

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

KATHIANI VICTOR BASTOS

**PERFIL NUTRICIONAL E ANÁLISE COMPARATIVA DOS RECURSOS  
ALIMENTARES DA TARTARUGA VERDE, *Chelonia mydas*, E A  
INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO EM SUA DIETA**

ARACRUZ 2018

KATHIANI VICTOR BASTOS

**PERFIL NUTRICIONAL E ANÁLISE COMPARATIVA DOS RECURSOS  
ALIMENTARES DA TARTARUGA VERDE, *Chelonia mydas*, E A  
INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO EM SUA DIETA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Dr. Jean-Christophe Joyeux  
(UFES)

Coorientador: Dr. Levi Pompermayer Machado  
(UNESP)



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PERFIL NUTRICIONAL E ANÁLISE COMPARATIVA DOS RECURSOS ALIMENTARES DA  
TARTARUGA VERDE, *Chelonia mydas*, E A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO EM SUA  
DIETA**

por

**Kathiani Victor Bastos**

Aprovado por:

---

Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof. Dr. Marcelo Renan de Deus Santos  
Universidade de Vila Velha

---

Prof. Dr. Stéfano Zorzal de Almeida  
Centro Universitário Católico de Vitória

Vitória, 09 de fevereiro de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à minha família, que me foi suporte em tudo que precisei para iniciar e completar minha jornada e que de forma especial e carinhosa me deram força e coragem.

Ao meu orientador, agradeço pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela confiança, conselhos, orientação, a partilha do saber e as valiosas contribuições para o trabalho e para minha formação. Também agradeço aos colegas de laboratório por toda ajuda, aprendizado e pelos momentos de diversão juntos.

Ao Levi e ao Robson que estiveram comigo desde o início, agradeço pela confiança, carinho, disponibilidade, pelo saber que transmitiram, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que surgiram ao longo da realização deste trabalho e pelas palavras de incentivo.

Quero agradecer à Rebeka e à Juliana pelo auxílio que me deram desde o início, pelo companheirismo e amizade. Em especial à Juliana que sempre foi solícita quando eu precisei. Obrigado por estar sempre disposta a ajudar. Faltam palavras para agradecer todo o apoio, conselhos e ajuda dados durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Doutora Valéria de Oliveira Fernandes pela confiança e pela gentileza de permitir que utilizasse seu laboratório.

Ao Fred, sua amizade e ajuda foi essencial para a realização deste trabalho. Obrigada pela companhia nas longas tardes e noites analisando amostras que só foram possíveis graças a sua ajuda.

À FAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão desta pesquisa, muito obrigado.

A vocês, minha gratidão!

## RESUMO

Este trabalho objetivou determinar o valor nutricional dos principais vegetais marinhos consumidos pela tartaruga verde (*Chelonia mydas*) na zona costeira a fim de avaliar a influência da urbanização sobre a composição química e valor nutricional da dieta e a saúde desses megaherbívoros marinhos. Foram selecionados três gêneros de algas (*Hypnea*, *Ulva* e *Caulerpa*) e uma angiosperma marinha (*Halodule wrightii*) que correspondem, em conjunto, à 85% da dieta da tartaruga verde. Estes foram coletados em duas áreas de alimentação com diferentes graus de urbanização no Espírito Santo: Vitória (altamente urbanizada) e Fundão (pouco urbanizada), em duas estações do ano (verão e inverno). O valor nutricional foi determinado por meio da quantificação de clorofila *a*, carotenóides, ficobiliproteínas, açúcares totais, proteínas totais e lipídeos totais. As algas coletadas em Vitória apresentaram concentrações superiores às coletadas em Fundão para a maior parte dos parâmetros avaliados. O teor de carboidratos totais e lipídeos totais se mostraram mais elevados em ambas as estações estudadas. *Halodule* exibiu maiores concentrações de carboidratos com uma média de 1,002 mg/g e os lipídeos tiveram uma média geral de 7,35 mg/g no verão e 7,50 mg/g no inverno. Já as proteínas tiveram uma média de aumento de 2,32%. Como consequência, os valores calóricos também se apresentaram maiores nessa região com os maiores valores registrados para *Ulva* que apresentou 7,49 kcal no inverno e 6,24 kcal no verão. Esses resultados estão associados com a resposta desses organismos ao estresse fisiológico que promove a produção de metabólitos primários, reduzindo por consequência, a diversidade química e alterando ainda mais o balanço nutricional das tartarugas. Os dados obtidos demonstram uma alteração na composição química e diversidade desses vegetais marinhos em diferentes graus de urbanização que associados a elevada frequência e severidade de indivíduos com fibropapilomatose em Vitória evidenciam sua influência direta na saúde destes indivíduos.

**Palavras-chave:** Tartaruga verde, Macroalgas e angiospermas marinhas, Valor nutricional, Urbanização.

## ABSTRACT

This work aimed to determine the nutritional value of the main marine vegetables consumed by the green turtle (*Chelonia mydas*) in the coastal zone in order to evaluate the influence of urbanization on the chemical composition and nutritional value of the diet and the health of these marine megaherbivores. Three genera of algae (*Hypnea*, *Ulva* and *Caulerpa*) and a marine angiosperm (*Halodule wrightii*) were selected which together correspond to 85% of the green turtle diet. These were collected in two feeding areas with different degrees of urbanization in Espírito Santo: Vitória (highly urbanized) and Fundão (not urbanized). The nutritional value was determined through the quantification of chlorophyll a, carotenoids, phycobiliproteins, total sugars, total proteins and total lipids. The algae collected in Vitória presented concentrations higher than those collected in Fundão for most of the evaluated parameters. Total carbohydrates and total lipids levels were higher in both stations studied. *Halodule* exhibited higher carbohydrate concentrations with an average of 1.002 mg/g and lipids had an general average of 7.35 mg/g in summer and 7.50 mg/g in winter. The proteins had an average increase of 2.32%. As a consequence, caloric values were also higher in this region with the highest values recorded for *Ulva*, which presented 7.49 kcal in winter and 6.24 kcal in summer. These results are associated with the response of these organisms to the physiological stress that promotes the production of primary metabolites, consequently reducing chemical diversity and further altering the nutritional balance of turtles. The data obtained demonstrate a change in the chemical composition and diversity of these marine plants in different degrees of urbanization that associated to the high frequency and severity of individuals with fibropapillomatosis in Vitória evidences their direct influence on the health of these individuals.

**Keywords:** Green turtle, Macroalgae and marine angiosperms, Nutritional value, Urbanization.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 01:** Número de tumores em cada classe de tamanho usados para determinar o escore de severidade da FP em *Chelonia mydas* .....25

**Tabela 02:** Concentração média (n=3) de Ficobiliproteínas em *H. pseudomusciformis* em Vitória (ES) e Fundão (ES) em dois períodos de coleta.....30

**Tabela 03:** Concentração média (n=3) de clorofila a e carotenoides em Vitória (ES) e Fundão (ES) em dois períodos de coleta.....31

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 01** - Indivíduo de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) encontrado na Ilha do Frade, no município de Vitória, Espírito Santo.....17
- Figura 02** - Indivíduo de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) com fibropapilomatose capturado na Ilha do Frade, no município de Vitória, Espírito Santo.....19
- Figura 03** - Fig. 03. Áreas de estudo localizadas no litoral do Espírito Santo, no Sudeste do Brasil. (Ilha do Boi, Vitória; Enseada das Garças, Fundão).....23
- Fig. 04** - Quantidade de calorias por grama de massa úmido no verão e no inverno. 01) Quantidade de Calorias (Kcal/g) por espécie no Verão; 02) Quantidade de Calorias (Kcal ) por espécie no Inverno. As barras representam o desvio padrão (n = 3 repetições). Letras diferentes indicam grupos homogêneos detectados pelo teste post-hoc de Tukey (P < 0,05) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com NS=não significativo, A >B,etc.....28
- Figura 05** - Parâmetros nutricionais das macroalgas nas diferentes estações do ano. 01) Teor de lipídeos (mg/g) por espécie no verão; 02) Teor de lipídeos (mg/g) por espécie no inverno; 03) Teor de proteínas (mg/g) por espécie no verão; 04) Teor de proteínas (mg/g) por espécie no inverno; 05) Teor de carboidratos (mg/g) por espécie no verão; 06) Teor de carboidratos (mg/g) por espécie no inverno; Letras diferentes indicam grupos homogêneos detectados pelo teste post-hoc de Tukey (P < 0,05) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com NS=não significativo, A > B, etc.....29
- .
- Figura 06** - Número de táxons vegetais encontrados na dieta da tartaruga verde em Vitória (ES) e Fundão (ES), provenientes de uma base de dados de tartarugas verdes encontradas encalhadas 2009 a 2014 pela equipe do Projeto TAMAR/ICMBio e CTA – Serviços em meio ambiente.....32

**Figura 07** - Frequência relativa de tumores em Vitória e Fundão de acordo com sua severidade. 0) Não afetada; 1) Pouco afetada; 2) Moderadamente afetada; 3) Altamente afetada. Resultados provenientes de uma base de dados de tartarugas verdes encontradas encalhadas na região de estudo de 2009 a 2014 pela equipe do Projeto TAMAR/ICMBio e CTA – Serviços em meio ambiente.....33

**Figura 08** - Avaliação da condição corporal relativa dos indivíduos de tartaruga verde em cada área de estudo. Resultados provenientes de uma base de dados de tartarugas verdes encontradas encalhadas 2009 a 2014 pela equipe do Projeto TAMAR/ICMBio e CTA – Serviços em meio ambiente.....33

## SUMÁRIO

<b>I. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>I.I Impactos antrópicos</b> .....	12
<b>I.II. Impactos sobre a vegetação marinha (macroalgas e angiosperma marinha)</b> .....	13
<b>I.III. Influência sobre a tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>)</b> .....	16
<b>II. Impactos da urbanização no valor nutricional dos recursos alimentares da tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>)</b> .....	20
<b>1. Introdução</b> .....	21
<b>2. Metodologia</b> .....	22
<b>2.1. Área de estudo</b> .....	22
<b>2.2. Análise da dieta, fibropapilomatose e condição corporal</b> .....	23
<b>2.3. Procedimentos de amostragem e processamento do material vegetal</b> .....	25
<b>2.4. Avaliação de parâmetros nutricionais</b> .....	25
<b>2.4.1. Carboidratos totais, lipídeos totais, proteínas hidrossolúveis, pigmentos fotossintetizantes e calorias</b> .....	26
<b>2.5. Análise de dados</b> .....	27
<b>3. Resultados</b> .....	27
<b>3.1. Calorias, carboidratos totais, lipídeos totais e proteínas hidrossolúveis</b> .....	27
<b>3.2. Pigmentos Fotossintetizantes</b> .....	30
<b>3.3. Análise da dieta</b> .....	31
<b>3.4. Fibropapilomatose</b> .....	32

3.5. Condição Corporal.....	33
4. Discussão.....	34
4.1. Parâmetros nutricionais.....	34
4.2. Parâmetros de saúde das tartarugas.....	36
5. Conclusão.....	37
6.Referências Bibliográficas.....	39
<b>III. MATERIAL SUPLEMENTAR.....</b>	<b>45</b>
<b>III.I. Metodologia detalhada das avaliações de parâmetros     nutricionais.....</b>	<b>45</b>
<b>IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>

## **I. INTRODUÇÃO GERAL**

### **I.1 Impactos antrópicos**

A urbanização é uma das forças antropogênicas mais poderosas e notórias na Terra (Dawson et al., 2009). O mundo vivenciou sua maior taxa de urbanização a partir da segunda metade do século XX, principalmente nos países em desenvolvimento (Chadchan e Shankar, 2009). Cerca de 30% da população mundial estava localizada em áreas urbanas no ano de 1997, mas em 2008, esses valores já chegavam a 50% e estima-se que 70% da população mundial estejam residindo nas grandes cidades até 2050 (United Nations, 2007a). Em 2007 foram registradas mais de 400 cidades no mundo com populações acima de 1 milhão de pessoas. Essa população em ascensão será absorvida pelas áreas urbanas das regiões menos desenvolvidas do globo, cuja população é projetada para aumentar de 2,4 bilhões em 2007 para 5,3 bilhões em 2050 (United Nations, 2007a; United Nations, 2007b).

Tradicionalmente as áreas costeiras têm sido locais de grande concentração populacional e de exploração de recursos naturais (Lotze et al., 2006), sendo caracterizadas também pela elevada suscetibilidade aos impactos ambientais resultantes desta ocupação. A substituição da cobertura original do solo por outros usos, a descaracterização dos ecossistemas e a interferência na dinâmica costeira estão entre os danos associados aos ambientes costeiros (Grabski, et al., 2015). Porém, o crescimento da população, muitas vezes de forma desordenada, é a principal causa de impacto nessas regiões e está altamente associado à destruição de habitats, introdução de espécies exóticas e contaminação por detritos, promovendo assim, a degradação e alteração desses ecossistemas litorâneos (Dugan et al., 2011; Airoidi et al., 2015; Lotze et al., 2006; Leite et al., 2014).

Atualmente quase 60% da população reside nessas áreas, o que pode originar além de modificações na paisagem, alteração da riqueza e diversidade de espécies, homogeneização biótica em todos os níveis de organização biológica, declínio e até mesmo extinção de espécies, refletindo negativamente na saúde de populações de organismos marinhos (Vitousek et al., 1997; McKinney e Lockwood, 1999; Daszak et al., 2000; Lotze et al., 2006; Worm et

al., 2006; Halpern et al., 2008; Aronson et al., 2014; Alroldi et al., 2015; Knop, 2016).

Ademais, existem processos naturais, por vezes desconhecidos pelos seus habitantes, tais como a erosão oceânica, que resultam em diversos danos à própria população inadequadamente instalada. Dessa forma, conciliar o uso do solo estabelecido pelo homem e a aptidão da zona costeira é um desafio para a preservação ambiental dessas regiões (Grabski, et al., 2015).

### **I.II. Impactos sobre a vegetação marinha (macroalgas e angiosperma marinha)**

Estressores antropogênicos provenientes da urbanização promovem um impacto mais representativo sobre comunidades bentônicas, que em grande parte, são compostas por organismos sésseis destacando-se macroalgas e angiospermas marinhas (Martins et al., 2012). Esses organismos, que têm uma importante função na cadeia alimentar proporcionando abrigo para diversas espécies, representam um dos grupos mais afetados pelas alterações antrópicas, por responderem diretamente a alterações nos fatores abióticos e bióticos e dependerem de habitats específicos para seu crescimento e propagação. Desta forma, os efeitos de exposição em longo prazo a nutrientes ou poluentes, resultam em uma modificação da respectiva comunidade (Murray e Litter, 1978; Anderson, 1994). Isso é agravado pelo desmatamento oriundo do processo de urbanização que, combinado com a liberação de esgoto doméstico *in natura* aumenta o potencial de degradação nos ambientes costeiros (Martins et al., 2012). Poluentes orgânicos e inorgânicos, nutrientes, turbidez, excesso de sólidos em suspensão e mudanças de habitat são exemplos de estressores que podem afetar a biota, isoladamente ou combinados, incluindo efeitos sinérgicos (Adams, 2005).

A ação antrópica nos ecossistemas costeiros, geralmente está associada ao aumento da disponibilidade de nutrientes dissolvidos, que fornecem condições adequadas para espécies oportunistas de macroalgas (Morand e Briand, 1996; Morand e Merceron, 2005; Dailer et al., 2012). Mudanças na disponibilidade de

nutrientes alteram tanto o desempenho fisiológico das macroalgas quanto as taxas de crescimento. Apesar de ser fundamental para o crescimento, o aumento do aporte de nutrientes também pode ser prejudicial para algumas espécies, ocasionando uma diminuição da riqueza de espécies (Portugal et al., 2016). Contudo, as respostas macroalgais à adição de nutrientes são espécie específica, variando de respostas negativas a aumentos nas taxas fotossintéticas e de crescimento (Schaffelke, 1999).

A capacidade e sensibilidade das respostas fisiológicas de cada espécie aos efeitos de variáveis ambientais naturais juntamente com estressores determinam a sobrevivência destas no ambiente (Schnerer et al., 2012). Sendo assim, as condições ambientais afetam a elevada diversidade química desses vegetais marinhos produzidas por um complexo aparato bioquímico e fisiológico, promovendo modificações nas classes de metabólitos que possuem funções ecológicas e para o equilíbrio ecofisiológico. (Murray e Litter, 1978; Jiménez-Escrig et al., 1999; Wong et al., 2000; Norziah et al., 2000, Misurcová, 2011).

Metabólitos secundários se associam a estratégias de proteção contra estressores ambientais que causam o estresse oxidativo, como exemplo o excesso de irradiância e temperatura (Logan et al., 2006; Hargrave et al., 2016). Alguns metabólitos são regulados de acordo com o estresse térmico, o que resulta em grandes mudanças na expressão de proteínas antioxidantes e desintoxicantes (Collén et al., 2007). Além disso, as algas produzem uma variedade de metabólitos que desempenham diferentes papéis como defesa contra organismos de incrustação (Gama et al., 2008) e patógenos (Paul & Ritson-Williams, 2008); eles também servem de agentes alelopáticos (Beach et al., 2003) e desempenham papéis farmacológicos como antitumoral (Barbier et al., 2001), antiparasitário (Davyt et al., 2001), antibacteriano (Vairappan, 2003), antiviral (Santos et al., 1999; Pereira et al., 2004a; Soares et al., 2007), antioxidante (Nahas et al., 2007) e antifúngico (Oliveira et al., 2008).

Alguns metabolitos em particular como polissacarídeos e terpenos sulfatados, tem efeitos contra uma variedade de vírus como o Herpes Vírus simples tipo 1

(HSV-1) e 2 (HSV-2), vírus da Imunodeficiência humana (HIV), citomegalovírus humano, vírus da dengue, entre outros (Laillea et al., 1998; Ghosh et al., 2004; Cirne-Santos et al., 2008; Hidari et al., 2008). Consequentemente, pode-se concluir que o comprometimento dos ecossistemas costeiros e a consequente redução de espécies afeta não só a diversidade bioquímica das macroalgas, mas também promove a perda de moléculas ou enzimas (Schermer et al., 2013).

Martins et al. (2014) investigaram os impactos antrópicos nos ecossistemas marinhos por meio da análise de heterogeneidade química das macroalgas associadas à avaliação de quantidade e abundância das espécies de macroalgas em áreas urbanas e protegidas no sul Brasil. Neste trabalho foi observada maior riqueza de espécies nas áreas protegidas, bem como quantidades mais elevadas de substâncias como clorofila, carotenoides e lipídeos e diversidade química superior do que as áreas sujeitas a múltiplos estressores de urbanização.

Schermer et al. (2013) avaliaram o impacto da urbanização ao longo de um extenso gradiente latitudinal abrangendo três áreas do Oceano Atlântico e determinaram que a riqueza de algas foi em média 26% menor em áreas urbanas do que em áreas com maior vegetação evidenciando que a urbanização costeira está causando perda de biodiversidade de algas marinhas no Atlântico. Também já é relatado mundialmente um declínio considerável das pradarias de grama marinha, e em muitos casos, fatores antropogênicos são os principais responsáveis por esse declínio (Hemminga e Duarte, 2000; Orth et al., 2006).

Gouvea et al. (2017) investigaram os efeitos únicos e combinados de ondas de calor simuladas e eutrofização na ecofisiologia de *Laurencia catarinensis*. Os resultados mostraram que todos os parâmetros medidos foram afetados pela temperatura e disponibilidade de nutrientes, indicando que o aumento da temperatura influencia o desempenho macroalgal, de forma ainda mais acentuada, nos sistemas costeiros que são altamente impactados pela urbanização.

McDermid et al. (2007) quantificou compostos como lipídeos, proteínas e vitaminas de 16 espécies de algas e 2 espécies de grama marinha em quatro ilhas do Havaí. Os dados obtidos forneceram novas informações sobre a ecologia alimentar de tartarugas verdes na região do Havaí e fatores que podem influenciar suas taxas de crescimento somático.

Outros trabalhos como o de Martínez e Rico (2002) e o de Menéndez et al. (2002) monitoraram a resposta das algas ao enriquecimento da água com nutrientes (N e P) e identificaram que há um acúmulo tecidual desses nutrientes seguidos de modificações no teor de clorofila dos organismos avaliados, evidenciando alterações originadas pelo enriquecimento das regiões costeiras.

### **I.III. Influência sobre a tartaruga verde (*Chelonia mydas*)**

O decréscimo da diversidade de comunidades vegetais marinhas ocasiona perdas substanciais na alimentação e desenvolvimento de várias espécies, assim como perdas nos processos de sequestro de nutrientes e sedimentos, desta forma, proporciona alterações em toda a cadeia trófica e modifica a estrutura da comunidade, o que resulta em uma diminuição da qualidade ambiental (Aioldi et al., 2008;). Essas alterações das zonas costeiras promovem variações na composição nutricional dos vegetais marinhos, tanto espacial quanto temporalmente, dificultando a seleção de alimentos pelos herbívoros que necessitam adquirir um balanço adequado de nutrientes (Carr e Carr, 1970; Bjorndal, 1982; Bjorndal, 1997).

Dentre os herbívoros que fazem uso das áreas costeiras podemos destacar a tartaruga verde, *Chelonia mydas*, ameaçada globalmente por várias atividades antropogênicas, dentre elas a perda dos habitats de alimentação (Lutcavage et al., 1997; Bjorndal, 1999; Seminoff et al., 2002). Essa espécie é a mais abundante dentre os mega-herbívoros costeiros, com áreas de alimentação e desenvolvimento na região entre-marés e no infra-litoral raso (<10 m) (Arthur & Balazs 2008; Carrión-Cortez et al., 2010; Reisser et al. 2013; Santos et al. 2015a). A tartaruga verde é encontrada em áreas de alimentação em

praticamente toda região costeira do Brasil (Rabelo, 2010) e trata-se da única espécie de tartaruga marinha com hábitos herbívoros na fase juvenil, subadulto e adulto, alimentando-se principalmente de macroalgas, gramas marinhas e propágulos de mangue (Bjorndal, 1997).



Figura 01 - Indivíduo de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) encontrado na Ilha do Frade, no município de Vitória, Espírito Santo. (Fonte: Santos,2009).

Estudos comprovam que os juvenis dessa espécie possuem alto grau de fidelidade a seus habitats de forrageamento na costa, sendo susceptíveis a impactos antrópicos decorrentes dessas áreas (Brill et al., 1995, Makowski et al., 2006; Seminoff et al., 2002). Dessa forma pode-se afirmar que essa fidelidade, aliada a seu hábito costeiro faz com que essas populações apresentem uma dieta que represente o estado do ambiente.

Um estudo recente demonstrou que de 95% da dieta da tartaruga verde é composta de macroalgas e grama marinha na costa brasileira (Santos et al., 2015a), dessa forma, a redução da diversidade de espécies de macroalgas na região litorânea e um declínio nas pradarias submersas pode diminuir a complexidade da dieta da tartaruga verde. Sendo assim, variações na dieta entre diferentes áreas de alimentação podem afetar o ganho nutricional e por consequência, a taxa de crescimento, a capacidade reprodutiva e a demografia

dessa espécie (Carr e Carr, 1970; Bjorndal, 1982; Bjorndal, 1997; Behmer; Simpson; Raubenheimer, 2002). Assim, a limitação da disponibilidade de itens alimentares pode levar a profundos efeitos negativos nos indivíduos, visto que diferentes itens são requeridos para otimizar diferentes processos do ciclo de vida, como crescimento, sobrevivência e fecundidade (Worm et al., 2006).

Santos (2011) analisou a influência da degradação do habitat costeiro na disponibilidade de alimentos para a tartaruga verde. Adicionalmente realizou-se uma análise da dieta de indivíduos da espécie que se mostrou composta por 83,6% de uma única espécie. Foi levantada a possibilidade de que a baixa diversidade dos recursos alimentares disponíveis associada a degradação ambiental contribuiu para a baixa diversidade alimentar dos indivíduos analisados.

Apesar dos esforços de conservação para a conservação da espécie, muitas populações ainda se encontram em declínio, frequentemente em níveis críticos, principalmente por ameaças como a sobre pesca comercial, a captura incidental em redes de pesca industrial e artesanal e destruição de áreas de alimentação e reprodução, (López-Mendilaharsu et al., 2007). Além dessas ameaças compartilhadas com as outras espécies de tartarugas marinhas, as populações de tartarugas verdes estão ameaçadas também por uma doença, a fibropapilomatose (Herbst, 1994; Aguirre et al., 1998).

A etiologia da doença ainda não é bem compreendida, porém está normalmente associada a um herpesvírus e é considerada como de etiologia multifatorial em que diversos estressores favorecem o seu desenvolvimento (Aguirre, 1991; George, 1997; Herbst, 1994; Herbst et al., 1999) sendo comumente relacionada a ambientes costeiros sobre influência antrópica (Herbst, 1994; Herbst e Klein, 1995). A fibropapilomatose é extenuante caracterizada pela proliferação de tecidos tumorais nos olhos, cavidade oral, pele, casco, plastrão e órgãos internos (Santos, 2009) provocando emaciação, dificuldade de natação e locomoção podendo, até mesmo, impedir a respiração e apreensão de alimentos, o que pode afetar a sobrevivência das tartarugas.



Figura 02 - Indivíduo de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) com fibropapilomatose capturado na Ilha do Frade, no município de Vitória, Espírito Santo. (Fonte: Santos,2009)

Os efeitos da urbanização sobre as comunidades vegetais costeiras juntamente com os parâmetros das populações de tartaruga verde são de grande importância para o manejo e conservação da espécie, além de, elevar a compreensão da influência dos aspectos nutricionais e da dieta, que podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das populações de tartarugas marinhas. Entretanto, poucos estudos são realizados com o foco de conhecer as alterações dos valores nutricionais em macroalgas e grama marinha, recursos alimentares da tartaruga verde, em áreas antropizadas. Assim, tendo em vista a importância dessas comunidades vegetais na ecologia alimentar da tartaruga verde e no equilíbrio do ecossistema marinho, esse trabalho objetivou: I) Determinar valor nutricional da clorofila *a*, carotenoides totais, ficobiliproteínas, açúcares solúveis totais, proteínas hidrossolúveis, lipídeos totais, carboidratos e calorias das principais macroalgas e gramíneas marinhas utilizadas como recurso alimentar pela tartaruga verde (*Chelonia mydas*); II) Comparar a variação espacial e temporal (verão, inverno) deste valor nutricional entre áreas pouco e altamente urbanizadas; III) Relacionar a incidência de fibropapilomatose e a saúde das tartarugas com o valor nutricional e urbanização.

## II. Impactos da urbanização no valor nutricional dos recursos alimentares da tartaruga verde (*Chelonia mydas*)

### Abstract

Coastal urbanization has been growing all over the world and its impacts on the coastal marine environment affect the diversity and nutritional value of macroalgae and, consequently, the feeding of organisms that use them in their diet as the green turtle (*Chelonia mydas*). This work evaluated the influence of environmental degradation on the nutritional value and chemical composition of the main marine vegetables consumed by the green turtle in areas with different degrees of urbanization and their influence on the diet of these organisms. It was found a higher nutritional value for the vegetal material obtained in the highly urbanized region with significant alterations in all the analysed parameters. The total carbohydrates and total lipids contents were higher at both stations studied. *Halodule* and *Caulerpa* showed higher carbohydrate concentrations with averages of 1.002 mg/g and 0.899 mg/g, respectively. Lipids had a mean of 7.35 mg/g in summer and 7.50 mg/g in winter. Proteins also had an average increase of 2.32%. As a consequence, caloric values were also higher in this region with the highest values recorded for *Ulva*, which presented 7.49 kcal in winter and 6.24 kcal in summer. The composition of the diet in this region has been less diverse, which hampers an adequate nutritional balance for the turtles that feed on the region. These results, coupled with the high frequency and severity of individuals with fibropapillomatosis, showed a change in the chemical composition and diversity of these marine plants in different degrees of urbanization, which directly affects the health of these individuals.

**Keywords:** Green turtle, Macroalgae and marine angiosperms, Nutritional value, Urbanization.

## 1. Introdução

Atualmente 60% da população mundial reside a 100 km do mar, dessa forma as atividades humanas promovem alterações nas características ambientais, afetando negativamente as margens costeiras produtivas dos oceanos (Vitousek et al., 1997; Lotze et al., 2006; Worm et al., 2006; Halpern et al., 2008) resultando na alteração da riqueza e diversidade de espécies o que reflete na saúde dos organismos marinhos.

O cenário é agravado nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento que ocupam mais intensamente o litoral com despejo em larga escala de efluentes domésticos (Vitousek et al., 1997; Daszak et al., 2000; Lotze et al., 2006; Worm et al., 2006; Halpern et al., 2008).

As comunidades marinhas bentônicas são as mais severamente afetadas pelos estressores antropogênicos devido à predominância de organismos sésseis, destacando-se dentre esses as macroalgas e angiospermas marinhas. O equilíbrio e sobrevivência da comunidade são reflexos de sua capacidade de resposta fisiológica às variáveis ambientais, que em casos extremos alteram a composição e riqueza de espécies (Murray e Litter, 1978; Jiménez-Escrig et al., 1999; Wong et al., 2000; Norziah et al., 2000; Scherner et al., 2012).

As respostas das macroalgas a adição de nutrientes são diferentes em cada espécie, desde a limitação de crescimento a aumento nas taxas de fotossíntese e de crescimento (Schaffelke, 1999). Adicionalmente as alterações na disponibilidade de nutrientes afetam o desempenho fisiológico e a produção de metabolitos primários e secundários, dificultando desta forma, a seleção de alimentos pelos herbívoros que necessitam de uma alimentação diversificada para adquirir um balanço adequado de nutrientes (Carr e Carr, 1970; Bjorndal, 1982; Bjorndal, 1997).

Os herbívoros marinhos estão ameaçados globalmente pelas atividades antropogênicas, que originam, sobretudo, a diminuição dos habitats de alimentação (Lutcavage et al., 1997; Bjorndal, 1999; Seminoff et al., 2002). Dentre estes herbívoros, destaca-se a tartaruga verde, *Chelonia mydas*, sendo a única espécie de tartaruga marinha com hábitos herbívoros na fase juvenil,

subadulto e adulto, alimentando-se principalmente de macroalgas, gramas marinhas e propágulos de mangue (Bjorndal, 1997).

Embora o desenvolvimento costeiro seja reconhecido como uma das principais ameaças às populações de tartarugas verdes (Wallace et al. 2011), ela também é afetada pela alteração da disponibilidade de itens alimentares, devido à alteração das comunidades de vegetais marinhos em resposta as alterações antropogênicas (Santos et al. 2011) reduzindo a complexidade da dieta e seu o ganho nutricional, e por consequência, afetando diretamente a taxa de crescimento, a capacidade reprodutiva e a demografia dessa espécie (Carr e Carr, 1970; Bjorndal, 1982; Bjorndal, 1997; Behmer; Simpson; Raubenheimer, 2002).

Neste contexto o presente estudo analisou o efeito de diferentes graus de urbanização no valor nutricional (carboidratos, lipídeos, pigmentos, proteínas e calorias) das principais espécies de macroalgas e angiospermas marinhas que compõem a dieta da tartaruga verde e, os possíveis impactos dessa alteração da dieta na saúde dos animais.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Área de estudo**

A área de estudo está situada na região sudeste do Brasil, no Atlântico Sudoeste, que de acordo com Sanderson et al. (2003), possui uma pegada humana considerada de moderada a alta com base no Índice Global de Influência Humana (GHII). O litoral do Espírito Santo foi selecionado principalmente, pela existência prévia de um extensivo levantamento de informações sobre a ecologia e saúde das populações de tartarugas verdes (Santos et. al. 2010, 2011; Torezani et. al. 2010; Scherner et. al. 2013; Santos, 2015b).

As áreas de alimentação avaliadas (fig. 03) são regiões distintas em relação à ocupação humana e estão localizadas nos municípios de Vitória (Ilha do Boi) e Fundão (Enseada das Garças), caracterizados como altamente urbanizado e

pouco urbanizado, respectivamente (IBGE, 2010). Além disso, evidencia-se que o município de Fundão faz parte da Área de proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, que tem como um dos objetivos a proteção da biodiversidade costeira no estado (IBAMA, 2012). Já o município de Vitória tem sofrido ao longo de várias décadas uma degradação ambiental, por ocupação populacional de seu entorno, aterros, implantação de indústrias, atividades portuárias e, principalmente, devido ao lançamento de esgoto doméstico e industrial (Jesus et al. 2004).

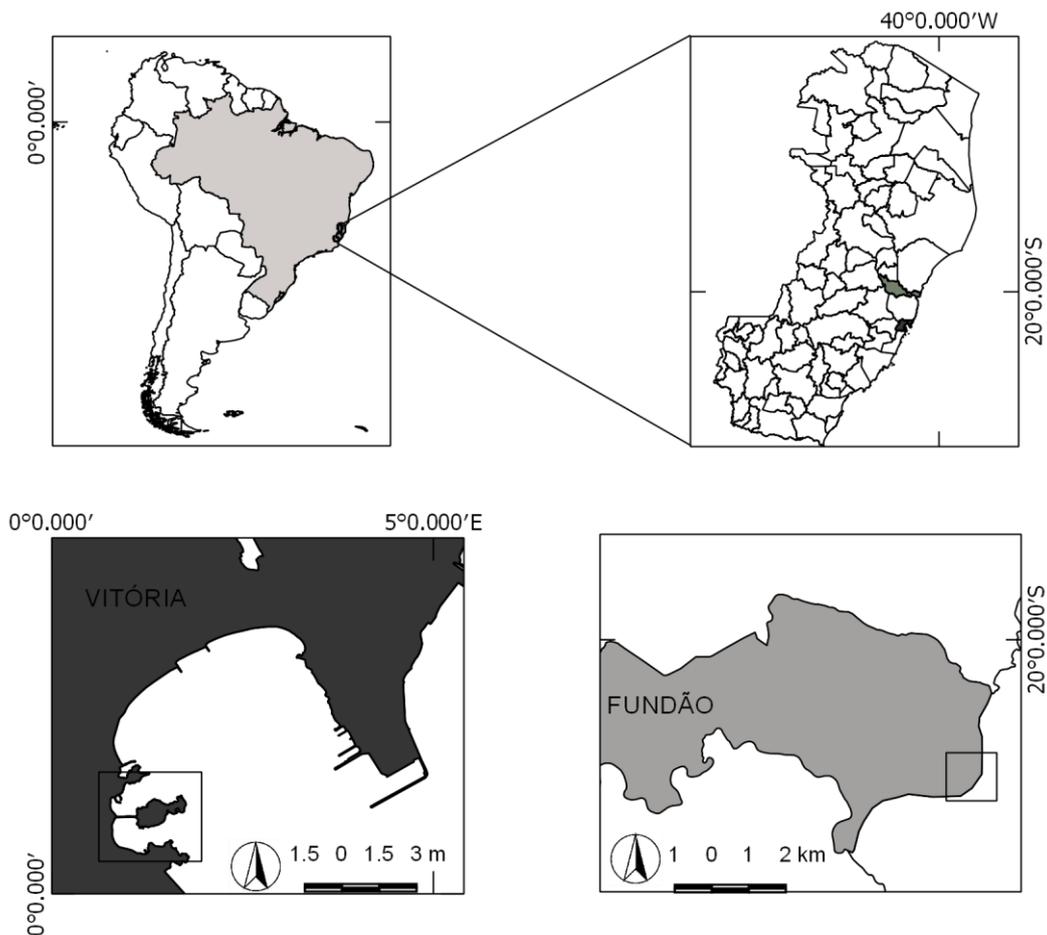


Fig. 03. Áreas de estudo localizadas no litoral do Espírito Santo, no Sudeste do Brasil. (Ilha do Boi, Vitória; Enseada das Garças, Fundão).

## 2.2. Análise da dieta, fibropilomatose e condição corporal

Os dados referentes à dieta das tartarugas, fibropilomatose (FP) e condição corporal (CC) foram extraídos de uma base de dados de tartarugas verdes que foram encontradas encalhadas nas áreas de estudo de 2009 a 2014 . As

coletas foram realizadas através do monitoramento do litoral executado por empresas supervisionadas pelas equipes do TAMAR/ICMBio.

Para a seleção das algas a serem avaliadas e a análise da composição da dieta das tartarugas foram considerados dados de 77 indivíduos (Vitória: N=33; Fundão: N=44). O conteúdo estomacal de cada indivíduo já havia sido triado individualmente e o material contido identificado até o menor grupo taxonômico possível (Santos, 2015a). A partir dessas informações foram selecionadas para as avaliações nutricionais espécies pertencentes a três gêneros de macroalgas (*Hypnea*, *Caulerpa* e *Ulva*.) e 1 espécie de grama marinha (*Halodule wrightii*), que juntas, compõem cerca de 85% da dieta dessa espécie de tartaruga.

As análises de prevalência e severidade da fibropapilomatose (FP) também foram realizadas considerando indivíduos encontrados encalhados somente nas regiões de estudo (Vitória: N = 184; Fundão: N=46). Todas as tartarugas encontradas foram fotografadas e examinadas quanto à presença de tumores externos e na cavidade oral. Com base nessas informações os tumores tinham sido divididos em quatro categorias de tamanho de acordo com o comprimento do Tumor (CT): CT-A  $\leq 1$  cm, CT-B 1-4 cm, CT-C  $>4-10$  cm e CT-D  $> 10$  cm (Work e Balazs, 1999). Utilizando o número de tumores e a categoria de tamanho, foi gerado um índice de severidade da doença, que compreende quatro escores de severidade da FP (FPS), indo de FPS-0 = sem tumores até FPS-3 = severamente afetada (Balazs, 1991; Work e Balazs, 1999) .

A condição corporal (CC) dos indivíduos foi avaliada de acordo com Walsh (1999), que categoriza o animal como normal, abaixo do peso ou definhando, considerando o afundamento do plastrão, características dos olhos e a musculatura do pescoço e das nadadeiras (Vitória: N = 133; Fundão: N=28). Todos os indivíduos considerados são classificados como juvenis (CCC  $<100$  cm).

Tabela 01 – Número de tumores em cada classe de tamanho usados para determinar o escore de severidade da FP em *Chelonia mydas*

Classe de Tamanho do Tumor (CT) (cm)	Escore de Severidade de Fibropapilomatose (FPS)			
	Não afetada (FPS-0)	Pouco afetada (FPS-1)	Moderadamente afetada (FPS-2)	Severamente afetada (FPS-3)
(A) < 1	0	1-5	> 5	> 5
(B) 1-4	0	1-5	> 5	> 5
(C) > 4-10	0	0	1-3	≥ 4
(D) > 10	0	0	0	≥ 1

Fonte: Adaptado de Work e Balazs (1999)

### 2.3. Procedimentos de amostragem e processamento do material vegetal

Foram realizadas duas coletas no mês de Abril/2016 (verão) e duas em Agosto/2016 (inverno), nas praias da Enseada das Garças (Fundão) e da Ilha do Boi (Vitória). As algas e grama marinha selecionadas para as análises nutricionais (*Hypnea pseudomusciformis*, *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa lanuginosa*, *Ulva* sp. e *Halodule wrightii*), foram coletadas na zona entre marés, nos períodos de baixa-mar de marés de sizígia para possibilitar acesso a espécimes do infralitoral, zona de alimentação da tartaruga (Abreu, 2005). Foram coletadas amostras populacionais com 200g de cada uma das espécies, o material lavado em água corrente e a identificação confirmada até o menor nível taxonômico possível. Posteriormente o material foi congelado a -20°C até a realização das avaliações nutricionais.

### 2.4. Avaliação de parâmetros nutricionais

Foram realizadas as quantificações do teor de pigmentos fotossintetizantes (clorofila a, carotenoides e ficobiliproteínas), carboidratos, proteínas, lipídeos e calorias dos vegetais marinhos coletados nas duas áreas de estudo.

Para cada avaliação nutricional foram feitas 3 repetições (N = 3) obtidas a partir da massa da amostra úmida de cada população coletada.

#### **2.4.1. Carboidratos totais, lipídeos totais, proteínas hidrossolúveis, pigmentos fotossintetizantes e calorías**

As concentrações de carboidratos não estruturais totais foram determinadas seguindo o procedimento descrito inicialmente por Dubois et al. (1956). Para tanto, 1 g de massa fresca dos talos de cada taxa foram tratados a 80 °C em etanol 80% por 5 minutos para inativação enzimática. O extrato foi obtido por maceração e este centrifugado a 3.000 g por 15 minutos, onde o sobrenadante foi separado. O extrato alcoólico obtido da amostra foi concentrado em rota-evaporador para a remoção do solvente e posteriormente lido em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm.

Os lipídeos totais foram extraídos e dosados usando o método proposto primariamente por Bligh & Dyer (1959), utilizando 200 mg de biomassa fresca e considerando as proporções recomendadas entre os solventes clorofórmio, metanol e água destilada.

A quantificação das concentrações de proteínas solúveis totais foi determinada seguindo o método descrito por Bradford (1976). A extração foi realizada através da trituração em nitrogênio líquido de 100 mg de biomassa fresca. O material triturado foi suspenso em um tampão de extração (tampão fosfato, pH 5,5) na proporção de 0,1 g.mL<sup>-1</sup> de massa fresca por 2ml de tampão. O conteúdo de proteína solúvel total foi determinado por espectrofotômetro a 595 nm, após a adição da solução de *Quick Start TM Bradford Protein Assay* (Bio-Rad). Para os pontos da curva padrão foram realizadas 5 diluições compreendidas na faixa de 0,2 a 0,9 mg/mL de albumina sérica bovina.

Para a determinação da clorofila *a* e carotenoides as repetições foram maceradas em nitrogênio líquido, suspensas em 2 ml de acetona e depois centrifugadas a 4 °C. Já para a determinação da concentração de ficobiliproteínas (aloficocinina, ficocianina e ficoeritrina), ao macerado adicionou-se 1 ml de tampão fosfato 50 mM, pH 5,5, que depois foi centrifugado a 4 °C. A quantificação dos pigmentos foi realizada com espectrofotômetro UV - visível utilizando os comprimentos de onda e fórmulas específicos de Kursar et al. (1983) e Jeffrey e Humphrey (1975). Os valores

obtidos em  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  foram convertidos para mg de pigmento por g de massa fresca, considerando a biomassa inicial (100 mg) utilizada para a extração.

Os valores calóricos foram obtidos de acordo com Lajolo e Vannucchi (1987) que é baseado na soma dos teores de proteínas (4 kcal/g), lipídeos (9 kcal/g) e carboidratos (4 kcal/g).

## **2.5. Análise de dados**

Os dados de carboidratos não estruturais totais, lipídeos totais, proteínas totais, pigmentos, carboidratos e calorias foram submetidos a análise de variância ANOVA unifatorial e ao teste a posteriori de Tukey.

## **3. Resultados**

### **3.1. Calorias, carboidratos totais, lipídeos totais e proteínas hidrossolúveis**

Os valores calóricos se apresentaram significativamente diferentes (e mais elevados) na área altamente urbanizada para *Halodule*, *Hypnea* e *Ulva* em ambos os períodos de estudo (Fig. 04;  $p < 0,05$  para os seis testes unifatoriais ANOVA). No gênero *Caulerpa*, *C. mexicana* não apresentou diferença entre localidades no verão ( $F= 0.6816$ ,  $p= 0.4553$ ) mas *C. lanuginosa* apresentou maior valor calórico na área pouco urbanizada no verão (Fig. 2). *Ulva* apresentou os maiores valores registrados (7,49 kcal/g no inverno e 6,24 kcal/g no verão) e a maior diferença entre localidades no inverno ( $F= 886.2050$ ,  $p= < 0.0001$ ).

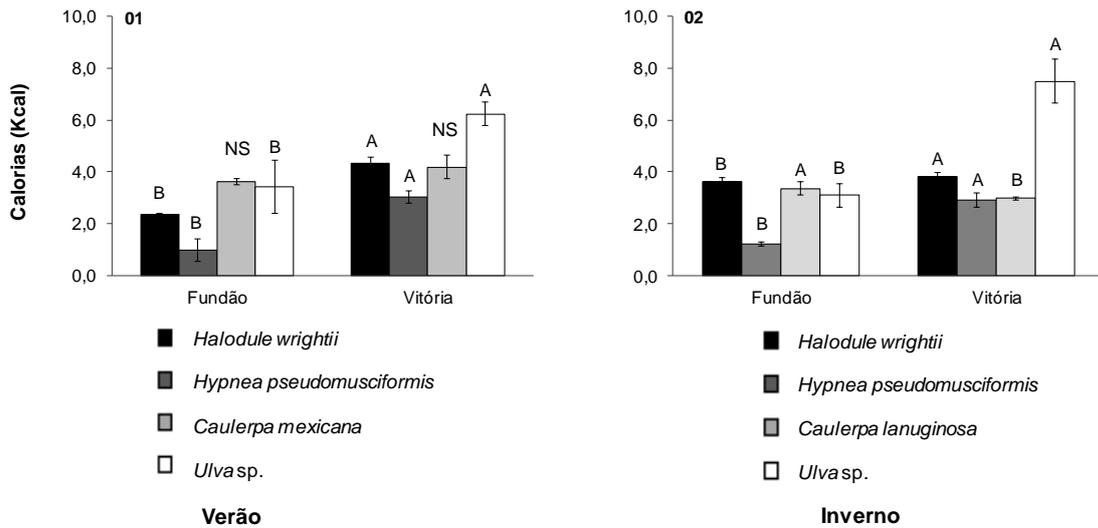


Fig. 04. Quantidade de calorias por grama de massa úmido no verão e no inverno. 01) Quantidade de Calorias (Kcal/g) por espécie no Verão; 02) Quantidade de Calorias (Kcal ) por espécie no Inverno. As barras representam o desvio padrão (n = 3 repetições). Letras diferentes indicam diferenças significativas detectadas pelo teste post-hoc de Tukey (A > B; P < 0,05) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com NS = diferenças não significativas.

Os teores de carboidratos totais e lipídeos totais se mostraram mais elevados na área altamente urbanizada em ambas estações, exceto para *Caulerpa* que apresentou maiores valores na área pouco urbanizada no verão com 0,62 mg/g. Entre as concentrações de proteínas hidrossolúveis obtidas destaca-se os resultados de *Hypnea* na área pouco urbanizada que obteve as maiores concentrações proteicas no verão (0,924 mg/g vs. 0,016 mg/g no inverno, porém as maiores diferenças entre as localidades foram registradas para *Ulva* em ambos os períodos de estudo (F= 886.2050, p= <.0001, no verão e F= 211.5893, p= <.0001 , no inverno) (fig. 05).

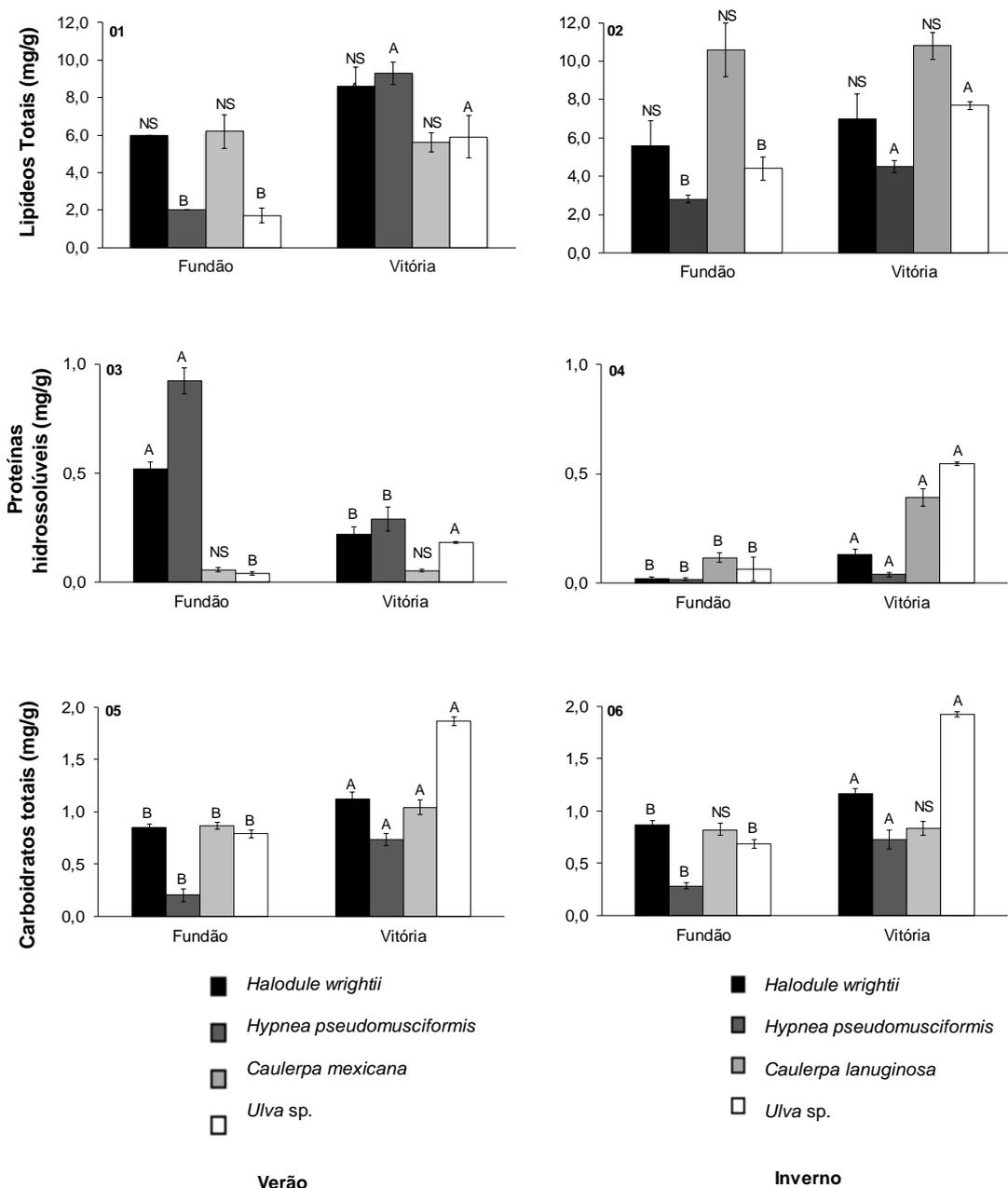


Fig. 05. Parâmetros nutricionais das macroalgas nas diferentes estações do ano. 01) Teor de lipídeos (mg/g) por espécie no verão; 02) Teor de lipídeos (mg/g) por espécie no inverno; 03) Teor de proteínas (mg/g) por espécie no verão; 04) Teor de proteínas (mg/g) por espécie no inverno; 05) Teor de carboidratos (mg/g) por espécie no verão; 06) Teor de carboidratos (mg/g) por espécie no inverno. Letras diferentes indicam diferenças significativas detectadas pelo teste post-hoc de Tukey ( $A > B$ ;  $P < 0,05$ ) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com NS = diferenças não significativas.

No verão *Hypnea* apresentou as maiores diferenças para o teor lipídico ( $F=121.0000$ ,  $p=0.0002$ ), enquanto os resultados obtidos para *Caulerpa* não se

mostraram significativos ( $F= 0.8010$ ,  $p= 0.4202$ ). Já no inverno as maiores diferenças foram encontradas na *Ulva* ( $F= 62.5000$ ,  $p= 0.0013$ ). Para Carboidratos os maiores valores foram encontrados na *Hypnea* em ambos os períodos analisados ( $F= 122.3496$ ,  $p= 0.0002$ , no verão e  $F= 91.2340$ ,  $p= 0.0005$ , no inverno) (fig. 05).

### 3.2. Pigmentos Fotossintetizantes

As concentrações de ficobiliproteínas em *Hypnea* se apresentaram maiores em na área altamente urbanizada para os 3 pigmentos acessórios analisados em ambos os períodos estudados. Nas duas localidades e nas duas estações, a Ficoeritrina apresentou valores mais elevados que a Aloficocianina e a Ficocianina (não testado; tab. 01).

Tabela 02 – Concentração média ( $n=3$ ) de Ficobiliproteínas em *H. pseudomusciformis* em Vitória (ES) e Fundão (ES) em dois períodos de coleta.

Local	Estação	Aloficocianina (mg/g)	Ficocianina (mg/g)	Ficoeritrina (mg/g)
Vitória	Verão	0,035 <sup>A</sup>	0,034 <sup>A</sup>	0,114 <sup>A</sup>
Fundão	Verão	0,018 <sup>A</sup>	0,014 <sup>B</sup>	0,034 <sup>B</sup>
Vitória	Inverno	0,013 <sup>A</sup>	0,015 <sup>A</sup>	0,063 <sup>A</sup>
Fundão	Inverno	0,007 <sup>A</sup>	0,005 <sup>B</sup>	0,028 <sup>B</sup>

\* Letras diferentes indicam diferenças significativas detectadas pelo teste post-hoc de Tukey ( $P < 0,01$ ) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com  $A > B$ .

O teste estatístico mostrou diferenças significativas entre localidades para ficocianina e ficoeritrina em ambos os períodos de estudo, com a ficoeritrina exibindo as maiores diferenças durante o verão ( $F= 64.3000$ ,  $p= 0.0012$ ). Em ambos os períodos de estudo não foram encontradas diferenças significativas para aloficocianina (Verão:  $F= 0.7441$ ,  $p= 0.4368$ ; Inverno:  $F= 1.3194$ ,  $p= 0.3146$ ).

Tabela 03 – Concentração média (n=3) de clorofila a e carotenoides em Vitória (ES) e Fundão (ES) em dois períodos de coleta.

	Estação	Clorofila a (m/g)		Carotenóides (mg/g)	
		Vitória	Fundão	Vitória	Fundão
<i>H. wrightii</i>	Verão	17,269 <sup>B</sup>	21,008 <sup>A</sup>	2,089 <sup>B</sup>	4,511 <sup>A</sup>
<i>H. wrightii</i>	Inverno	13,968 <sup>B</sup>	20,444 <sup>A</sup>	1,002	2,257
<i>H. pseudomusciformis</i>	Verão	7,471 <sup>A</sup>	7,477 <sup>A</sup>	1,79 <sup>A</sup>	1,828 <sup>A</sup>
<i>H. pseudomusciformis</i>	Inverno	5,771 <sup>B</sup>	18,95 <sup>A</sup>	0,928 <sup>B</sup>	4,156 <sup>A</sup>
<i>Ulva</i> sp.	Verão	8,09 <sup>A</sup>	2,015 <sup>B</sup>	ND	ND
<i>Ulva</i> sp.	Inverno	11,981 <sup>A</sup>	9,134 <sup>B</sup>	ND	ND
<i>C. mexicana</i>	Verão	3,047 <sup>B</sup>	5,006 <sup>A</sup>	0,324 <sup>A</sup>	0,288 <sup>A</sup>
<i>C. lanuginosa</i>	Inverno	17,807 <sup>B</sup>	21,198 <sup>A</sup>	ND	ND

\*Letras diferentes indicam diferenças significativas detectadas pelo teste post-hoc de Tukey (P < 0,05) entre os locais de amostragem para uma mesma estação, com A > B. ND = não foram detectados carotenoides.

A tabela 02 mostra valores mais elevados nas concentrações de clorofila obtidas em Fundão para a maioria das espécies em ambos os períodos. *Halodule*, apresentou concentrações elevadas nos dois períodos de análise só sendo ultrapassada pela *Caulerpa*, que apresentou valores um pouco maiores no período do inverno. Podemos destacar também a *Ulva* que apresentou resultados diferentes com menor teor de clorofila na área pouco urbanizada em ambos os períodos de estudo.

Os teores de clorofila se apresentaram significativamente diferentes (e mais elevados) na área altamente urbanizada para *Halodule*, *Hypnea* e *Ulva* em ambos os períodos de estudo, tendo como exceção *Hypnea* no verão onde não foram encontradas diferenças significativas (tab. 03; F= 0.0606, p= 0.8174). Já para carotenoides só foram encontradas diferenças significativas em *Halodule* no verão (F= 18.5181, p= 0.0126) e *Hypnea* no inverno (F= 181.2080, p= <.0001).

### 3.3. Análise da dieta

O número de táxons vegetais é superior na área pouco urbanizada para todas as divisões (Chlorophyta, Rhodophyta e Ochrophyta), sendo Rhodophyta a divisão mais rica (21 gêneros em Fundão e 10 em Vitória). Apesar da divisão

Rhodophyta apresentar o maior número de táxons, é importante salientar que o gênero *Ulva*, Chlorophyta, representa 72% da dieta das tartarugas na área altamente urbanizada e 57% na pouco urbanizada. Vale ressaltar ainda, que o número total de táxons encontrados na área altamente urbanizada (N=16) é menor que a metade do total de gêneros encontrados na área pouco urbanizada (N=39), evidenciando uma dieta mais diversa nessa região (fig 06).

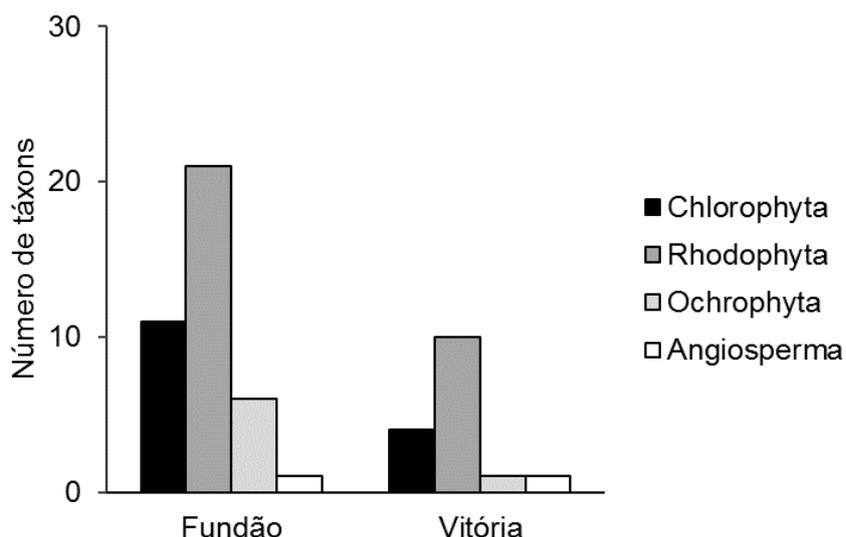


Fig. 06: Número de táxons vegetais encontrados na dieta da tartaruga verde em Vitória (ES) e Fundão (ES).

### 3.4. Fibropapilomatose

Observa-se que a porcentagem de indivíduos não afetados pela doença na área pouco urbanizada é mais elevada do que na altamente urbanizada, além disso, a área pouco urbanizada não apresenta registro de tumores de classe 1 (pouco afetados). As porcentagens dos tumores da classe D (altamente afetados) também são relativamente maiores na área altamente urbanizada chegando a apresentar o dobro dos valores registrados na outra região avaliada (fig. 07).

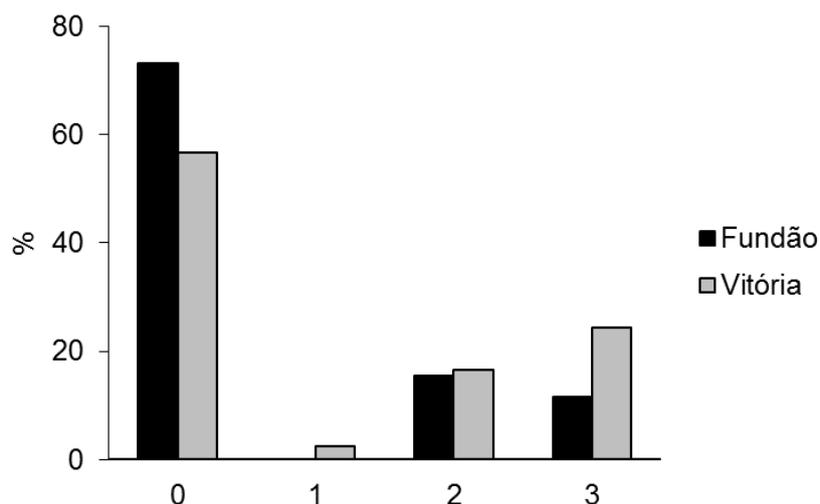


Fig. 07. Frequência relativa de tumores em Vitória e Fundão de acordo com sua severidade. 0) Não afetada; 1) Pouco afetada; 2) Moderadamente afetada; 3) Altamente afetada.

### 3.5. Condição Corporal

Os resultados indicam que a condição corporal dos indivíduos é semelhante nas duas regiões. Fundão teve 53,57% de indivíduos com CC “boa”, enquanto Vitória apresentou 48,87%. A porcentagem de indivíduos com CC “ruim” também não apresentou grandes diferenças, porém Vitória teve uma porcentagem um pouco maior, com 34,58% dos indivíduos (fig. 08).

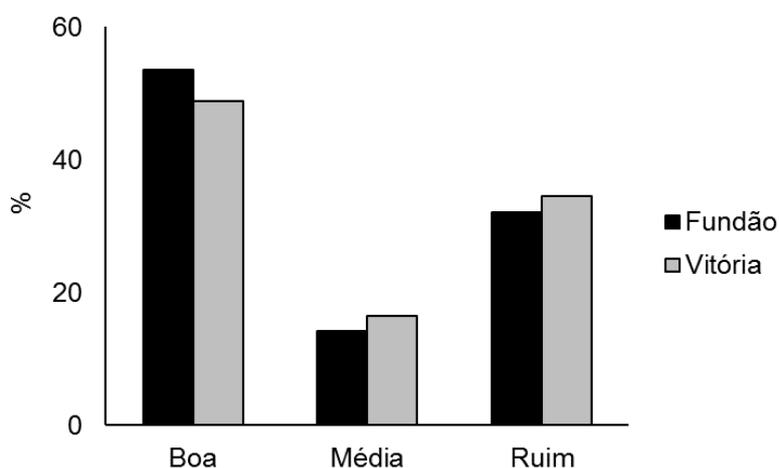


Fig. 08. Avaliação da condição corporal relativa dos indivíduos de tartaruga verde em cada área de estudo.

## 4. Discussão

### 4.1. Parâmetros nutricionais

Os parâmetros nutricionais evidenciam diferenças ambientais entre as regiões e um impacto por enriquecimento em nutrientes na região de Vitória. Os baixos teores de clorofila *a* e de carotenoides em *Halodule*, *Hypnea* e *Caulerpa*, associados à elevada instabilidade ambiental em Vitória, provavelmente geram declínios significativos nas suas taxas fotossintéticas (Schermer et al., 2012). Por outro lado, o gênero *Ulva*, considerado oportunista (Schmidt et al., 2015), é tolerante a ampla variação de níveis de nutrientes e de poluição, e apresenta teores de clorofila *a* mais altos em regiões impactadas (presente estudo; Mangialajo et al., 2008; Schermer et al., 2012a).

Em contrapartida, os valores encontrados para ficobiliproteínas se apresentaram mais elevados na região com maior grau de urbanização, com a ficoeritrina apresentando números 3 vezes maiores no verão. As ficobiliproteínas, encontradas nas Rhodophyta são consideradas reservas de nitrogênio e aumentam sua concentração quando submetidas à alta disponibilidade de nitrogênio (Bird et al. 1982; Lapointe e Duke 1984; Martins et al., 2014), sendo assim, é comum que em regiões urbanizadas encontremos teores elevados de ficoeritrina, evidenciando o enriquecimento por N da região em questão, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho. Resultado similar foi encontrado por Faveri et al. (2015) em amostras enriquecidas com nitrogênio.

Os metabólitos primários (proteínas, lipídeos e carboidratos) obtidos foram superiores na região mais impactada sendo que os valores lipídicos não ultrapassaram 1,5% em todas as taxas avaliadas. Teores lipídicos similares já foram verificados por McDermid et al. (2007) onde as Chlorophyta analisadas apresentaram 2,6% e as Rhodophyta <4%. Os valores de proteínas também foram similares aos valores encontrados em outros estudos, com a região mais impactada exibindo os maiores valores em relação a menos impactada com uma média de 2,32%. As proteínas, assim como as ficobiliproteínas, são influenciadas principalmente pela disponibilidade de nitrogênio (Bird et al.,

1982; Lobban and Harrison, 1997). Estudos já demonstram que as algas tendem a acumular maiores concentrações de proteína quando o nitrogênio dissolvido está disponível em altas concentrações.

Os valores calóricos encontrados também se apresentaram maiores na região impactada, o que é reflexo das maiores concentrações de proteínas, lipídeos e carboidratos na região. Mesmo assim os resultados estão similares a outros trabalhos, inclusive aos obtidos em algas manufaturadas com fim comercial e alimentício (Arasaki e Arasaki, 1983).

Os valores elevados de proteínas, lipídeos e carboidratos encontrados na região mais impactada são explicados pela principal resposta desses organismos sob condições ambientais que causem estresse fisiológico, com a aplicação dos recursos obtido para sua manutenção, produzindo desta forma especialmente metabólitos primários. A produção de metabólitos secundários é desfavorecida em organismos estressados quando comparada a não estressados, diminuindo a diversidade bioquímica desses organismos com a perda de moléculas ou enzimas, além da redução da diversidade de espécies encontradas (Cronin, 1996; Horta et al., 2001; Scherner et al., 2013).

A sobrevivência desses organismos fotossintetizantes é determinada pela sensibilidade dos mesmos aos estressores ambientais e tem influência direta sobre sua produção de metabólitos secundários (Murray e Litter, 1978; Jiménez-Escrig et al., 1999; Wong et al., 2000; Norziah et al., 2000, Misurcová, 2011; Scherner et al., 2012). As algas produzem uma variedade de metabólitos com diferentes funções para a sobrevivência dos organismos, como defesa contra organismos de incrustação (Gama et al., 2008). Alguns metabolitos em particular têm efeitos contra uma variedade de vírus como o Herpes Vírus simples tipo 1 (HSV-1) e 2 (HSV-2), vírus da Imunodeficiência humana (HIV), citomegalovírus humano, vírus da dengue, entre outros (Laillea et al., 1998; Ghosh et al., 2004; Cirne-Santos et al., 2008; Hidari et al., 2008).

Martins et al. (2014) já relatou uma diversidade química superior em áreas com menor graus de urbanização. Esses dados juntamente com os obtidos neste trabalho evidenciam que existe uma grande perda em áreas altamente

urbanizadas, não só de diversidade de espécies, mas também de compostos químicos, o que é comprovado pelas as alterações nutricionais ocasionadas pelo enriquecimento de regiões altamente urbanizadas.

#### **4.2. Parâmetros de saúde das tartarugas**

Os dados de FP evidenciam maiores valores de frequências relativa e de índice de severidade na região altamente urbanizada, com 43% dos indivíduos doentes, sendo 24% destes altamente afetados. Já existem literaturas relatando a correlação da alta prevalência de FP nas tartarugas marinhas com sua residência em áreas degradadas, indicando que existe uma influência da qualidade ambiental sobre a prevalência da doença (Aguirre & Lutz, 2004; Jones et al., 2016; Van Houtan et al., 2010). Dados semelhantes aos encontrados aqui foram relatados por Santos et al. (2010) que descreveu diferenças significativas no grau de severidade da FP entre populações de localidades próximas com graus de urbanização distintos e verificou uma maior proporção do grau mais severo da doença (FPS-3) no local mais impactado.

Tartarugas que forrageiam em áreas pouco urbanizadas apresentam grande diversidade na composição da dieta (André et al., 2005; Fuentes et al., 2006; Nagaoka et al., 2012; Santos et al. 2015), o que corrobora com nossos resultados. 72,27% da dieta da tartaruga verde na região mais impactada é representada por um único gênero de algas (*Ulva* sp.), característico de áreas eutrofizadas, apresentando desta forma baixa diversidade química, fator que limita o balanço nutricional adequado desses organismos. Esse fator pode ter efeitos negativos na saúde desses indivíduos como diminuição nas taxas de crescimento e maturação sexual, além do deficit no sistema imunológico que pode deixar os indivíduos mais susceptíveis a doenças como fibropapilomatose (Santos et al., 2011). Como apresentado anteriormente, as algas possuem metabólitos com atividade antiviral, dessa forma, uma dieta com uma diversidade maior de espécies pode auxiliar na resposta desses organismos à FP

De acordo com Walsh (1999), a condição corporal de um organismo refere-se ao seu *status* energético, assumindo que um indivíduo com condição corpórea normal tem mais reservas energéticas do que um indivíduo abaixo do peso. Os resultados obtidos indicam que a condição corporal dos indivíduos analisados foi semelhante nas duas áreas, sendo considerada “boa” na maior parte dos indivíduos. Adicionalmente é possível afirmar que os indivíduos da região mais impactada mesmo apresentando maior incidência de FP mantém sua condição corpórea boa, fator que pode estar relacionado ao elevado valor calórico encontrado na região.

A dieta mais calórica nessa região evidencia uma alimentação mais rica em proteínas, lipídeos e carboidratos, o que não garante uma dieta balanceada para as tartarugas que se alimentam no local devido à diminuição da disponibilidade de itens alimentares. A perda da diversidade química da região e a redução de espécies disponíveis influenciam o balanço nutricional das tartarugas, visto que diferentes itens são requeridos para otimizar diferentes processos do ciclo de vida desses organismos (Worm et al., 2006), além de auxiliar no bom funcionamento e resposta desses indivíduos às doenças.

## **5. Conclusão**

- Os diferentes graus de urbanização promovem alterações na composição química e nutricional de macroalgas e angiospermas marinhas. Dessa forma, metodologias que utilizem perfis químicos desses vegetais podem auxiliar na caracterização dos impactos em ambientes marinhos podendo estar associadas ou não a uma análise de densidade e índice de cobertura e riqueza vegetal.
- A degradação do ambiente proporcionou uma alteração na comunidade vegetal influenciando de forma considerável a disponibilidade de alimento para as tartarugas verdes e gerando uma limitação nutricional que pode reduzir a recuperação de populações adultas devido à diminuição nas taxas de crescimento.

- O valor nutricional e de diversidade da dieta verificados são relacionados com a incidência de fibropapilomatose e condição corporal das tartarugas verde, o que pode auxiliar em estudos futuros não só sobre a doença, mas de saúde e para conservação da espécie como um todo.

## 5. Referências Bibliográficas

- ABREU, G.F. 2005. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFSC; Santa Catarina.
- AGUIRRE, A. A. e LUTZ P. L. 2004. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis na indicator. *EcoHealth* 1: 275-283.
- ANDRÉ, J., GYURIS, E., and LAWLER, I. R. 2005. Comparison of the diets of sympatric dugongs and green turtles on the Orman Reefs, Torres Strait, Australia. *Wildlife Research*, 32(1), 53-62.
- ARASAKI, A. and ARASAKI, T. 1983. Low Calorie, High Nutrition. Vegetables from the Sea. To Help you Look and Feel Better, Japan Publications Inc.
- BALAZS G.H. 1991. Current status of fibropapillomas in the Hawaiian green turtle, *Chelonia mydas*, p.47-57. In: Balazs G.H. & Pooley S.G. (Eds), Research Plan for Marine Turtle Fibropapilloma. U.S. Department of Commerce, National Oceanographic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. 156.
- BEHMER, S.T., SIMPSON, S.J. AND RAUBENHEIMER, D. 2002. Herbivore foraging in chemically heterogeneous environments: nutrients and secondary metabolites. *Ecology* 83, 2489-2501 .
- BIRD, K. T., HABIG, C. and DEBUSK, T. 1982. Nitrogen allocation and storage patterns in *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta). *Journal of Phycology*. 18:344-8.
- BJORNDAL, K.A. 1982. The consequences of herbivory for the life history pattern of the Caribbean green turtle, *Chelonia mydas*. Pp. 111-116. In: Bjorndal, K.A. (ed.) *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C
- BJORNDAL, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp. 199-232. In: Lutz, P. and J. Musick (eds.), *The biology of sea turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- CARR, A. E M.H. CARR. 1970. Modulated reproductive periodicity in *Chelonia*. *Ecology* 51: 335-337.
- BJORNDAL, K.A. 1999. Priorities for research in foraging habitats. Pp. 13-15. In: Eckert, K.A.; K.A.
- BLIGH, E.G.; DYER, J.W. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37:911-917.
- BRADFORD, M.M. 1976. Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.

CARDOSO, P.G., RAFFAELLI, D., LILLEBO, A.I., VERDELHOS, T., PARDAL, M.A., 2008. The impact of extreme flooding events and anthropogenic stressors on the macrobenthic communities' dynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 76, 553–565.

CIRNE-SANTOS, CC; SOUZA, TML; TEIXEIRA, VL; FONTES, CFL; REBELLO, MA; CASTELLO-BRANCO, LRR; ABREU, CM; TANURI, A; FRUGULHETTI, ICPP; BOU-HABIB, DC. 2008. The dolabellane diterpene dolabelladienetriol is a typical noncompetitive inhibitor of HIV-1 reverse transcriptase enzyme. *Antiviral Research* 77: 64-71.

CRONIN G, HAYME. 1996. Effects of light and nutrient availability on the growth, secondary chemistry, and resistance to herbivory of two brown seaweeds. *Oikos* 77:93–106

DASZAK, P.; A. A. CUNNINGHAM E A. D. HYATT. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. *Science* 287: 443-449.

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A. and SMITH, F. 1956. Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, n. 28, p: 350-356.

FAVERI, CAROLINE and others.2015. Effects of eutrophic seawater and temperature on the physiology and morphology of *Hypnea musciformis* J. V. Lamouroux (Gigartinales, Rhodophyta). *Ecotoxicology*,v. 24, n. 5, p.1040-1052. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-015-1444-6>.

FUENTES, M. M., LAWLER, I. R., and GYURIS, E. 2007. Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. *Wildlife Research*, 33(8), 671-678

FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H.S., MADIN, E.M.P., PERRY, M.T., SELIG, E.R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*. 319, 948–952 HALPERN, B.S., WALBRIDGE, S., SELKOE, K.A., KAPPEL, C.V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J.F., CASEY, K.S., EBERT, C., FOX, H.E.,

GAMA,B.A.P, CARVALHO A.G.V, WEIDNER K, SOARES A.R, COUTINHO R, FLEURY, B.G.2008. Antifouling activity of natural products from Brazilian seaweeds. *Botanica Marina*. 51:191-201.

GHOSH, P; ADHIKARI, V; GHOSAL, PK; PUJOL, CA; CARLUCCI, MJ; DAMONTE, EB; RAY, B. 2004. *In vitro* anti-herpetic activity of sulfated polysaccharide fractions from *Caulerpa racemosa*. *Phytochemistry* 65: 3151-3157

HIDARI, KIPJ; TAKAHASHIA, N; ARIHARA, M; NAGAOKA, M; MORITA, K; SUZUKI, T. 2008. Structure and anti-dengue virus activity of sulfated polysaccharide from a marine alga. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 376: 91-95.

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

IBAMA. Proposta de criação do refúgio de vida silvestre de Santa Cruz e da área de proteção ambiental Costa das Algas. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/consulta/rppn/santacruz.htm>>. Acesso 15 de janeiro de 2015

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo demográfico, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

JEFFREY, S.W. and HUMPHREY, G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophyll a, b c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*. 167:191-194.

JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F.; ZANDONADE, E., 2004. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, USP - São Paulo, v. 27, n. 3, p. 378-386.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; CAMBRODÓN, I. G. 1999. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 49, n. 2, p. 114- 120.

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

KURSAR, T.A., VAN DER MEER, J.; ALBERTE, R.S. 1983. Light-harvesting system of red alga *Gracilaria tikvahiae*. I. Biochemical analyses of pigment mutations. *Plant Physiology*, n.73, p: 353-360.

LAILLEA, M; GERALDB, F; DEBITUS, C. 1998. *In vitro* antiviral activity on dengue virus of marine natural products. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 54: 167-170.

LAJOLO, F. M.; VANUCCHI, H. 1987. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos: 2 situação no Brasil e necessidades. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 37, p. 702-13.

LAPOINTE, B. E. and DUKE, C. S. 1984. Biochemical strategies for growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyta) in relation to light intensity and nitrogen availability. *Journal of Phycology* 20:488–95.

LOBBAN CS, HARRISON PJ. 1997. *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge.

LOTZE, H.K.; H.S. LENIHAN; B.J. BOURQUE; R.H. BRADBURY; R.G. COOKE; M.C. KAY; S.M. KIDWELL; M.X. KIRBY; C.H. PETERSON E J.B.C. JACKSON. 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312: 1806-1809.

LUTCAVAGE, M. E., P. PLOKIN, B. E. WITHERINGTON, and P. L. LUTZ. 1997. Human Impacts on Sea Turtle Survival. Pages 387–410 in P. L. Lutz and J. A. Musick, editors. CRC Press, Boca Raton, Florida.

MANGIALAJO, L; CHIANTORE, M; CATTANEO-VIETTI, R. 2008. Loss of furoid algae along a gradient of urbanisation, and structure of benthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, v. 358, p.63-74, <http://dx.doi.org/10.3354/meps07400>.

MARTINS, CINTIA D. L. and others. 2014 Seaweed chemical diversity: an additional and efficient tool for coastal evaluation. *Journal Of Applied Phycology*, 26, n. 5, p.2037-2045. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-014-0361-z>.

MCDERMID, KARLA J.; STUERCKE, BROOKE; BALAZS, GEORGE H. 2007. Nutritional composition of marine plants in the diet of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian islands. *Bulletin Of Marine Science*, n. 81, p.55-71.

MISURCOVA L. 2011. Chemical composition of seaweeds. In: Kim S-K, editor. *Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons. 608 pp.

MURRAY, S.N., AMBROSE, R.F., DETHIER, M.N., 2006. *Monitoring Rocky Shores*. University of California Press, Berkeley, pp. 220.

MURRAY, S. N. and M.M. Litter. Patterns of algal succession in a perturbed marine intertidal community. 1978. *Journal of Phycology* 14: 506-512.

NAGAOKA, S. M., MARTINS, A. S., SANTOS, R. G., TOGNELLA, M. M. P., DE OLIVEIRA FILHO, E. C., and SEMINOFF, J. A. 2012. Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. *Marine Biology*, 159(3), 573-581.

NORZIAH, M. H.; CHING, C. Y. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*, v. 68, p. 69-76.

SANDERSON, E.W., JAITEH, M., LEVY, M.A., REDFORD, K.H., WANNEBO, A.V., WOOLMER, G., 2003. The human footprint and the last of the wild. *Bioscience* 52, 891–904.

SANTOS, R. G., A. S. MARTINS, E. TOREZANI, C. BAPTISTOTTE, J. N. FARIAS, P. A. HORTA, T. M. WORK, and G. H. BALAZS. 2010. Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: a case study with *Chelonia mydas* off Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms* 89:87–95.

SANTOS R.G, MARTINS A.S, FARIAS J.D.N, HORTA P.A and others. 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1297–1302

- SANTOS, R.G. and others. 2015a. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. Marine Ecology Progress Series. Alabama, v. 529, p.265-277.
- SANTOS, R. G., R. ANDRADES, M. A. BOLDRINI, A. S. MARTINS. 2015b. Debris ingestion by juvenile marine turtles: As underestimated problem. Marine Pollution Bulletin 93: 37-43.
- SCHAFFELKE, B. 1999. Short-term nutrient pulses as tools to assess responses of coral reef macroalgae to enhanced nutrient availability. Marine Ecology Progress Series. 182: 305–310. doi:10.3354/meps182305
- SCHERNER, F., BARUFI, J.B. and HORTA P.A. 2012. Photosynthetic response of two seaweeds species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species. Marine Pollution Bulletin. 64:2380-2390, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.012>
- SCHERNER, F., P. A. HORTA, E. C. DE OLIVEIRA, J. C. SIMONASSI, J. M. HALL-SPENCER, F. CHOW, J. M. C. NUNES, and S. M. B. PEREIRA. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. Marine Pollution Bulletin 76:106–15
- SEMINOFF, J.A.; A. RESENDIZ E W.J. NICHOLS. 2002. Home range of green turtles, *Chelonia mydas*, at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series 242: 253-265.
- TOREZANI, E., C. BAPTISTOTTE, S. L. MENDES, AND P. C. R. BARATA. 2010. 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 90:233–246.
- VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENCO, J., MELILLO, J.M., 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science 277, 494–499.
- WALLACE B.P., DIMATTEO AD, BOLTEN A.B., CHALOUPKA M.Y., HUTCHINSON BJ, and others. 2011. Global Conservation Priorities for Marine Turtles. PLOS ONE 6(9).
- Walsh M. 1999. Rehabilitation of sea turtles. In: Eckert KL, Bjorndal K a, Abreu-grobois FA, Donnelly M (eds) Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, Washington, pp 202–207.
- WORK, T. M., and G. H. BALAZS. 1999. Relating tumor score to hematology in green turtles with fibropapillomatosis in Hawaii. J.Wildl.Dis. 35:804–807.
- WORM, B.; E. B. BARBIER; N. BEAUMONT; J. E. DUFFY; C. FOLKE; B. S. HALPERN; J. B. C. JACKSON; H. K. LOTZE; F. MICHELI; S. R. PALUMBI; E. SALA; K. A. SELKOE; J. J. STACHOWICZ E R. WATSON. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science 314: 787-790.

WONG, K. H.; CHEUNG, P. C.K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I - proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*, v. 71, p. 475-482.

WYNEKEN, J. 2001. *The Anatomy of Sea Turtles*. Pp. 172. U.S.D. of C.N.T.M. NMFS-SEFSC-470.

### **III. MATERIAL SUPLEMENTAR**

#### **III.I. Metodologia detalhada das avaliações de parâmetros nutricionais**

##### **Análise de pigmentos**

A fim de extrair os pigmentos foram triturados 100 mg de massa fresca de taxa, com 3 repetições (n=3). Para a determinação de clorofila e carotenoides as repetições foram maceradas em nitrogênio líquido, suspensas em 2 ml de acetona e depois centrifugadas a 4 °C. Já para a determinação da concentração de ficobiliproteínas (aloficocinina, ficocianina e ficoeritrina), ao macerado adicionou-se 1 ml de tampão fosfato 50 mM, pH 5,5, que depois foi centrifugado a 4 °C.

A quantificação dos pigmentos foi realizada com espectrofotômetro UV - visível utilizando os comprimentos de onda e fórmulas específicos de Kursar et al. (1983) e Jeffrey e Humphrey (1975). Os valores obtidos em  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  foram convertidos para mg de pigmento por g de massa fresca, considerando a biomassa inicial (100 mg) utilizada para a extração.

##### **Quantificação de carboidratos não estruturais**

A determinação das concentrações de carboidratos totais foram realizadas seguindo o procedimento descrito inicialmente por Dubois et al. (1956). Para tanto, 3 repetições (n=3) com 1g de massa fresca dos talos de cada taxa foram tratados a 80 °C em etanol 80% por 5 minutos para inativação enzimática. O extrato foi obtido por maceração e este centrifugado a 3.000 g por 15 minutos, onde o sobrenadante foi separado. Posteriormente foram adicionados 10mL de etanol 80% ao precipitado aquecido em banho-maria por 15 minutos a 80°C e a centrifugação repetida, esse extrato alcoólico obtido da amostra foi concentrado em rota-evaporador para a remoção do solvente.

A quantificação foi realizada por meio de uma solução estoque, a partir da qual foi preparada a solução mãe, onde 10 mL da solução estoque foi diluída em 100 mL de água deionizada a partir da qual são preparadas as diluições para

os pontos da curva padrão. Foram adicionados a um tubo de ensaio 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, 0,5 mL de fenol 5% e 0,5 mL da amostra (ou diluição do ponto de curva), que serão lidos em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm.

### **Quantificação das proteínas solúveis totais**

A extração de proteínas foi realizada através da trituração em nitrogênio líquido de 100 mg de biomassa fresca de cada repetição (n=3). O material triturado foi suspenso em um tampão de extração (tampão fosfato, pH 5,5) na proporção de 0,1 g.mL<sup>-1</sup> de massa fresca por 2ml de tampão. A solução foi centrifugada por 15 minutos a 12000 g e 4 °C. O conteúdo de proteína solúvel total foi determinado por espectrofotômetro a 595 nm, após a adição da solução de *Quick Start™ Bradford Protein Assay* (Bio-Rad), segundo o método de Bradford (1976). Para os pontos da curva padrão foram realizadas 5 diluições compreendidas na faixa de 0,2 a 0,9 mg/mL de albumina sérica bovina.

### **Quantificação de lipídeos solúveis totais**

Para a extração e determinação do teor de lipídeos totais foram utilizados 0,5g de massa fresca para cada repetição (n=3), de acordo com o método de Bligh e Dyer (1959), considerando as proporções recomendadas entre os solventes clorofórmio, metanol e água destilada. As amostras foram centrifugadas a 4°C e o extrato clorofórmico obtido filtrado em papel de filtro e transferido para um béquer pré-tarado e colocado em estufa a 30°C até alcançar um peso constante. O béquer foi resfriado em dessecador e pesado em balança analítica para a obtenção do conteúdo de lipídeos totais expresso em mg/g.

### **Determinação de Calorias**

Os valores calóricos das algas analisadas foram obtidos de acordo com Lajolo e Vannucchi (1987) que é baseado na soma dos teores de proteínas (4 kcal/g), lipídeos (9 kcal/g) e carboidratos (4 kcal/g).

#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, S.M., 2005. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine systems. *Marine Pollution Bulletin*. 51, 649–657.
- AGUIRRE, A. A. 1991. Green turtle fibropapilloma: an epidemiologic perspective. Pp. 107-113. *In*: Balazs, G. H. e S. G. Pooley (eds.), Research plan for marine turtle fibropapilloma, U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS-SFSC-156.
- AGUIRRE, A. A.; T. R. SPRAKER; G. H. BALAZS E B. ZIMMERMAN. 1998. Spirorchidiasis and fibropapillomatosis in green turtles of the Hawaiian Islands. *Journal of Wildlife Diseases* 14: 298-304.
- AIROLDI L, BALATA D, BECK MW. 2008. The Gray Zone:relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 366: 8–15
- AIROLDI, L., TURON, X., PERKOL-FINKEL, S., RIUS, M., 2015. Corridors for aliens but not for natives:effects of marine urban sprawl at a regional scale. *Divers. Distrib.* 21, 755–768.
- ANDERSON, T.W. Role of macroalgal structure in the distribution and abundance of a temperate reef fish. *Marine Ecology Progress Series*. 113: 279-290. 1994
- ARONSON, M.F.J., LA SORTE, F.A., NILON, C.H., KATTI, M., GODDARD, M.A., LEPCZYK, C.A., WARREN, P.S., WILLIAMS, N.S.G., CILLIERS, S., CLARKSON, B., DOBBS, C., DOLAN, R., HEDBLUM, M., KLOTZ, S., KOOIJMANS, J.L., KÜHN, I., MACGREGOR-FORS, I., MCDONNELL, M., MÖRTBERG, U., PYŠEK, P., SIEBERT, S., SUSHINSKY, J., WERNER, P., WINTER, M., 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society of London*. B 281, 20133330.
- ARTHUR, K. E., AND G. H. BALAZS. 2008. A comparison of immature green turtles. *Chelonia mydas*) diets among seven sites in the main Hawaiian Islands. *Pacific Science*. 62:205–217.
- BARBIER,P; GUISE, S; HUITOREL, P; AMADE, P; PESANDO, D; BRIAND, C; PEYROT, V. 2001. Caulerpenyne from *Caulerpa taxifolia* has an antiproliferative activity on tumor cell line SKN- SH and modifies the microtubule network. *Life Sciences* 0: 415-29.
- BEACH,K; WALTERS, L; BERGEAS,H; SMITH, C; COYER, J; VROOM, P. 2003. The impact of *Dictyota* spp. on *Halimeda* populations of Conch Reef, Florida Keys. *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 297: 141-159.

BEHMER, S.T., SIMPSON, S.J. AND RAUBENHEIMER, D. 2002. Herbivore foraging in chemically heterogeneous environments: nutrients and secondary metabolites. *Ecology* 83, 2489-2501 .

BJORNDAL, K.A. 1982. The consequences of herbivory for the life history pattern of the Caribbean green turtle, *Chelonia mydas*. Pp. 111-116. *In*: Bjorndal, K.A. (ed.) *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C

BJORNDAL, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. Pp. 199-232. *In*: Lutz, P. and J. Musick (eds.), *The biology of sea turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

BJORNDAL, K.A. 1999. Priorities for research in foraging habitats. Pp. 13-15. *In*: Eckert, K.A.; K.A.

BLIGH, E.G.; DYER, J.W. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37:911-917. 1959.

BRADFORD, M.M. 1976. Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.

BRILL, R.W.; G.H. BALAZS; K.N. HOLLAND; R.K.C. CHANG E S.C.G.J. SULLIVAN. 1995. Daily movements, habitat use, and submergence intervals of normal and tumor-bearing juvenile green turtles (*Chelonia mydas* L.) within a foraging area in the Hawaiian islands. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 185: 203-218.

CARR, A. E M.H. CARR. 1970. Modulated reproductive periodicity in *Chelonia*. *Ecology* 51: 335-337.

CARRIÓN-CORTEZ, J. A., ZÁRATE, P., and SEMINOFF, J. A. 2010. Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Islands. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(5), 1005-1013

CIRNE-SANTOS, CC; SOUZA, TML; TEIXEIRA, VL; FONTES, CFL; REBELLO, MA; CASTELLO-BRANCO, LRR; ABREU, CM; TANURI, A; FRUGULHETTI, ICPP; BOU-HABIB, DC. 2008. The dolabellane diterpene dolabelladienetriol is a typical noncompetitive inhibitor of HIV-1 reverse transcriptase enzyme. *Antiviral Research* 77: 64-71.

COLLÉN, J., I. GUIBLE-MARSOLLIER, J. J. L\_EGER, AND C. BOYEN. 2007. Response of the transcriptome of the intertidal red seaweed *Chondrus crispus* to controlled and natural stresses. *New Phytologist* . 176: 45–55. doi:10.1111/j.1469-8137.2007.02152.x

- CHADCHAN,J, SHANKAR. R. 2009. Emerging urban development issues in the context of globalization Journal of ITPI (Institute of Town Planners India), 6 (2) pp. 78-85.
- DAILER, M. L., E. SMITH, and C. M. SMITH. 2012. Responses of bloom forming and non-bloom forming macroalgae to nutrient enrichment in Hawai'i, USA. Harmful Algae 17: 111–125. doi:10.1016/j.hal.2012.03.008
- DAVYT, D; FERNANDE, R; SUESCUN, L; MOMBRU, AW; SALDAN, J; DOMÍNGUEZ, L; COLL, J; FUJII, MT; MANTA, E. 2001. New sesquiterpene derivatives from the red alga *Laurencia scoparia*. Isolation, structure determination, and anthelmintic activity. Journal of Natural Products. 64: 1552-1555.
- DAWSON, R.J., HALL, J.W., BARR, S.L., BATTY, M., BRISTOW, A.L., CARNEY, S., DAGOUMAS, A., EVANS, S., FORD, A., HARWATT, H., KÖHLER, J., TIGHT, M.R., WALSH, C.L., ZANNI, A.M., 2009. A blueprint for the integrated assessment of climate change in cities. Tyndall Working Paper 129, pp. 26.
- DASZAK, P.; A. A. CUNNINGHAM E A. D. HYATT. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife: threats to biodiversity and human health. Science 287: 443-449.
- DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A. e SMITH, F Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, n. 28, p: 350-356, 1956.
- DUGAN, J.E., AIROLDI, L., CHAPMAN, M.G., WALKER, S.J., SCHLACHER, T., 2011. Estuarine and coastal structures: environmental effects, a focus on shore and nearshore structures. In: Wolanski, E., McLusky, D. (Eds.).
- GAMA,B.A.P, CARVALHO A.G.V, WEIDNER K, SOARES A.R, COUTINHO R, FLEURY, B.G.2008. Antifouling activity of natural products from Brazilian seaweeds. Botanica Marina. 51:191-201.
- GEORGE, R. 1997. Health problems and diseases of sea turtles. Pp. 363-385 In: Lutz, P. e J. Musick (eds), The biology of sea turtles. CRC Press, Inc., Cleveland, Ohio.
- GHOSH, P; ADHIKARI, V; GHOSAL, PK; PUJOL, CA; CARLUCCI, MJ; DAMONTE, EB; RAY, B. 2004. *In vitro* anti-herpetic activity of sulfated polysaccharide fractions from *Caulerpa racemosa*. Phytochemistry 65: 3151-3157.
- GRABSKI, KLEDSON RÓBER and others. Estudo da dinâmica da urbanização e seus impactos sobre ambientes costeiros baseado em Sensoriamento Remoto e SIG. Caso do município de Santa Vitória do Palmar, RS. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. 2015, João Pessoa. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. 2015.

GOUVÊA, LIDIANE PIRES and others. Interactive effects of marine heatwaves and eutrophication on the ecophysiology of a widespread and ecologically important macroalga. *Limnology And Oceanography*, [s.l.], v. 62, n. 5, p.2056-2075, 7 jun. 2017. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/lno.10551>.

HALPERN, B.S., WALBRIDGE, S., SELKOE, K.A., KAPPEL, C.V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J.F., CASEY, K.S., EBERT, C., FOX, H.E., FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H.S., MADIN, E.M.P., PERRY, M.T., SELIG, E.R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R., 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*. 319, 948–952.

HARGRAVE, M. S., A. FOGGO, A. PESSARRODONA, AND D. A. SMALE. 2016. The effects of warming on the ecophysiology of two co-existing kelp species with contrasting distributions. *Oecologia* 183: 531–543. doi:10.1007/s00442-016-3776-1

HEMMINGA, M. e DUARTE, C.M.. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press. 298 p.

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

HERBST, L. H. E P. A. KLEIN. 1995. Green turtle fibropapillomatosis: challenges to assessing the role of environmental cofactors. *Environmental Health Perspectives* 103(4): 27-30.

HERBST, L.H.; E. R. JACOBSON; P. A. KLEIN; G. H. BALAZS; R. MORETTI; T. BROWN E J. P. SUNDEBERG. 1999. Comparative pathology and pathogenesis of spontaneous and experimentally induced fibropapillomas of green turtles (*Chelonia mydas*). *Veterinary Pathology*. 36: 551-564.

HIDARI, KIPJ; TAKAHASHIA, N; ARIHARA, M; NAGAOKA, M; MORITA, K; SUZUKI, T. 2008. Structure and anti-dengue virus activity of sulfated polysaccharide from a marine alga. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 376: 91-95.

JEFFREY, S.W. and HUMPHREY, G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophyll a, b c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen*. 167:191-194.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; CAMBRODÓN, I. G. Evaluación nutricional y efectos fisiológicos de macroalgas marinas comestibles. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 49, n. 2, p. 114- 120, 1999.

KNOP, E., 2016. Biotic homogenization of three insect groups due to urbanization. *Global Change Biology*. 22, 228–236.

KURSAR, T.A., VAN DER MEER, J.; ALBERTE, R.S. 1983. Light-harvesting system of red alga *Gracilaria tikvahiae*. I. Biochemical analyses of pigment mutations. *Plant Physiology*, n.73, p: 353-360.

LAILLEA, M; GERALDB, F; DEBITUS, C. 1998. *In vitro* antiviral activity on dengue virus of marine natural products. Cellular and Molecular Life Sciences. 54: 167-170.

LAJOLO, F. M.; VANUCCHI, H.1987. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos: 2 situação no Brasil e necessidades. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v. 37, p. 702-13.

LEITE, A.S., SANTOS, L.L., COSTA, Y., HATJE, V., 2014. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. Marine Pollution Bulletin. 81, 242–247.

LOGAN, B. A., D. KORNYEYEV, J. HARDISON, AND A. S. HOLADAY. 2006. The role of antioxidant enzymes in photoprotection. Photosynthesis Research. 88: 119–132. doi:10.1007/s11120-006-9043-2

LOPEZ-MENDILAHARSU M, GARDNERI SC, RIOSMENA-RODRIGUEZ R, SEMINOFF JA. 2008. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahia Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 88: 641–647.

LOTZE, H.K.; H.S. LENIHAN; B.J. BOURQUE; R.H. BRADBURY; R.G. COOKE; M.C. KAY; S.M. KIDWELL; M.X. KIRBY; C.H. PETERSON E J.B.C. JACKSON. 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. Science 312: 1806-1809.

LUTCAVAGE, M. E., P. PLOKTIN, B. E. WITHERINGTON, and P. L. LUTZ. 1997. Human Impacts on Sea Turtle Survival. Pages 387–410 in P. L. Lutz and J. A. Musick, editors. CRC Press, Boca Raton, Florida.

MAKOWSKI, C.; J.A. SEMINOFF E M. SALMON. 2006. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. Marine Biology 148: 1167-1179.

MARTINS, CINTIA D. L and others. 2012. The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin. [s.l], p. 772-778.

MARTINS, CINTIA D. L. and others. 2014. Seaweed chemical diversity: an additional and efficient tool for coastal evaluation. Journal Of Applied Phycology, [s.l.], v. 26, n. 5, p.2037-2045. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-014-0361-z>.

MARTÍNEZ, BREZO; RICO, JOSE M.. SEASONAL VARIATION OF P CONTENT AND MAJOR N POOLS IN PALMARIA PALMATA (RHODOPHYTA). 2012. Journal of Phycology. p. 1082-1089.

MENÉNDEZ, MARGARITA; HERRERA, JORGE; COMÍN, F.A.. 2002. Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth, chlorophyll content and tissue

- composition of the macroalga *Chaetomorpha linum* (O.F. Müll.) Kütz in a Mediterranean coastal lagoon. *Scientia Marina*. SI, p. 355-364
- MCDERMID, KARLA J.; STUERCKE, BROOKE; BALAZS, GEORGE H. 2007. Nutritional composition of marine plants in the diet of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian islands. *Bulletin Of Marine Science*, n. 81, p.55-71.
- MCKINNEY, M.L., LOCKWOOD, J.L., 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution*. 14, 450–453.
- MISURCOVA L. 2011. Chemical composition of seaweeds. In: Kim S-K, editor. *Handbook of marine macroalgae: biotechnology and applied phycology*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons. 608 pp.
- MORAND, P., AND X. BRIAND. 1996. Excessive growth of macroalgae: A symptom of environmental disturbance. *Botanica Marina*. 39: 491–516. doi:10.1515/botm.1996.39.1-6.491.
- MORAND, P., AND M. MERCERON. 2005. Macroalgal population and sustainability. *Journal of Coastal Research*. 21: 1009–1020. doi:10.2112/04-700A.1
- MURRAY, S. N. e M.M. Litter.1978. Patterns of algal succession in a perturbed marine intertidal community. *Journal of Phycology* 14: 506-512.
- NAHAS, R; ABATIS, D; ANAGNOSTOPOULOU, MA; KEFALAS, P; VAGIAS, C; ROUSSIS, V. 2007. Radical-scavenging activity of Aegean Sea marine algae. *Food Chemistry*. 102: 577-581.
- NORZIAH, M. H.; CHING, C. Y. 2000. Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry*, v. 68, p. 69-76.
- OLIVEIRA, ALL; FELICIO, R; COSTA-LOTUFO, LV; MORAES, MO; PESSOA, CO; YOUNG, MCM; YOKOYA, NC; DEBONSI, HM. 2008. Antitumor and antifungal activities from red algae *Bostrychia radicans* and *B. tenella* (Rhodophyta). *Planta Medica*. 74: 977-977.
- ORTH, R. J., CARRUTHERS, T. J. B., DENNISON, W. C., DUARTE, C. M., FOURQUREAN, J. W., KENNETH, K. L., HUGHES, A. R., KENDRICK, G. A., KENWORTHY, W. J., OLYARNIK, S., SHORT, F. T., WAYCOTT, M. and WILLIAMS, S. L. 2006. A Global Crisis for Seagrass Ecosystems. *BioScience*. 56, 987-996.
- PAUL, V.J e RITSON-WILLIAMS, R. 2008. Marine chemical ecology. *Nat Prod Rep* 25: 662-695.
- PEREIRA, HS; LEÃO-FERREIRA, LR; MOUSSATCHÉ, N; TEIXEIRA, VL; CAVALCANTI, DN; COSTA, LJ; DIAZ, R; FRUGULHETTI, ICPP. 2004a. Antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota*

*menstrualis* against human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1). Antiviral Research. 64: 69-76.

PORTUGAL, ADRIANA BRIZON and others. 2016. Increased anthropogenic pressure decreases species richness in tropical intertidal reefs. Marine Environmental Research. [s.i], p. 44-54.

RABELO, R.K.O. Estudo da variação temporal da abundância relativa e do comprimento curvilíneo da carapaça de juvenis de *Chelonia mydas* no efluente final da Arcelor-Mittal Tubarão – ES. 2010. 22f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2010.

REISSER, J., M. PROIETTI, I. SAZIMA, P. KINAS, P. HORTA, and E. SECCHI. 2013. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. Marine Biology 160:3169–3179.

SANTOS, MGM; LAGROTA, MHC; MIRANDA, MMFS; YONESHIGUE-VALENTIN, Y; WIGG, MD. 1999. A screening for the antiviral effect of Brazilian marine alga extracts against acyclovir-resistant herpes simplex virus type Botânica Marina. 42: 227-230.

SANTOS, R.G. Avaliação da População de Tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, em uma Área de Alimentação e Desenvolvimento Degradada no Litoral do Espírito Santo, Sudeste Brasileiro. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós graduação em Ciências Biológicas, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

SANTOS R.G, MARTINS A.S, FARIAS J.D.N, HORTA P.A and others. 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. Marine Pollution Bulletin 62: 1297–1302

SANTOS, R.G. and others. 2015a. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. Marine Ecology Progress Series. Alabama, v. 529, p.265-277.

SANTOS, R. G., R. ANDRADES, M. A. BOLDRINI, A. S. MARTINS. 2015b. Debris ingestion by juvenile marine turtles: As underestimated problem. Marine Pollution Bulletin 93: 37-43.

SEMINOFF, J.A.; A. RESENDIZ E W.J. NICHOLS. 2002. Home range of green turtles, *Chelonia mydas*, at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series 242: 253-265.

SOARES, AR; ABRANTES, JL; SOUZA, TML; FONTES, CFL; PEREIRA, RC; FRUGULHETTI, ICPP; TEIXEIRA, VL. 2007. Antiviral effect of meroditerpenes isolated from *Stypopodium zonale* (Dictyotaceae) against human immunodeficiency vírus type 1 (HIV-1) and Herpes simplex virus (HSV-1). Planta Medica. 73: 1221-1224

- SCHAFFELKE, B. 1999. Short-term nutrient pulses as tools to assess responses of coral reef macroalgae to enhanced nutrient availability. *Marine Ecology Progress Series*. 182: 305–310. doi:10.3354/meps182305.
- SCHERNER, F., BARUFI, J.B. and HORTA P.A. 2012. Photosynthetic response of two seaweeds species along an urban pollution gradient: Evidence of selection of pollution-tolerant species. *Marine Pollution Bulletin*. 64:2380-2390, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.012>
- SCHERNER, F., P. A. HORTA, E. C. DE OLIVEIRA, J. C. SIMONASSI, J. M. HALL-SPENCER, F. CHOW, J. M. C. NUNES, AND S. M. B. PEREIRA. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 76:106–15.
- UNITED NATIONS, 2007a. World urbanization prospects: the 2007 revision. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs, pp. 244.
- UNITED NATIONS, 2007b. State of the world population 2007: unleashing the potential of urban growth. United Nations Population Fund, pp. 108.
- VAIRAPPAN, CS. 2003. Potent antibacterial activity of halogenated metabolites from malaysian red algae *Laurencia majuscula* (Rhodomelaceae, Ceramiales). *Biomolecular Engineering*. 20: 255-259.
- VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENCO, J., MELILLO, J.M., 1997. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277, 494–499.
- WONG, K. H.; CHEUNG, P. C.K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I - proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*, v. 71, p. 475-482.
- WORM, B.; E. B. BARBIER; N. BEAUMONT; J. E. DUFFY; C. FOLKE; B. S. HALPERN; J. B. C. JACKSON; H. K. LOTZE; F. MICHELI; S. R. PALUMBI; E. SALA; K. A. SELKOE; J. J. STACHOWICZ E R. WATSON. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.