMINOFF *et al.*, 2002).

Os conteúdos estomacais foram coletados, pesados e preservados em solução formalina a 10%. Posteriormente, o material passou pelo seguinte processo: homogeneização, retirada de 50g de cada amostra e triagem. Depois as algas foram separadas por semelhança para posterior identificação até o menor nível taxonômico possível. Após a identificação, o volume de cada grupo foi medido com uma balança de precisão.

Os itens que não puderam ser identificados pelo fato de constituírem fragmentos indistintos, foram considerados miscelânea. Seu valor foi contabilizado no peso total das amostras.

A representatividade dos itens foi estabelecida com base na frequência de ocorrência (FO%) e na participação relativa (PR%), sendo:

$$FO \% = \frac{\text{N}^\circ \text{ de animais que ingeriram o item}}{\text{N}^\circ \text{ total de animais}} \times 100$$

$$PR \% = \frac{\text{Peso total do item em todas as amostras (g)}}{\text{Peso total de todas as amostras}} \times 100$$

### 4.4. Fibropapilomatose (FP)

Para avaliar a ocorrência da doença nos espécimes foi utilizada a prevalência, que é o número relativo (%) de tartarugas afetadas pelo tumor em determinada área. Para obter a prevalência, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\text{Prevalência (FP)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tartarugas com FP}}{\text{N}^\circ \text{ total de tartarugas}} \times 100$$

#### 4.5. Análises estatísticas

Para avaliar as possíveis diferenças entre a dieta dentro e fora da área de conservação, foi utilizada a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA). Para visualizar o padrão espacial dos centroides, foi utilizada uma técnica de análise multivariada (MDS) que exhibe as amostras num gráfico de duas dimensões.

Ambas as análises foram realizadas utilizando o índice Bray-Curtis, uma medida que leva em consideração a presença/ausência e abundância de gêneros em diferentes amostras. Portanto, um gráfico MDS com Bray-Curtis pode indicar a similaridade ou dissimilaridade entre as amostras com base em sua composição de gêneros.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Indivíduos analisados

Os indivíduos da APACC (n = 13) tiveram o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) médio de 55,7 cm (DP: 14,5; min-máx: 37,2 – 75,5). Seis indivíduos foram considerados juvenis (CCC < 45cm) e sete considerados subadultos (60cm < CCC < 80cm). Tiveram o peso médio do conteúdo estomacal médio de 241,16 g (DP: 173,8; min-máx: 52,6 – 525,4 g).

Os indivíduos de Maceió (n = 10) apresentaram CCC médio de 66,47 cm (DP: 10,7; min-máx: 47,1 – 80,1 cm). Quatro indivíduos foram classificados como juvenis, cinco foram subadultos e apenas um adulto (CCC > 80cm). O peso médio do conteúdo alimentar estomacal de 302,97g (DP: 218,2; min-máx: 55,6 – 740,8 g).

### 5.2. Composição da dieta

A dieta das tartarugas-verdes em ambas as localidades foi composta principalmente por macroalgas, representando 62,3% na APACC e 67,9% em Maceió. Além disso, a grama marinha também estava presente, embora em menor quantidade (Figura 2).

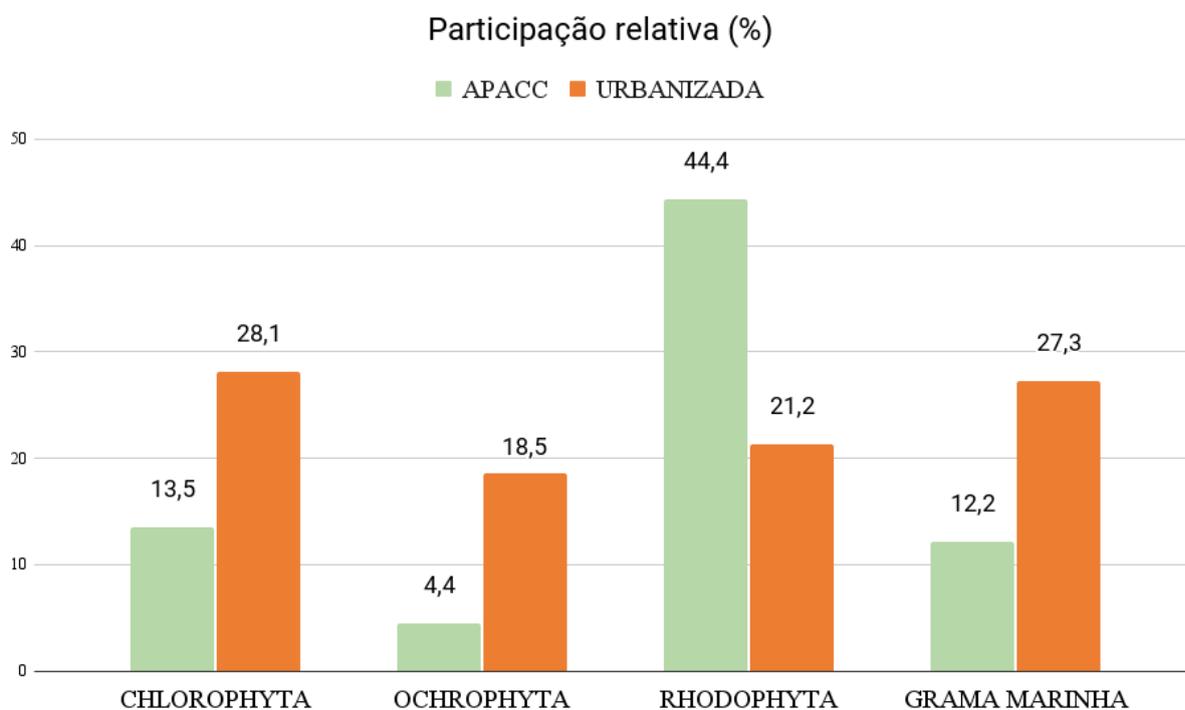


Figura 2. Participação relativa dos principais grupos vegetais ingeridos pelas tartarugas-verdes na região urbanizada (Maceió) e na APACC

O tamanho dos animais (CCC) não influenciou na composição da dieta das tartarugas-verdes, com juvenis, subadultas e adultas se alimentando de itens de origem vegetal, e com consumo de matéria animal muito baixo nas duas áreas. Em Maceió, representou 0,1% da dieta, e na APACC, 1,5%.

Na APACC, foram determinados vinte e um gêneros de macroalgas no conteúdo estomacal, que se dividiram em: três de Chlorophyta, sete de Ochrophyta e onze de Rhodophyta. O grupo mais relevante foi o das algas vermelhas (Rhodophyta), com participação relativa de 44,4% (Figura 2). O gênero *Gelidium* foi o item mais ingerido tanto com relação à frequência de ocorrência (85%), quanto a participação relativa (20,7%) (Tabela 1). Foi baixa a diversidade de algas verdes ingeridas, limitando-se a três gêneros. Porém, destes, o gênero *Caulerpa* teve grande representatividade, sendo o segundo item em participação relativa na dieta, e sendo ingerido por nove dos treze indivíduos (Tabela 1).

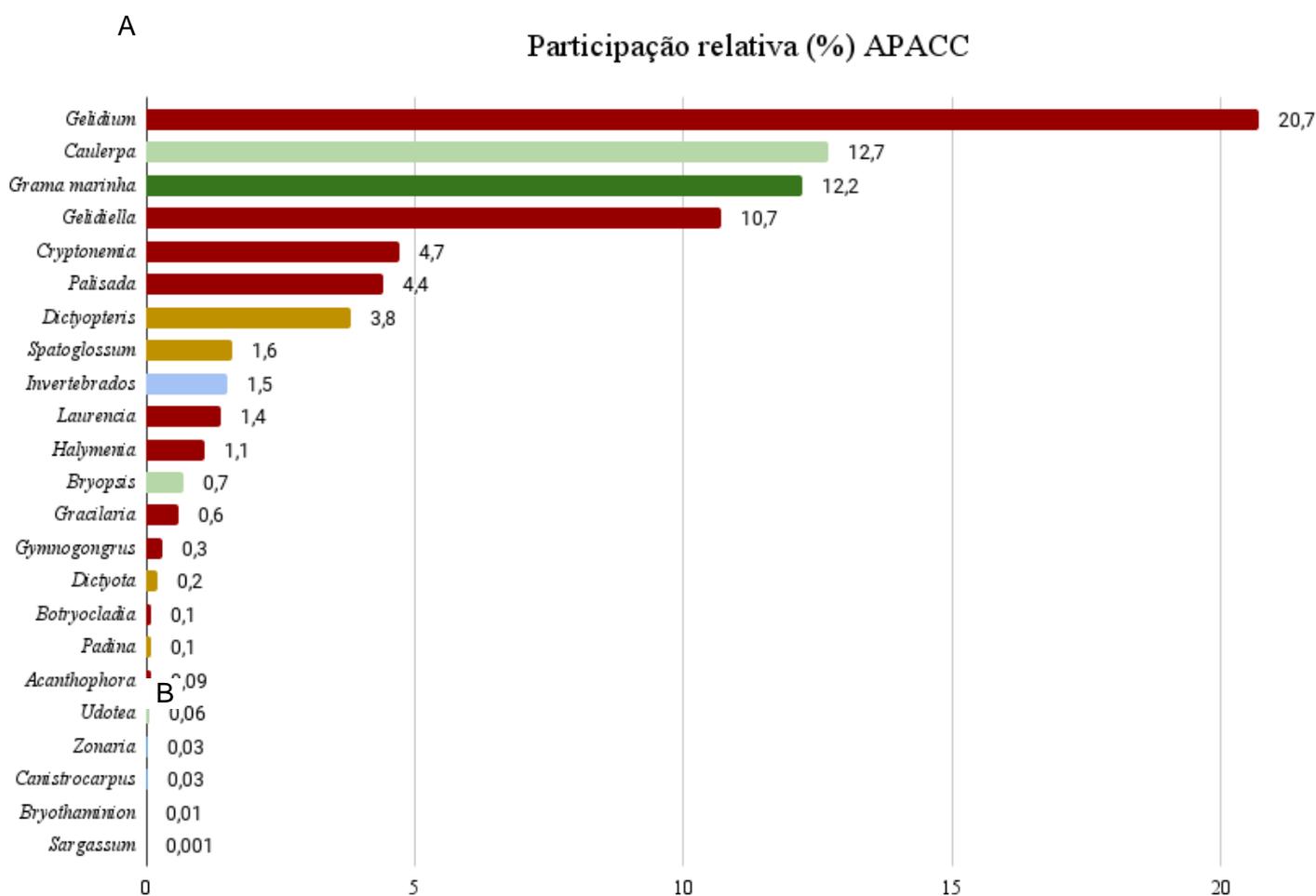
Dentre as algas pardas, o único gênero que teve participação considerável na dieta foi *Dictyopteris*, que embora tenha sido o gênero mais frequente, teve participação relativa de apenas 3,8% (Tabela 1). A grama marinha foi consumida por seis indivíduos, sendo que em quatro deles foram encontrados apenas traços deste item, enquanto em outros dois a grama marinha representou a maior parte da dieta. Sua participação relativa de 12,2%, sendo o terceiro item mais consumido.

**Tabela 1.** Participação relativa e Frequência de ocorrência dos itens da dieta dos indivíduos de *Chelonia mydas* na região urbanizada, Maceió, e na região preservada, APACC.

	URBANIZADA		NÃO URBANIZADA	
	PR (%)	FO (%)	PR (%)	FO (%)
<b>RHODOPHYTA</b>	<b>21,2</b>		<b>44,4</b>	
<i>Amansia</i>	0,01	10	-	-
<i>Acanthophora</i>	-	-	0,09	7,5
<i>Botryocladia</i>	0,3	10	0,1	15
<i>Bryothaminion</i>	-	-	0,01	15
<i>Cryptonemia</i>	3,2	50	4,7	54
<i>Gelidiella</i>	4,1	50	10,7	61
<i>Gelidium</i>	13,3	60	20,7	85
<i>Gracilaria</i>	-	-	0,6	7,5
<i>Gymnogongrus</i>	-	-	0,3	7,5
<i>Halymenia</i>	-	-	1,1	7,5
<i>Laurencia</i>	0,2	10	1,4	15
<i>Palisada</i>	-	-	4,4	31
<b>CHLOROPHYTA</b>	<b>28,1</b>		<b>13,5</b>	
<i>Bloodleopsis</i>	0,4	20	-	-
<i>Bryopsis</i>	7,3	50	0,7	38
<i>Caulerpa</i>	11,4	50	12,7	70
<i>Udotea</i>			0,06	7,5
<i>Ulva</i>	8,7	10		
<b>OCHROPHYTA</b>	<b>18,5</b>		<b>4,4</b>	
<i>Canistrocarpus</i>	-	-	0,03	7,5
<i>Dictyopteris</i>	17,5	60	3,8	77
<i>Dictyota</i>	0,7	30	0,2	15
<i>Padina</i>	-	-	0,1	7,5
<i>Sargassum</i>	-	-	0,001	7,5
<i>Spatoglossum</i>	-	-	1,6	7,5
<i>Zonaria</i>	0,2	10	0,03	7,5
<b>GRAMA MARINHA</b>	<b>27,3</b>	<b>30</b>	<b>12,2</b>	<b>46</b>
<b>MATÉRIA ANIMAL</b>	<b>0,1</b>	<b>20</b>	<b>1,5</b>	<b>38</b>

Em Maceió, foram ingeridos treze gêneros de macroalgas, sendo quatro de Chlorophyta, três de Ochrophyta e seis de Rhodophyta. O item mais ingerido foi a grama marinha (PR: 27,3%) (Figura 3). Apenas três indivíduos se alimentaram dela, porém, em grande quantidade, com esse item representando praticamente a totalidade da dieta.

O segundo item mais ingerido foram as algas pardas do gênero, *Dictyopteris*, com participação relativa de 17,5%, e frequência de ocorrência de 60%. O gênero *Gelidium* também apresentou FO de 60%, indicando que mais da metade dos animais se alimentaram desses itens.



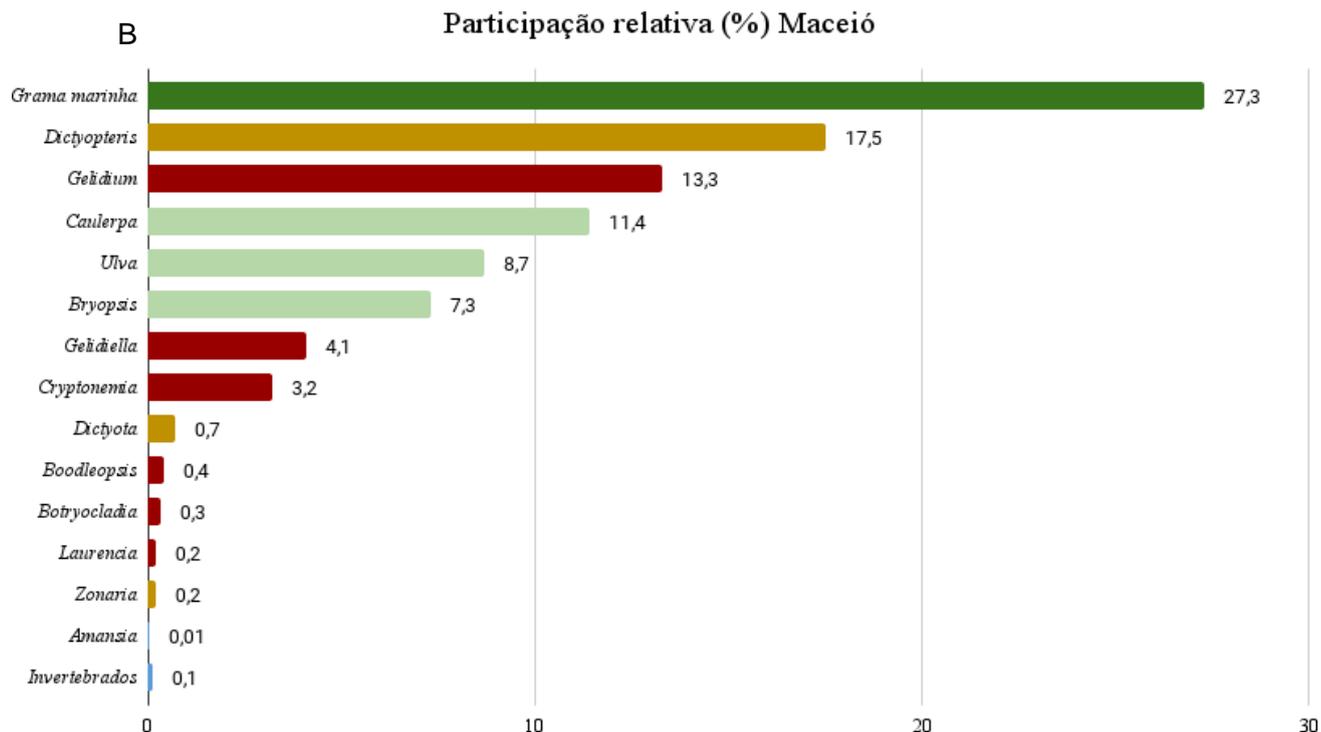


Figura 3. Participação relativa dos itens ingeridos por tartarugas-verdes na APACC (A) e em Maceió (B).

Os resultados mostram que existe uma variação entre as dietas nas duas localidades, porém, esta diferença não foi significativa ( $P= 0,057$ ).

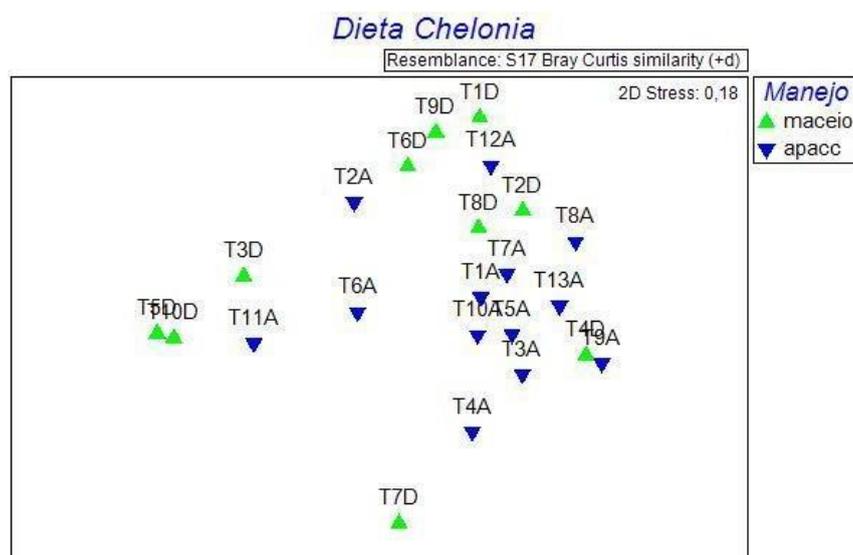


Figura 4. Análise gráfica, através de MDS, da dieta das tartarugas-verde na APACC (azul) e em Maceió (verde)

### **5.3. FP**

Todos os animais do estudo foram analisados com relação à fibropapilomatose. Entre os indivíduos da APACC, a prevalência da doença foi de 7,7%, com apenas um animal apresentando tumores. Em Maceió, a prevalência de FP foi de 40%.

## 6. DISCUSSÃO

A dieta foi predominantemente herbívora em todos os indivíduos analisados neste estudo. Este resultado está de acordo com trabalhos sobre ecologia alimentar realizados em outros locais tropicais, onde a dieta das tartarugas-verdes é composta majoritariamente por macroalgas e grama marinha (SEMINOFF *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2011; HOLLOWAY-ADKINS; HANISAK, 2017). No entanto, houve certas diferenças entre a dieta dos indivíduos nas duas áreas. Na região da APACC observou-se uma maior riqueza de gêneros ingeridos, com o predomínio de algas do grupo Rhodophyta. Já em Maceió, a dieta apresentou-se menos diversificada, com maior ingestão de algas do grupo Chlorophyta e de grama marinha.

Esse padrão de herbivoria foi observado em um estudo de revisão realizado por Esteban e colaboradores (2020) que analisou a variação da dieta dos indivíduos com relação à temperatura do meio e indicou que em áreas de alimentação nas regiões tropicais, há predominância de itens vegetais na dieta das tartarugas-verdes, corroborando com os dados obtidos neste estudo.

A seleção alimentar de macroalgas e grama marinha está relacionada com diversas questões, entre elas, a disponibilidade dos itens nos sítios de alimentação, sendo este um fator extrínseco determinante na dieta dos animais (SANTOS *et al.*, 2015). Nos recifes brasileiros, há uma elevada cobertura de macroalgas (REISSER *et al.*, 2013; JARDIM *et al.*, 2015), e estudos realizados na APACC que analisaram o substrato nos recifes de coral, indicaram que algas foram uma constante na grande maioria das praias (STEINER *et al.*, 2015), o que pode ter facilitado a elevada ingestão.

No conteúdo estomacal de tartarugas-verdes encontradas na região da APACC, foram identificados vinte e um gêneros de macroalgas na sua dieta, além de uma maior riqueza de gêneros ingeridos por indivíduo, com uma média de seis gêneros. Houve grande ingestão de algas vermelhas e predominância do gênero *Gelidium*. Outros estudos realizados com animais que forrageiam em áreas mais preservadas mostram que, comumente, a dieta é baseada em elevada ingestão de Rhodophyta (ARTHUR; BALAZS, 2008; REISSER *et al.*, 2013, SEMINOFF *et al.*, 2002; JARDIM *et al.*, 2015). Essas algas possuem propriedades como altos valores calóricos e proteicos, geralmente limitantes na dieta herbívora (MCDERMIND *et al.*, 2007), além de boa digestibilidade e qualidade nutricional (CAMPOS, CARDONA; 2019). Tais aspectos podem ser decisivos para a seletividade das algas vermelhas pelos indivíduos.

A alga verde *Caulerpa*, foi o segundo gênero mais ingerido, ficando atrás apenas de *Gelidium*. Apesar de ter contribuído significativamente para a dieta dos animais deste estudo,

algas desse gênero podem ser rejeitadas pelos megaherbívoros, devido à presença de metabólitos secundários, como a caulerpina, que possui toxicidade considerável e atua como um fator anti-herbivoria (STENECK *et al.*, 2017; PAUL; FENICAL, 1986). A elevada ingestão dessa alga pode estar relacionada a outros benefícios nutricionais, como a maior proporção de gordura quando comparada aos demais grupos (RODRIGUES *et al.*, 2015).

*Dictyopteris*, gênero de alga parda, apresentou elevada frequência de ocorrência, mas baixa participação relativa, indicando a possibilidade de essas algas terem sido ingeridas em conjunto com as algas alvo. Assim como o gênero *Caulerpa*, algas deste gênero também possuem grande concentração de metabólitos secundários, que atuam como fatores anti-herbivoria (STENECK *et al.*, 2017), podendo agir como um fator de rejeição para as tartarugas-verdes, visto que estudos mostram que algas pardas são geralmente consumidas em pequena quantidade e raramente aparecem como dominantes na dieta (BJORNDAL, 1985), mesmo quando estão presentes no ambiente. Estudos na área da APACC mostraram que há a presença marcante de algas pardas, como *Dictyota* e *Sargassum* (STEINER *et al.*, 2015), porém, ambas foram ingeridas em pequenas quantidades pelas tartarugas deste estudo.

Além das macroalgas, a grama marinha é um item comumente ingerido por tartarugas-verdes ao redor do mundo (PALMER *et al.*, 2021; HERREN *et al.*, 2018). Na região da APACC, seis indivíduos se alimentaram de grama, sendo que em dois, ela representou quase a totalidade do conteúdo estomacal. Ao se alimentarem nos prados de grama marinha, as tartarugas-verdes atuam como engenheiras dos ecossistemas, estruturando as comunidades através de suas atividades de forrageamento, geralmente aumentando a complexidade do meio (COLEMAN; WILLIAMS, 2002).

Itens de origem animal foram ingeridos em pequena quantidade em ambas as localidades, resultado que indica que possivelmente foram ingeridos de forma incidental, já que muitos invertebrados vivem nos recifes de coral, local que as tartarugas se alimentam das macroalgas. A ingestão de matéria animal pelas *C. mydas* de forma intencional é mais frequente em regiões mais frias, pois com menores temperaturas há a diminuição da eficiência digestiva (BJORNDAL, 1980), dificultando a capacidade de digerir itens de origem vegetal e levando a uma maior ingestão de matéria animal para o suporte energético necessário (BJORNDAL, 1980; MORAIS *et al.*, 2014). A alimentação baseada em macroalgas e grama marinha é mais comum em regiões mais quentes, onde a disponibilidade desses itens é maior (SEMINOFF *et al.*, 2002; JARDIM *et al.*, 2015).

Em Maceió, a diversidade de gêneros ingeridos foi menor que na APACC, totalizando treze gêneros. A riqueza de gêneros por indivíduo também foi menor, com uma média de 4,5

gêneros por animal. Isso corrobora com estudos que mostram que tartarugas que forrageiam em regiões mais urbanizadas tendem a ter dietas mais pobres em comparação aquelas encontradas em áreas preservadas (GRILO *et al.*, 2013, SANTOS *et al.*, 2011). Isso ocorre devido às alterações no ambiente decorrentes da urbanização, que têm um impacto direto na biodiversidade das macroalgas no ecossistema (DÍEZ *et al.*, 1999). Fatores como a turbidez, a poluição orgânica e a presença de compostos tóxicos e sedimentação têm efeitos desestabilizadores nas algas, levando a uma simplificação das comunidades, caracterizada pela redução da riqueza e abundância das espécies (GOROSTIAGA; DÍEZ, 1996; SCHERNER *et al.*, 2013).

O item que apresentou maior participação relativa em Maceió, foi a grama marinha, mas apenas três indivíduos se alimentaram dela. Esse resultado reforça a ideia de que, em geral, as tartarugas-verdes tendem a especializar sua dieta em grama marinha ou macroalgas (FUENTES *et al.*, 2006). Essa diferenciação na seleção do tipo de item alimentar pode estar relacionada às diferentes microbiotas intestinais necessárias para digerir cada alimento, pois os carboidratos complexos desses itens são diferentes. Portanto, uma dieta mista pode resultar em uma menor eficiência digestiva (BJORNDAL, 1980). No geral, mesmo quando há disponibilidade de ambas no meio, há essa seleção entre algas ou grama marinha na dieta. Existe influência também do estado de saúde de cada indivíduo, pois por serem animais de vida longa, podem sofrer com exposição a longo prazo de fatores antropogênicos danosos (LUTZ *et al.*, 2002), gerando assim, necessidades específicas que podem determinar o item predominante da dieta.

O gênero *Dictyopteris* teve a segunda maior participação relativa. Dos seis animais que ingeriram essa alga, apenas dois se alimentaram dela em quantidade significativa, corroborando com estudos que mostram que, no geral, algas pardas são preteridas na dieta (PAUL; FENICAL, 1986), por conta das propriedades químicas que atuam como fatores anti-herbivoria (ZATELLI *et al.*, 2018), além de serem algas que contém pouca proteína (RODRIGUES *et al.*, 2015). A ingestão elevada observada neste estudo pode estar relacionada com o fato de algas desse gênero serem oportunistas, ou seja, possuem crescimento rápido e ciclo de vida curto (ORFANIDIS *et al.*, 2003), com capacidade de prosperar em ambientes mais poluídos. Os demais gêneros de alga parda ingeridos - *Dictyota* e *Zonaria* - foram pouco expressivos em frequência e quantidade.

Alguns gêneros como *Amansia*, *Zonaria*, *Laurencia* e *Botryocladia* apresentaram frequência de ocorrência baixa, sendo encontradas em apenas um indivíduo e em quantidades

irrisórias. Este resultado indica que possivelmente essas espécies não eram alvo dos animais, e sim que foram ingeridas em conjunto com outros itens.

Dentre as macroalgas, o grupo das algas verdes, com os gêneros *Ulva*, *Caulerpa* e *Bryopsis*, predominou na dieta dos indivíduos em Maceió. A elevada ingestão desse grupo de algas está relatada em outros estudos realizados em regiões urbanizadas no Brasil (SANTOS *et al.*, 2011; FERREIRA, 2018). Isso ocorre pelo fato dessas algas serem oportunistas, o que faz com que penetrem no ambiente e se reproduzam de forma mais acentuada (ORFANIDIS *et al.*, 2003).

O resultado da dieta dos indivíduos neste estudo indica que as alterações ambientais podem ter influenciado na composição da cobertura bentônica e, conseqüentemente, na oferta de gêneros para as espécies herbívoras. Com isso, as tartarugas-verdes podem ter prejuízos nutricionais, pois a redução de itens na dieta pode gerar uma restrição nutricional (BJORNDAL, 1980).

A dieta é um dos principais fatores que está relacionado com a saúde dos indivíduos (ROBINSON *et al.*, 2010), e influencia diretamente o microbioma intestinal, que também é afetado por componentes ambientais (PRICE *et al.*, 2017). A baixa riqueza de itens alimentares encontrados na dieta dos indivíduos de Maceió pode levar a impactos na sobrevivência desses animais, pois a alteração do microbioma intestinal afeta diretamente a resposta imune dos animais, levando a uma modificação nas funções que eles desempenham no meio (BLOODGOOD *et al.*, 2020). Portanto, devido às alterações e impactos ambientais, a capacidade dos animais de combater doenças pode ser comprometida (BASTOS *et al.*, 2022).

Esse empobrecimento da dieta dos indivíduos de Maceió, associado ao alto grau de urbanização da área (BLOODGOOD *et al.*, 2020; ROSSI *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2011), pode ter sido um fator que favoreceu a manifestação da fibropapilomatose, visto que a prevalência da doença em Maceió foi de 40% e na APACC foi apenas 7,7%. Diversos estudos mostram que existe uma correlação entre a alta prevalência de FP nas tartarugas marinhas e a sua residência em áreas degradadas, indicando que pode haver uma influência da qualidade ambiental sobre a prevalência da doença (JONES *et al.*, 2016; VAN HOUTAN *et al.*, 2010), fato este que corrobora os resultados deste estudo.

Trabalhos que analisaram a relação epidemiológica entre FP e a eutrofização das regiões costeiras, mostraram que a dieta dos animais pode estar ativando infecções latentes de herpes e promovendo tumores por se alimentarem de macroalgas ricas em arginina, que pode agir como uma impulsionadora na promoção da doença (VAN HOUTEN *et al.*, 2014).

Fatores como a degradação costeira podem aumentar a ingestão de macroalgas com elevada quantidade de arginina, pois, em regiões degradadas há o desaparecimento de algas nativas e o crescimento de espécies de algas oportunistas, que no geral, possuem arginina numa proporção muito maior que as espécies nativas (VAN HOUTEN *et al.*, 2014).

Os resultados desse estudo mostraram que as tartarugas que se alimentaram na região urbanizada tiveram uma menor riqueza de gêneros ingeridos na dieta e uma maior prevalência de FP. Porém, mais estudos precisam ser realizados para avaliar se existe uma relação entre os itens alimentares e a doença.

## 7. CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste trabalho mostraram a tendência à herbivoria esperada para a espécie, sendo a ingestão de macroalgas predominante em ambas as áreas do estudo. Foi observado que a degradação costeira pode ter gerado efeitos adversos no meio, e consequentemente, na ecologia alimentar das tartarugas-verdes, levando a um empobrecimento da dieta, com a redução no número de gêneros de algas ingeridas quando comparado a área menos urbanizada (APACC).

Esse impacto se evidencia também na maior proporção de algas verdes, Chlorophyta, presentes na dieta dos animais que se alimentaram em Maceió, grupo de algas geralmente associado a áreas com maior grau de poluição. Outro fator relevante é a prevalência de fibropapilomatose, que foi maior na região de Maceió. A ocorrência dos tumores gerados pela FP podem comprometer a alimentação das tartarugas, e consequentemente, sua sobrevivência, o que evidencia a importância de conservar as áreas de forrageio das tartarugas-verdes para que as ações antropogênicas não comprometam suas funções no meio.

A dieta das tartarugas-verdes da região da APACC foi composta predominantemente por Rhodophytas, grupo de algas comumente associadas a ambientes mais preservados. Este dado mostra a importância da APACC para as tartarugas-verdes que forrageiam na região, pois a melhora na qualidade dos itens consumidos influencia o desenvolvimento, crescimento e saúde dos indivíduos, fazendo com que as tartarugas-verdes possam desempenhar seu papel ecológico, essencial para o funcionamento do ecossistema.

Para que as ações de conservação sejam bem-sucedidas, é importante que diversos indicadores sejam analisados. A ecologia alimentar é um deles, e se configura como um meio essencial de acessar informações acerca das tartarugas-verdes e do meio ambiente em si, pois a dieta é uma das principais formas com que os animais interagem com o meio.

Neste estudo, fica evidente que a degradação costeira pode estar afetando as *Chelonia mydas*. Portanto, enfatiza-se a importância e a necessidade de implementar medidas de conservação que não apenas contemplem as tartarugas-verdes, mas que considerem o ecossistema no qual ela está inserida.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE A. A.; BALAZS, G.H.; SPRAKER, T.R.; MURAKAWA, S.K.K.; ZIMMERMAN, B. 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 fibropapillomatosis an indicator? **EcoHealth**, v. 1, p. 275–283, 2004.

ALFARO-NUÑEZ, A.; GILBERT, M.T.P. Validation of a sensitive PCR assay for the detection of Chelonid fibropapilloma-associated herpesvirus in latent turtle infections. **Journal of Virological Methods**, v. 206, p. 38–41, 2014.

ARTHUR, K. E.; BALAZS, G. H. A comparison of immature green turtle (*Chelonia mydas*) diets among seven sites in the main Hawaiian Islands. **Pacific Science**, v. 62, n. 2, p. 205-217, 2008.

ARTHUR, K.E.; SHAW, G.R.; LIMPUS, C.J.; UDY, J.W. A review of the potential role of tumor promoting compounds produced by *Lyngbya majuscula* in marine turtle fibropapillomatosis. **African Journal of Marine Science**, v. 28, n. 2, p. 441–446, 2006b.

BAI, X.; GRIFFITH, C.; KREMER, H.; LAMPIS, A.; MCEVOY, D.; NICHOLLS, R.J.; PELLING, M.; ROBERTS, D.; ZELAYA, S. Coastal zones and urbanization. Summary for decision-makers, UNU-IHDP, 2015.

BAKKER, E.S.; WOOD, K.A.; PAGES, J.F.; VEEN, G.F. (CISKA); CHRISTIANEN, M. M.J.A.; SANTAMARIA, L.; NOLET, B.A.; HILT, S. Herbivory on freshwater and marine macrophytes: a review and perspective. **Aquatic Botany**, v. 135, p. 18-36, 2016.

BAKKER, E.S.; PAGÈS, J.F.; ARTHUR, R.; ALCOVERRO, T. Assessing the role of large herbivores in the structuring and functioning of freshwater and marine angiosperm ecosystems. **Ecography**, v. 39, n. 2, p. 162–79, 2016a.

BALLESTEROS, E.; TORRAS, X.; PINEDO, S.; GARCÍA, M.; MANGIALAJO, L.; DE TORRES, M. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. **Marine Pollution Bulletin**, v. 55, p. 172-180, 2007.

BAPTISTOTTE, C. Testudines marinhos (tartarugas marinhas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária. São Paulo: Roca, 2014.

BASTOS, K.V.; MACHADO, L.P.; JOYEUX, J.C.; FERREIRA, S.J.; MILITÃO, F.P.; FERNANDES, V.O.; SANTOS, R.G. Coastal degradation impacts on green turtle's (*Chelonia mydas*) diet in southeastern Brazil: Nutritional richness and health. **Science of the Total Environment**, v. 823, p. 153593, 2022.

BJORNDAL, K. A. Nutritional ecology of sea turtles. **Copeia**, p. 736-751, 1985.

BJORNDAL, K.A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, v. 56, p. 147-154, 1980.

BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: P. L. Lutz; J. A. Musick, (Eds.) **The biology of sea turtles**, Boca Raton: CRC Press, Boca Raton, Fla. V. 1, p. 199-231, 1997.

BLOODGOOD, J.C.G.; HERNANDEZ, S.M.; ISAIAH, A.; SUCHODOLSKI, J.S.; HOOPES, L.A.; THOMPSON, P.M.; WALTZEK, T.B.; NORTON, T.M. The effect of diet on the gastrointestinal microbiome of juvenile rehabilitating green turtles (*Chelonia mydas*). **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, p. e0227060, 2020.

BRODIE, J.; ARIEL, E.; THOMAS, C.; O'BRIEN, D.; BERRY, K. Links between water quality and marine turtle health. **Centre for Tropical Water & Aquatic Ecosystem Research (TropWATER)**. James Cook University, 2014.

CAMPOS, P.; CARDONA, L. Individual variability in the settlement of juvenile green turtles in the western South Atlantic Ocean: relevance of currents and somatic growth rate. **Marine Ecology Progress Series**, v. 614, p. 173-182, 2019.

CAPPER, A.; FLEWELLING, L.J.; ARTHUR, K. Dietary exposure to harmful algal bloom (HAB) toxins in the endangered manatee (*Trichechus manatus latirostris*) and green sea turtle (*Chelonia mydas*) in Florida, USA. **Harmful Algae**, v. 28, 2013.

CARDONA, L.; CAMPOS, P.; LEVY, Y.; DEMETROPOULOS, A.; MARGARITOULIS, D. Asynchrony between dietary and nutritional shifts during the ontogeny of green turtles (*Chelonia mydas*) in the Mediterranean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 393, p. 83–89, 2010.

CARMAN, V. G., FALABELLA, V., MAXWELL, S., ALBAREDA, D., CAMPAGNA, C.; MIANZAN, H. Revisiting the ontogenetic shift paradigm: the case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 429, p. 64-72, 2012.

CARMAN, V. G.; BOTTO, F.; GAITÁN, E.; ALBAREDA, D.; CAMPAGNA, C.; MIANZAN, H. A jellyfish diet for the herbivorous green turtle *Chelonia mydas* in the temperate SW Atlantic. **Marine Biology**, Berlin, v. 161, p. 339-349, 2014.

COLEMAN, F.C.; WILLIAMS, S.L. Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, p. 40-44, 2002.

COSTA, J.R., OZEAS, S.; NIMMO, M.; ATTRILL, M.J. Coastal nutrification in Brazil: a review of the role of nutrient excess on coral reef demise. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 25, n. 2, p. 257-270, 2008.

DÍEZ, I.; SECILLA, A.; SANTOLARIA, A.; GOROSTIAGA, J. M. Phyto-benthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, p. 6, 463-472, 1999.

ESTEBAN, N.; MORTIMER, J.A.; STOKES, H.J.; LALOË, J.O.; UNSWORTH, R.K.F.; HAYS, G.C. A global review of green turtle diet: sea surface temperature as a potential driver of omnivory levels. **Marine Biology**, v. 167, n. 12, p. 1-17, 2020.

ESTES, J.A.; HEITHAUS, M.; MCCAULEY, D.J.; RASHER, D.B.; WORM, B. Megafaunal impacts on structure and function of ocean ecosystems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 41, p. 83-116, 2016.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FERREIRA, A.C.; LACERDA, L.D. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Ocean Coast Management**, v. 125, p. 38–46, 2016.

FERREIRA, J.S. Impacto da urbanização sobre as tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) e seu potencial como sentinela da degradação costeira. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 2018.

FERRETTI, F.; WORM, B.; BRITTEN, G.L.; HEITHAUS, M.R.; LOTZE, H.K. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. **Ecology Letters**, v. 13, p. 1055–1071, 2010.

FUENTES, M.M.P.B.; LAWLER, I.R.; GYURIS, E. Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. **Wild Res**, v. 33, p. 671-678, 2006.

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. s. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, p. e39979, 2012.

GOROSTIAGA, J.M.; DÍEZ, I. Changes in the sublittoral benthic marine macroalgae in the polluted area of Abra de Bilbao and proximal coast (Northern Spain). **Marine Ecology Progress Series**, v. 130, p. 157–167, 1996.

GRILO, C. F.; NETO, R. R.; VICENTE, M. A.; DE CASTRO, E. V. R.; FIGUEIRA, R. C. L.; CARREIRA, R. S. Evaluation of the influence of urbanization processes using mangrove and fecal markers in recent organic matter in a tropical tidal flat estuary. **Applied geochemistry**, v. 38, p. 82-91, 2013.

HALL, S.R.; SIVARS-BECKER, L.; BECKER, C.; DUFFY, M.A.; TESSIER, A.J.; CACERES, C.E. Eating yourself sick: transmission of disease as a function of foraging ecology. **Ecology Letters**, v. 10, p. 207–218, 2007.

HALPERN, B. S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K.A.; KAPPEL, C. V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; FUJITA, R. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v. 319, n. 5865, p. 948-952. 2008

HALPERN, B.S.; FRAZIER, M.; POTAPENKO, J.; CASEY, K.S.; KOENIG, K.; LONGO, C.; LOWNDES, J.S.; ROCKWOOD, R.C.; SELIG, E.R.; SELKOE, K.A. WALBRIDGE, S. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. **Nature Communications**, v. 6, p. 1-7, 2015.

HAMANN, M.; GODFREY, M.H.; SEMINOFF, J.A.; ARTHUR, K.; BARATA, P. C.R., BJORN DAL, K. A.; CASALE, P. Global research priorities for sea turtles: informing

management and conservation in the 21st century. **Endangered Species Research, Luhe**, v. 11, n. 3, p. 245-269, 2010.

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

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, n. 3-4, p. 317-335. 1995.

HERREN, R.M.; BAGLEY, D.A.; BRESSETTE, M.J.; HOLLOWAY-ADKINS, K.G.; CLARK, D.; WITHERINGTON, B.E. Sea turtle abundance and demographic measurements in a marine protected area in the Florida Keys, USA. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 13, n. 1, p. 224-239, 2018.

HOLLOWAY-ADKINS, K.G.; HANISAK, D. Macroalgal foraging preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in a warm temperate/subtropical transition zone. **Marine Biology**, v. 164, p. 1-12, 2017.

HORTA, P.A.; AMANCIO, E.; COIMBRA, C.S.; OLIVEIRA, E.C. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. **Hoehnea**, v. 28, n. 3, p. 243-265, 2001.

ICMBio/MMA- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF. v. 1, p. 492, 2018.

JARDIM, A.; LOPEZ-MENDILAHARSU, M; BARROS, F. Demography and foraging ecology of *Chelonia mydas* on tropical shallow reefs in 30 Bahia, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 6, p. 1295-1304, 2015.

JONES, K.; ARIEL, E.; BURGESS, G.; READ, M. A review of fibropapillomatosis in Green turtles (*Chelonia mydas*). **Veterinary Journal**, v. 212, p. 48-57, 2016.

JONES, T.T; SEMINOFF, J.A. Feeding biology: advances from field-based observations, physiological studies, and molecular techniques. In: **The Biology of Sea Turtles**, Volume III. CRC Press, p. 228-265, 2013.

KLYACHKIN, Y.M.; GERAGHTY, R.J. Mutagenic analysis of herpes simplex virus type 1 glycoprotein L reveals the importance of an arginine-rich region for function. **Virology**, v. 374, p. 23-32, 2008.

KOT, C.Y.; FUJIOKA, E.; DI MATTEO, A. D.; WALLACE, B.P.; HUTCHINSON, B. J.; CLEARY, J.; HALPIN, P.N.; MAST, R. B. **The State of the World's Sea Turtles Online Database**: Data provided by the SWOT Team and hosted on OBIS-SEAMAP, 2019.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; OLIVEIRA, M.D.M. World Seas: An Environmental Evaluation Volume I: Europe, the Americas and West Africa The coral reef province of Brazil. Second Edi. **Elsevier**, p. 813-833, 2018.

LOHMANN, K. J.; WITHERINGTON, B. E.; LOHMANN, C. M. F.; SALMON, M. Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In: Lutz, P.L. and Musick, J.A. (eds.). **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press, p. 107–135, 1997.

LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; GARDNER, S.C.; RIOSMERA-RODRIGUEZ, R.; SEMINOFF, J.A. Diet selection by immature Green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific coast of the Baja California peninsula, México. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, p. 641-647, 2008.

LOTZE, H. K., LENIHAN, H. S., BOURQUE, B. J., BRADBURY, R. H., COOKE, R. G., KAY, M. C.; JACKSON, J. B. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. **Science**, v. 312, n. 5781, p. 1806-1809, 2006.

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. In: Prates, A. P. L. ed. **Atlas dos Recifes de Coral nas Unidades de Conservação Brasileiras**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 86-90, 2003.

MAIDA, M.; FERREIRA, B.P. Coral reefs of Brazil: an overview. Proc, **8th Int Coral Reef Sym**, v. 1, p. 263-274, 1997.

MARCOVALDI, M. A. A. G; Santos, A. S.; Sales, G. **Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Icmbio, 2011.

MCDERMID, K.J.; STUERCKE, B.; BALAZS, G.H. Nutritional composition of marine plants in the diet of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian Islands. **Bulletin of Marine Science**, v. 81, p. 55–71, 2007.

MISTRY, S.K.; ZHENG, M.; ROUSE, B.T.; MORRIS, S.M.J. Induction of arginases I and II in cornea during herpes simplex virus infection. **Virus Research**, v. 73, p. 177–182, 2001.

MISURCOVÁ, L. Chemical Composition of Seaweeds. In: Kim, S.-K. (Ed.), **Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology**. Wiley-Blackwell, p. 171-192, 2011.

MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economic**, v. 29, p. 215–233, 1999.

MORAIS, R. A.; DOS SANTOS, R. G.; LONGO, G. O.; YOSHIDA, E. T. E.; STAHELIN, G. D.; HORTA, P. A. Direct evidence for gradual ontogenetic dietary shift in the green turtle, *Chelonia mydas*. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 13, n. 2, p. 260-266, 2014.

MUSICK, J. A.; LIMPUS,, C. J. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P. L. Lutz; J. A. Musick (Eds.), **The biology of sea turtles**, CRC Press, Boca Raton, Fla. V. 1, p. 137–164, 1997.

NIELSEN, M.M.; BRUHN, A.; RASMUSSEN, M.M.; OLESEN, B.; LARSEN, M.M.; MOLLER, B.H. Cultivation of *Ulva lactuca* with manure for simultaneous bioremediation and biomass production. **Journal of Applied Phycology**, v. 24, p. 449-458, 2012.

- PALMER, J.L.; BETON, D.; ÇIÇEK, B.A.; DAVEY, S.; DUNCAN, E.M.; FULLER, W.J.; GODLEY, B.J.; HAYWOOD, J.C.; HÜSEYINOĞLU, M.F.; OMEYER, L.C.M.; SCHNEIDER, M.J.; SNAPE, R.T.E.; BRODERICK, A.C. Dietary analysis of two sympatric marine turtle species in the eastern Mediterranean. **Marine Biology**, v. 168, n. 6, p. 94, 2021.
- PAUL, V.J.; FENICAL, W. Chemical defense in tropical green algae, order Caulerpales. **Marine Ecology Progress Series**, v. 34, p. 157-169, 1986.
- PINHO, R.M.L.; CARRIÇO, J.M. A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais - o caso da RMBS no Estado de São Paulo. **Leopoldianum**, v. 47, p. 21-40, 2021.
- PRICE, J.T.; PALADINO, F.V.; LAMONT, M.M.; WITHERINGTON, B.E.; BATES, S.T.; SOULE, T. Characterization of the juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) microbiome throughout an ontogenetic shift from pelagic to neritic habitats. **PLOS ONE**, v. 12, n. 5, p. e0177642, 2017.
- ORFANIDIS, S.; PANAYOTIDIS P.; STAMATIS, N. An insight to ecological evaluation index (EEI). **Ecological Indicators**, v. 3, p. 27-33, 2003.
- REISSER, J.; PROIETTI, M.; SAZIMA, I.; KINAS, P.; HORTA, P.; SECCHI, E. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. **Marine Biology**, Berlin, v. 160, p. 3169-3179, 2013.
- ROBINSON, C.J.; BOHANNAN, B.J.; YOUNG, V.B. From structure to function: the ecology of host-associated microbial communities. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 7, n. 3, p. 453-476, 2010.
- RODRIGUES, D.; FREITAS, A.C.; PEREIRA, L.; ROCHA-SANTOS, T.A.P.; VASCONCELOS, M.W.; RORIZ, M.; RODRÍGUEZ-ALCALÁ, L.M.; GOMES, A.M.P.; DUARTE, A.C. Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal. **Food Chemistry**, v. 183, p. 197-207, 2015.
- ROSSI, S.; SÁNCHEZ-SARMIENTO, A.M.; SANTOS, R.G.; ZAMANA, R.R.; PRIOSTE, F.E.S.; GATTAMORTA, M.A.; OCHOA, P.F.C.; GRISI-FILHO, J.H.H.; MATUSHIMA, E.R. 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, p. 1879-1887, 2019.
- RUDORFF, F.M.; GHERARDI, D.F.M. Coral reef detection using SAR/RADARSAT-1 images at Costa dos Corais, PE/AL, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 56, n. 2, p. 85-96, 2008.
- SANTOS, A.S. *et al.* **Plano de ação nacional para a conservação das tartarugas marinhas**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011.
- SANTOS, R.G.; MARTINS, A.S.; FARIAS, J.N.; HORTA, P.A.; PINHEIRO, H.T.; TOREZANI, E.; BAPTISTOTTE, C.; SEMINOFF, J.A.; BALAZS, G.H.; WORK, T.M. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in southeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1297-1302. 2011.

SANTOS, R.G; MARTINS, A.S.; BATISTA, M.B.; HORTA, P.A. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. **Marine Ecology Progress Series**, v. 529, p. 265-277, 2015.

SCHERNER, F.; HORTA, P.A.; OLIVEIRA, E.C.; SIMONASSI, J.C.; HALL-SPENCER, J.M.; CHOW, F.; NUNES, J.M.C.; PEREIRA, S.M.B. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 76, p. 106–115, 2013.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. **Conservation Biology**, Boston, v. 28, n. 1, p. 129-139, 2014.

SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2008. **IUCN Red List of Threatened Species**. 2004.

SEMINOFF, J.A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W.J. Diet Of East Pacific Green Turtles (*Chelonia Mydas*) In The Central Gulf Of California, México. **Journal Of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 447-453, 2002.

SILVA, B.J.; IBÁNHEZ, J.S.P.; PINHEIRO, B.R.; LADLE, R.J.; MALHADO, A.C.; PINTO, T.K.; FLORES-MONTES, M.J. Seasonal influence of surface and underground continental runoff over a reef system in a tropical marine protected area. **Journal of Marine Systems**, v. 226, p. 103660, 2022.

SOBRAL, M.F. O papel ecológico da tartaruga-verde: um megaherbívoro no ambiente recifal. 2021. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SOLTAN, D.; VERLAQUE, M.; BOUDORESQUE, C.F.; FRANCOUR, P. Changes in Macroalgal Communities in the Vicinity of a Mediterranean Sewage Outfall After the Setting Up of a Treatment Plant. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 59-70, 2001.

STEINER, A.Q.; AMARAL, F.M.D; AMARAL, J.R.B.C.; SASSI, R.; BARRADAS, J.I. Zonação de recifes emersos da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Nordeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 105, p. 184-192, 2015.

STENECK, Robert S.; BELLWOOD, David R.; HAY, Mark E. Herbivory in the marine realm. **Current Biology**, v. 27, n. 11, p. R484-R489, 2017.

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 HOUTEN, K.S.; SMITH, C.M.; DAILER, M.L.; KAWACHI, M. Eutrophication and the dietary promotion of sea turtle tumors. **PeerJ**, v. 2, p. e602, 2014.

WABNITZ, C. C. C.; BALAZS, G.H.; BEAVERS, S.; BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B.; CHRISTENSEN, V.; HARGROVE, S.; PAULY, D. Ecosystem structure and processes at Kaloko Honoko-hau, focusing on the role of herbivores, including the green sea turtle *Chelonia mydas*, in reef resilience. **Marine Ecology Progress Series**, v. 420, p. 27–44, 2010.

WHELAN, C. J.; SCHMIDT, K. A. Food acquisition, processing and digestion. In: D. W. Stephens, J. S. Brown; R. C. Ydenberg (Eds.), Foraging: behavior and ecology. **University of Chicago Press**, 2007

ZATELLI, G.A.; PHILIPPUS, A.C.; FALKENBERG, M. An overview of odoriferous marine seaweeds of the Dictyopteris genus: insights into their chemical diversity, biological potential and ecological roles. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, n. 2, p. 243-260, 2018.

ZHOU, Q.; ZHANG, J. FU, J.; SHI, J.; JIANG, G. Biomonitoring: an appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. **Analytica Chimica Acta**, v. 606, n. 2, p. 135-150, 2008.

**ANEXO A – Registros dos itens alimentares ingeridos pela tartaruga-verde nas áreas de estudo**



Exemplos dos itens encontrados no estômago dos indivíduos de *Chelonia mydas*. A: *Caulerpa*; B: *Gelidium*; C: *Caulerpa*; D: *Dictyopterus*; E: *Botryocladia*; F: *Grana marinha*. (Fotos: Renata Grison e Manaña Félix).

**ANEXO B. Lista dos gêneros de macroalgas encontrados na dieta da tartaruga-verde****CHLOROPHYTA***Boodleopsis**Bryopsis**Caulerpa**Ulva**Udotea***OCHROPHYTA***Canistrocarpus**Dictyopteris**Dictyota**Padina**Sargassum**Spatoglossum**Zonaria***RHODOPHYTA***Acanthophora**Amansia**Botryocladia**Bryothamnion**Cryptonemia**Gelidiella**Gelidium**Gracilaria**Gymnogongrus**Halymenia**Laurencia**Palisada*