



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

MATHEUS FELIPE DE SOUZA DIAS DA SILVA

**TARTARUGAS MARINHAS, MACROALGAS E DERRAMAMENTO DE ÓLEO:
Áreas de alimentação e contaminação (ipojuca, pernambuco)**

Recife
2021

MATHEUS FELIPE DE SOUZA DIAS DA SILVA

TARTARUGAS MARINHAS, MACROALGAS E DERRAMAMENTO DE ÓLEO: Áreas
de alimentação e contaminação (ipojuca, pernambuco)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia. Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientadora: Dra. Maria Elisabeth de Araújo

Recife
2021

Catálogo na fonte:

Bibliotecário Josias Machado, CRB-4 / 1690

S586t Silva, Matheus Felipe de Souza Dias da.
Tartarugas marinhas, macroalgas e derramamento de óleo: áreas de
alimentação e contaminação (Ipojuca, Pernambuco) / Matheus Felipe de
Souza dias da Silva. – 2021.

121 f.: il., figs., tabs., abrev. e sigl.

Orientador: Prof.^a Dra. Maria Elizabeth de Araújo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Geociências, Recife, 2021.

Inclui referências.

1. Geociências. 2. Testudomorpha. 3. coprologia. 4. *Chelonya mydas*. 5.
Algas marinhas. 6. Resíduos antropogênicos. 7 Concentração de HPA. I.
Araújo, Maria Elizabeth de (orientadora). II. Título.

MATHEUS FELIPE DE SOUZA DIAS DA SILVA

TARTARUGAS MARINHAS, MACROALGAS E DERRAMAMENTO DE ÓLEO: Áreas
de alimentação e contaminação (ipojuca, pernambuco)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia. Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Aprovada em: 28/07/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Elisabeth de Araújo (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Mutue Toyota Fujii (Examinador Interno)
Programa de Pós-graduação em Oceanografia (PPGO)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Bruna Martins Bezerra (Examinador Externo)
Programa de Pós-graduação de Biologia animal (PPGBA)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Dedico este trabalho a todos os familiares, amigos, colegas e conhecidos que me ajudaram de alguma forma, principalmente com palavra de carinho, confiança e incentivo; a todos os pretos de periferias que se encontram perdidos e sem oportunidade, “somos maiores, nos basta só sonhar e seguir” como disse Emicida.

AGRADECIMENTOS

A toda minha família pelo apoio durante esses anos em pesquisa, em especial minha avó Maria das Graças e meu avô Pedro José, por toda ajuda, e conforto que me deram nos momentos mais difíceis. Principalmente a minha namorada e futura mulher, Safira Núbia Dias de Melo por todo o companheirismo, paciência, ajuda e compreensão durante esses anos de atribulação da pesquisa, TE AMO, essa vitória também é sua. As minhas duas sogras, Djanira e Maria Augusta e a Lúcio por acreditarem em mim, e por toda ajuda que conseguiram me dar.

À minha orientadora Maria Elisabeth de Araújo por todo carinho, conselhos e ensinamentos, que me ajudaram a evoluir como pesquisador. À Maria Danise de Oliveira Alves e a Paula Regina Fortunato do Nascimento por todos os conselhos, carinho e principalmente por não me abandonarem nos momentos mais difíceis. Sou muito grato a vocês três pois, sem vocês, eu não teria chegado aqui. Vocês são as mães científicas que a vida e a academia me deram. Serei eternamente grato e essa conquista também é de vocês. OBRIGADO!

À ONG ECOASSOCIADOS pelo acolhimento e por toda ajuda, em especial, a Seu Arley Candido e a Vivian por acreditar no meu potencial e me ajudarem sempre da maneira que podiam. Também a Taciana, Igor, Luana, João, Lais (Xô Plástico) e alguns voluntários que passaram, pelas palavras que sempre me deram força para continuar.

À FAFIRE por todo suporte acadêmico e materiais de laboratório. A Equipe de professores da FAFIRE, em especial, Emília e Juliana membros da CPA, amigas que sempre apostaram em mim e diante de tantos conselhos, ensinamentos e ajuda, me fizeram continuar firme nesse caminho. Aos amigos da base (verdinhos), da comunicação, professores do curso de Biologia, e Irmã Maria das Graças, pelo carinho. Esta instituição continua sendo minha base para o crescimento pessoal e profissional. Obrigado.

Ao Departamento de Oceanografia, por todo suporte acadêmico, e em especial a profa. Eliete e ao Lino, que foram fundamentais para análise dos dados químicos e publicação do artigo.

Aos amigos: Lucas Alves, Mayara, Victor, Natanael, Lucas Banaca, Romoaldo Nascimento e a todos os membros do IMAT, pelo companheirismo, amizade e colaboração.

Aos pescadores do litoral de Ipojuca, que contribuíram com ricos ensinamentos.

Aprender uma lição sem dor
não tem significado,
isso por que as pessoas não conseguem
obter nada sem sacrificar alguma coisa,
mas quando elas superam as dificuldades
e conseguem o que quer
as pessoas conquistam um coração forte que não perde para nada.
Um coração forte como aço
EDUARD ELRIC

RESUMO

Cinco espécies de tartarugas marinhas têm sido registradas para Pernambuco, onde usam os habitats costeiros para completar seu ciclo de vida, iniciado pelas desovas em suas praias. O objetivo deste estudo foi determinar os potenciais locais de ocorrência desses animais e das macroalgas, visando inferir o litoral de Ipojuca (sul do Estado) como uma área de alimentação. Além disso este estudo visou investigar os impactos antropogênicos, principalmente em decorrência do vazamento de petróleo na região, sobre as tartarugas marinhas. A pesquisa foi desenvolvida entre junho/2019 a abril/2021, e as coletas foram realizadas na cidade, praia e recifes de Porto de Galinhas (PG) e na praia e recifes de Serrambi (SE). Para cumprir o objetivo, foram realizadas quatro etapas desta pesquisa: 1) Entrevistas pelo método *Snowball* para seleção da área de maior ocorrência de tartarugas marinhas; 2) Censo visual estacionário náutico para registros desses animais em ambientes recifais; 3) Levantamento bibliográfico de macroalgas ocorrentes na região, e 4) Busca intensiva por fezes de tartarugas para o estudo coproscópico. Foram identificadas 21 locais de ocorrência de *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, *Caretta caretta* e *Lepidochelys olivacea*, sendo as maiores concentrações nos recifes da Baixa Sul (PG) e Baixa do Mamão (SE). Em seis expedições e 24 horas de monitoramento nesses dois recifes, observou-se 681 momentos de registros com 1.332 avistagens, onde ocorreram as espécies *C. mydas* (fase adulta e juvenil), e *E. imbricata* (fase juvenil). Vinte publicações sobre levantamentos de macroalgas forneceram uma lista com 130 táxons registrados para a região, sendo Rhodophyta o filo predominante (66 espécies), seguido por Chlorophyta e Ochrophyta que apresentaram 45 e 19 espécies, respectivamente. Amostras de bolos fecais pesaram cerca de 15 kg e a biomassa vegetal compôs 90% dos itens alimentares, representando 30 táxons identificados de macroalgas e fanerógamas marinhas. Os demais itens corresponderam a quatro grupos animais (Ascidiacea, Molusca, Porifera, Scleractinia), além de 225 itens de resíduos antropogênicos. As amostras de fezes coletadas nos dias 19, 20 e 21/02/2020 continham petróleo e, segundo análises de componentes químicos, sua origem era a mesma do grande derramamento ocorrido em final de 2019 no Brasil. As porções de óleo encontradas nas fezes estavam aderidas às macroalgas e os resultados indicam que as tartarugas marinhas usam os ambientes recifais da região para se alimentar, principalmente as tartarugas-verdes (*C. mydas*) na fase juvenil; uma espécie herbívora. Acidentalmente, as tartarugas estudadas acabam por ingerir resíduos antropogênicos, principalmente plásticos, e involuntariamente o óleo que permanecem contaminando a região. Após esse vazamento, um indivíduo juvenil de

tartaruga-verde foi encontrado oleado e morto por asfixia. Em 2021 cinco ninhos da espécie *E. imbricata* foram registrados com petróleo na mesma área de estudo e, até o momento, não se tem informação oficial sobre origem ou quem são os responsáveis por este crime ambiental. As informações contidas nesta pesquisa são inéditas, urgentes e contribuem para o entendimento da ecologia alimentar das tartarugas marinhas na região, e de como suas espécies estão ameaçadas, principalmente devido a atividades antropogênicas.

Palavras-chave: testudomorpha; coprologia. *Chelonya mydas*; algas marinhas; resíduos antropogênicos; concentração de HPA.

ABSTRACT

Five species of sea turtles have been bred in Pernambuco, where they use coastal habitats to complete their life cycle, started by spawning on their beaches. The objective of the study was to determine the potential places of occurrence of animals and macroalgae, aiming to infer the coast of Ipojuca (southern state) as a feeding area. In addition, this study aimed to investigate the anthropogenic impacts, mainly due to the oil spill in the region on sea turtles. The research was carried out between June/2019 to April/2021, and collections were carried out in the city, beach and reefs of Porto de Galinhas (PG) and in the beach and reefs of Serrambi (SE). In order to fulfill the objective, four stages of this research were carried out: 1) Interviews using the Snowball method to select the area with the highest occurrence of sea turtles; 2) Nautical stationary visual census for records of these animals in reef environments; 3) Bibliographic survey of macroalgae occurring in the region, and 4) Intense search for turtle feces for coproscopic study. Twenty-one places of occurrence of *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea* were identified, being the highest concentrations in the reefs of Baixa Sul (PG) and Baixa do Mamao (SE). In six expeditions and 24 hours of monitoring in these two reefs, 681 moments of records were observed with 1,332 sightings, and the species *C. mydas* (adult and juvenile phase) and *E. imbricata* (juvenile phase) occurred. Twenty publications on macroalgae surveys provided a list of 130 taxa recorded for the region, with Rhodophyta being the predominant phylum (66 species), followed by Chlorophyta and Ochrophyta that presented 45 and 19 species, respectively. Samples of fecal matter weighed about 15 kg and plant biomass composed 90% of the food items, representing 30 identified taxa of macroalgae and marine phanerogams. The other items corresponded to four animal groups (Ascidiacea, Mollusca, Porifera, Scleractinia), in addition to 225 items of anthropogenic waste. The feces samples collected on the 19th, 20th and 21st of February 2020 contained oil and according to analyzes of chemical components, its origin was the same as the large spill that occurred at the end of 2019 in Brazil. The portions of oil found in the feces were adhered to macroalgae and the results indicate that sea turtles use the region's reef environments to feed, especially green turtles (*C. mydas*) in the juvenile stage; a herbivorous species. Accidentally, the studied turtles end up ingesting anthropogenic waste, mainly plastic, and unintentionally the oil that remains contaminating the region. After this leak, a juvenile green turtle was found oiled and dead by suffocation. In 2021, five nests of the species *E. imbricata* were registered with oil in the same study area and, until now, there is no official information on the origin or who is responsible for this

environmental crime. The information contained in this research is unprecedented, urgent and contributes to the understanding of the feeding ecology of sea turtles in the region, and how their species are threatened, mainly due to anthropogenic activities.

Keywords: testudomorpha; coprology; *Chelonya mydas*; seaweed; anthropogenic waste; PAH concentration.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Mapa da área, recifes das praias de Ipojuca, Pernambuco. Adaptado de Manso et al (2003)	24
FIGURA 2 -	Fotografias de algumas entrevistas/conversas realizadas em 2019 com pescadores da comunidade de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE), nos locais escolhidos por eles: Logo após o desembarque (A); em suas residências (B e C) ou no escritório (D)	34
FIGURA 3 -	Mapa da área de estudo das avistagens de tartarugas marinhas, utilizando-se o método de quadrantes. A. Recife da Baixa Sul (PG); B. Recife da Baixa do Mamão (SE)	36
FIGURA 4 -	Percentuais de ocorrências das espécies de tartarugas marinhas citadas para o litoral de Ipojuca, Pernambuco, segundo os entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE)	38
FIGURA 5 -	Pontos de distribuição das tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, segundo os entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE)	39
FIGURA 6 -	Mapa de Kernel demonstrando a frequência de distribuição das tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, segundo indicação dos entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE). Gradiente de cores por área vai de verde, menos citadas, a vermelho, regiões mais citadas (N=7), em relação a quantidade de entrevistas.....	40
FIGURA 7 -	Mapa de distribuição de Kernel referente às densidades de ocorrência de tartarugas marinhas para cada quadrante avistadas nos recifes (A). Baixa Sul (PG) e (B). Baixa do Mamão (SE), durante o monitoramento em janeiro e fevereiro/2020 em Ipojuca, Pernambuco	42
FIGURA 8 -	Mapa da área de estudo para a coleta de fezes de tartarugas nos recifes e na praia de Porto de Galinhas (PG) e Serrambi (SE), Ipojuca, Pernambuco. A. Litoral entre a praia de Porto de Galinhas e Maracaípe (traçado) e no Recife da Baixa Sul (SE) (polígono preto); B. Praia de Enseadinha (SE) (traçado) e no Recife da Baixa do Mamão (PG) (polígono preto)	58
FIGURA 9 -	Método de coleta de fezes de tartarugas marinhas, no litoral sul de Pernambuco. A. Bolo fecal encontrado na praia de Enseadinha de	60

	Serrambi (SE). B. Método de coleta de fezes no barco, durante as expedições para os recifes da Baixa Sul (Porto de Galinhas) e Baixa do Mamão (SE). C. Método de busca intensiva embarcado.....	
FIGURA 10 -	Método de triagem das fezes de tartarugas marinhas, realizado na sede da ECO associados, Porto de Galinhas (PE). A. Diluição das fezes em água corrente utilizando-se peneiras com malhas de 1,18 mm e 300 µm; B. Maceração do material; C. Conteúdos fecais selecionados; D. Algas limpas e separadas para identificação	61
FIGURA 11 -	Abundâncias relativas das categorias alimentares encontradas nos conteúdos fecais (n=1.901,7 kg) das tartarugas marinhas, da Baixa do Mamão, praias de Enseadinha em Serrambi e Porto de Galinhas, Ipojuca (PE)	64
FIGURA 12 -	Resíduos antropogênicos encontrados em amostras fecais de tartarugas nas praias de Ipojuca, Pernambuco. A. Bolo fecal contendo item inorgânico da categoria <i>náilon</i> ; B. Total de 14 g e 28 itens de resíduos encontrados em 265 g de conteúdo alimentar encontrado nas fezes de tartarugas escala 1 cm	67
FIGURE 1 -	Map of the beaches in the study area affected by the oil spill and of the areas where sea turtle feces were collected (A and B). A. Coastline between Porto de Galinhas beach (PGL) and Maracaípe (layout) and the Baixa Sul reef (PGL) (black polygon); B. Enseadinha beach (route) and the Baixa do Mamão reef, both in Serrambi (black polygon). SIZE: 2,0. Preference for color: online only	87
FIGURE 2 -	Compilation of oil records on the beaches of Ipojuca (PE) and the interaction of the turtles with the oil (2019-2021). CMB – Camboa beach; MUR - Muro Alto beach; CUP - Cupe beach; MER- Merepe beach; PGL - Porto de Galinhas beach; MRC- Maracaípe beach; SER – Serrambi Beach. SIZE: 1,5. Preference for color: online only	90
FIGURE 3 -	Map of the distribution of beaches affected by oil in association with the density of the kernel (gradient in shades of gray). SIZE: 1,5. Preference for color: online only	91
FIGURE 4 -	Records of contamination of turtles with oil, on the south coast of Pernambuco, Brazil. A. Ventral view of the juvenile turtle of the species	92

Chelonia mydas, contaminated by oil. **B.** Dorsal view of the juvenile turtle of the species *Chelonia mydas*, contaminated by oil. **C.** Oil fragments adhered to the wall and above the egg chamber in sea turtle nests on the beaches of Muro Alto, Cupe, and Merepe (Ipojuca, Pernambuco). **D.** Turtle faecal containing petroleum particles (arrows), 1cm scale. SIZE: 1,5. Preference for color: online only

FIGURE 5 - Relative distribution of individual PAH in fecal samples from turtles (F1-F3) and weathered oil (R) after an oil spill on the south coast of Pernambuco. SIZE: 1,5. Preference for color: online only 95

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Identificação morfológica das espécies de tartarugas marinhas destacadas pelos pescadores e mergulhador entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE)	38
TABELA 2 -	Valores absolutos e médias dos momentos de registros, de tartarugas marinhas avistadas e de tartarugas por quadrantes, ocorrentes nos primeiros 15 minutos das observações nos recifes da Baixa Sul (PG) e Baixa do Mamão (SE), durante o monitoramento em janeiro e fevereiro/2020 em Ipojuca, Pernambuco	41
TABELA 3 -	Categorias dos itens encontrados e exemplos dos possíveis fragmentos que foram encontrados nas amostras fecais de tartarugas marinhas das praias de Ipojuca, Pernambuco	62
TABELA 4 -	Itens registrados nos conteúdos fecais das tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca, Pernambuco, com seus respectivos números de expedições por coleta por táxon (N), peso total em grama (g), número total de expedições com coletas para cada área (n). Itens ordenados do maior para o menor em número de expedições com coleta para cada táxon	65
TABELA 5 -	Número total de detritos de origem antropogênica encontrados nas fezes de tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca (PE).....	68
TABELA 6 -	Número total de fragmentos de resíduos antropogênicos - por categorias (N) e frequência relativa (FR) dos resíduos em relação a categoria (cor, tamanho e origem) do total de 225 fragmentos - encontrados nas amostras de fezes das tartarugas marinhas das praias do litoral de Ipojuca, Pernambuco	69
TABLE 1 -	The concentration of individual and total PAH (ng g ⁻¹) in fecal samples (F1-F3) and oil residue (R), after an oil spill in the southern coast of Pernambuco	94

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	18
1.1	ASPECTOS GERAIS SOBRE O TEMA	19
2	OBJETIVOS	22
2.1	GERAL	22
2.2	ESPECÍFICO	22
3	METODOLOGIA GERAL	23
3.1	ÁREA DE ESTUDO	23
4	REFERÊNCIAS	25
	ARTIGO 1- CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL: ÁREAS	
5	PREFERENCIAIS DE TARTARUGAS MARINHAS EM RECIFES DE	
	IPOJUCA (PE).....	30
5.1	RESUMO.....	30
5.2	INTRODUÇÃO.....	31
5.3	METODOLOGIA.....	32
5.3.1	Área de estudo.....	32
5.3.2	Coleta de dados.....	33
5.3.2.1	Escolha da área de estudo: levantamento etnoecológico	33
5.3.2.2	Avistagens de tartarugas marinhas.....	35
5.3.3	Análise dos dados.....	37
5.4	RESULTADOS.....	37
5.4.1	Entrevistas e distribuição de tartarugas marinhas.....	37
5.4.2	Censos náuticos de tartarugas marinhas	41
5.5	DISCUSSÃO.....	42
5.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.7	REFERÊNCIAS	48
	ARTIGO 2- PERFIL COPROLÓGICO DE TARTARUGAS	
6	MARINHAS DO NORDESTE BRASILEIRO: NOVO SÍTIO	
	ALIMENTAR E IMPACTOS ANTRÓPICOS.....	54
6.1	RESUMO.....	54
6.2	INTRODUÇÃO.....	55
6.3	METODOLOGIA.....	57
6.3.1	Área de estudo.....	57

6.3.2	Coleta de dados.....	58
6.3.2.1	Amostragem fecal	59
6.3.2.2	Levantamento bibliográfico de macroalgas.....	62
6.4	RESULTADOS.....	63
6.5	DISCUSSÃO.....	70
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
6.7	REFERÊNCIAS	74
7	ARTIGO 3 - OIL SPILL OFF THE NORTHEAST COAST OF BRAZIL: IMPACTS CAUSED ON SEA TURTLES	83
7.1	RESUMO/ABSTRACT.....	83
7.2	INTRODUCTION.....	84
7.3	MATERIAL E METHODS.....	86
7.3.1	Area of study.....	86
7.3.2	Areas of occurrence of oil spill.....	87
7.3.3	Oil contamination in sea turtles.....	88
7.3.4	Chemical analysis of petroleum in sea turtle feces.....	89
7.4	RESULTS.....	89
7.4.1	Oil occurrence on the Ipojuca coast.....	89
7.4.2	Petroleum in sea turtles: dead specimen, feces and nesting area.....	91
7.4.3	Chemical analysis of petroleum in the turtle feces.....	93
7.5	DISCUSSION.....	95
7.6	CONCLUSION.....	99
7.7	ACKNOWLEDGEMENTS.....	100
7.8	REFERENCES.....	100
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO.....	104
	ANEXO A - RELAÇÃO DE ESPÉCIES DE MACROALGAS ENCONTRADAS COMO ALIMENTO DE TARTARUGAS MARINHAS NO MUNDO.....	105
	ANEXO B - FICHA DE ENTREVISTAS UTILIZADAS NA METODOLOGIA DE SNOWBALL COM OS PESCADORES E MERGULHADOR DA CIDADE DE PORTO DE GALINHAS, IPOJUCA, PERNAMBUCO	110

ANEXO C - PRANCHA DAS CINCO ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS OCORRENTES NO BRASIL, UTILIZADAS NA METODOLOGIA DE SNOWBALL COM OS PESCADORES E MERGULHADOR DA CIDADE DE PORTO DE GALINHAS, IPOJUCA, PERNAMBUCO. FONTE DAS IMAGENS: <i>GOOGLE IMAGENS</i>	111
ANEXO D - MAPAS DA REGIÃO DE IPOJUCA, SUAPE ATÉ SERRAMBI, UTILIZADAS NA METODOLOGIA DE SNOWBALL COM OS PESCADORES E MERGULHADOR DA CIDADE DE PORTO DE GALINHAS, IPOJUCA, PERNAMBUCO.....	112
ANEXO E - ESPÉCIME TAXIDEMIZADA DE TARTARUGA-VERDE (<i>CHELONIA MYDAS</i>), UTILIZADA NA METODOLOGIA DE SNOWBALL COM OS PESCADORES E MERGULHADOR DA CIDADE DE PORTO DE GALINHAS, IPOJUCA, PERNAMBUCO. A. VISTA LATERAL. B. VISTA DORSAL	113
ANEXO F - SINOPSE DAS ESPÉCIES OCORRENTES NOS RECIFES ARENÍTICOS DE PORTO DE GALINHAS E SERRAMBI, IPOJUCA, PERNAMBUCO, REALIZADO POR LEVANTAMENTOS BIBLIOGRÁFICOS. COM (+) E SEM (-) REGISTROS.....	114
ANEXO G - DECLARAÇÃO DO SISBIO PERMITINDO AS COLETAS DO MATERIAL BIOLÓGICO NO LITORAL DE IPOJUCA, PERNAMBUCO.....	119
ANEXO H - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO INTITULADO “OIL SPILL OFF THE NORTHEAST COAST OF BRAZIL: IMPACTS CAUSED ON SEA TURTLES” SUBMETIDO NA REVISTA ENVIRONMENTAL POLLUTION.....	120

1 INTRODUÇÃO GERAL

A estrutura do documento, *A priori*, o projeto original da presente pesquisa previa apenas registrar, pioneiramente, as áreas de alimentação de tartarugas marinhas nos recifes do litoral sul de Pernambuco. Buscou-se correlacionar a distribuição de macroalgas com a ocorrência espacial desses animais, obtida pelo meio do conhecimento ecológico local e de censos náuticos, e validada pelas análises croposcópicas. Somente após detectada a presença de material petrolífero em amostras de fezes, o objetivo foi redirecionado, passando a ser este o foco principal da pesquisa, dada a urgência da divulgação dos resultados para a conservação das tartarugas marinhas diante de um crime ambiental de tão grande dimensão. Também estão disponibilizados outros registros de impactos antropogênicos, ampliados para o Nordeste do Brasil, mas tomando-se como estudo de caso o litoral de Ipojuca (PE).

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte forma: introdução geral, três capítulos e as considerações finais. O primeiro deles aborda o conhecimento etnoecológico de pescadores e mergulhadores a respeito da distribuição das tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca. O segundo capítulo faz um estudo croposcópico para identificar possíveis itens alimentares de tartarugas, principalmente as macroalgas registradas nos ambientes recifais da região a partir de levantamentos bibliográficos. O último capítulo é um manuscrito intitulado *Derramamento de petróleo na costa nordeste do Brasil: impactos causados às tartarugas marinhas*, submetido para o *Environmental Pollution*, que demonstra ser, quimicamente, o mesmo óleo encontrado nas fezes das tartarugas e nas áreas afetadas pelo derramamento de petróleo. Outros impactos decorrentes deste grande desastre ambiental atingiram ninhos e mataram tartarugas marinhas.

Para os dois primeiros capítulos apresentamos a seguinte hipótese: Embora não haja registro das tartarugas se alimentando diretamente das algas que estão nos recifes de PG e SE, é possível que essas áreas sejam áreas de alimentação para esses animais. Seguindo as premissas: 1) Ecossistemas recifais servem como habitats de alimentação; 2) Tartarugas juvenis são avistadas com mais frequências em áreas de alimentação; 3) Existem registros de morte de tartaruga juvenil nesse litoral; 4) Tartarugas juvenis e adultas são avistadas nesses recifes; 5) As algas encontradas no conteúdo fecal são as mesmas que ocorrem nesses recifes; 6) Tartarugas defecam diariamente uma ou mais vezes indicando proximidade com a área de alimentação;

Enquanto o terceiro capítulo tem como hipótese: As fezes das tartarugas contêm muito provavelmente parte do petróleo que foi derramado em 2019. Seguindo as principais premissas: 1) Nos meses de setembro, outubro e novembro de 2019 houve um grande derramamento de petróleo na região; 2) O petróleo aderiu em boa parte da estrutura recifal e de seus organismos; 3) O petróleo soterrado vem ressurgindo na coluna d'água, devido a erosão costeira; 4) As tartarugas se alimentaram diretamente de algas que estavam contaminadas por petróleo; 5) O petróleo passou por todo trato digestório e foi expelido pelas fezes;

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, o grupo de Ictiologia Marinha Tropical (IMAT) firmou parceria com a ONG Ecoassociados, que se dispôs a contribuir efetivamente em todas as etapas de trabalho em campo e disponibilizou sua infraestrutura na sua sede em Porto de Galinhas, fornecendo alojamento e condições para o preparo das amostras. A ONG trabalha no litoral de Ipojuca (Pernambuco) desde 1998, com o monitoramento das praias para a conservação das tartarugas marinhas.

1.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O TEMA

As tartarugas marinhas fazem parte do grupo dos vertebrados que existem na terra há mais de 110 milhões de anos, e possuem um longo ciclo de vida (SPOTILA, 2004). Fazem parte da Ordem Testudines, que se caracterizam por ter o corpo recoberto por uma carapaça óssea, revestida de escamas córneas (HIRASAWA et al., 2013). Estão registradas sete espécies no mundo, distribuídas em duas famílias: Cheloniidae que inclui *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Tartaruga-verde); *Caretta caretta* (L., 1758) (Tartaruga-cabeçuda); *Eretmochelys imbricata* (L., 1766) (Tartaruga-de-pente); *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Tartaruga-oliva); *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880) e *Natator depressus* (Garman, 1880), e Dermochelyidae com apenas uma espécie, *Dermochelys coriacea* (Wieland, 1902) (Tartaruga-de-couro) (MÁRQUEZ, 1990; PRITCHARD, 2017; WYNEKEN, 2001; REIS et al., 2017, SFORZA et al., 2017). Em águas brasileiras, não há registro de ocorrência para *L. kempii* e *N. depressus* (MEYLAN; MEYLAN, 1999; MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1999; COLEMAN et al., 2016; VAN LOHUIZEN et al., 2016). Todas as sete estão inseridas na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (IUCN, 2020), e na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (MMA, 2018).

As tartarugas marinhas apresentam distribuição circuntropical, onde realizam migrações de longas distâncias (LOHMANN et al., 2008). São ovíparas, sem cuidado parental pós-eclosão dos ovos, têm maturidade tardia, ciclo de vida complexo e longo e são centenárias (BJORNDAL; ZUG, 1995; BOLTEN, 2002). No começo da vida, os filhotes saem das praias onde nasceram e nadam freneticamente próximos a superfície do mar por até 24 horas (FRICK, 1976); este processo se chama “anos perdidos”, pois não se conhece qual o percurso que são realizados (CARR, 1987). Sabe-se, que esses animais vão para regiões de giros oceânicos (BOLTEN, 2002) e permanecem até se tornarem juvenis, com mais de 20 centímetros de carapaça (REICH et al., 2007). Logo após, migram primacialmente para ambientes costeiro e ocupam vários tipos de habitats costeiros e oceânicos (LOHMANN et al., 2008), por exemplo, recifes (JARDIM et al., 2016), estuários (SCHMID; TUCKER, 2018), campos de gramas marinhas (STRINGELL et al., 2016), ilhas oceânicas (ALMEIDA et al., 2011), onde permanecem até atingirem sua maturidade sexual (BOLTEN, 2002). Essas áreas de alimentação são escolhidas a partir da oferta de alimento em que a região pode ofertar (BJORNDAL; ZUG, 1995; BJORNDAL et al., 1997) sendo fiéis aos seus locais de forrageamento (MEYLAN et al., 2011). Quando adultos, sua migração varia com a época do ano entre áreas de alimentação, cópula e reprodução que incluem o ambiente terrestre; áreas de desovas para as fêmeas, que voltam para as mesmas regiões em que nasceram (PLOTKIN et al., 2002; BOLTEN, 2002).

Os grupos vegetais, principalmente as macroalgas, são itens comumente encontrados como parte da dieta de quase todas as espécies de tartarugas marinhas (BJORNDAL et al., 1997) (Anexo A). Estes organismos vegetais são cosmopolitas e sua maior representatividade está nos trópicos (RAVEN, 2014), sobrepondo os habitats de alguns táxons de testudines marinhos, e estão representadas por três filos: Ochrophyta (algas pardas), Chlorophyta (algas verdes) e Rhodophyta (algas vermelhas). Essas algas possuem um papel ecológico fundamental atuando na manutenção dos ecossistemas aquáticos: na produção primária, liberação de oxigênio e fixação de carbono (RAVEN, 2014).

Muitas populações de tartarugas marinhas no mundo encontram-se em declínio devido aos avanços da humanidade em regiões costeiras (SEMINOFF, 2004), pois impactam suas áreas de uso de forma direta ou indireta, causando doenças como a fibropapilomatose (AGUIRRE; LUTZ, 2004). Estes impactos incluem: degradação e poluição de áreas de nidificação e forrageamento, causando a ingestão de resíduos antropogênicos, colisão com embarcações, captura acidental, emaranhamento em redes de pesca e até mesmo

contaminação por derramamento de petróleo (BJORNDAL; ZUG, 1995; SANTOS et al., 2010; 2015a; VAN HOUTAN et al., 2010; WALLACE et al., 2020). Os despejos de resíduos antropogênicos em habitats marinhos vêm ocorrendo há centenas de anos, e atualmente derivados de plásticos são os principais poluentes (DO SUL; COSTA, 2007). A ingestão desses detritos antropogênicos em ambientes marinhos causa às tartarugas problemas no funcionamento normal do trato gastrointestinal, como úlceras, formação de fecalomas que favorece o acúmulo de gás e também acarretam problemas na flutuabilidade e podem levar a morte (LAIST, 1987; LUTZ, 1990; BJORNDAL et al., 1997).

Outro impacto comum e pouco documentado para as tartarugas marinhas são os danos causados pelo derramamento de petróleo. No mundo, historiaram 2.316 derramamentos de óleo, entre o período de 1967 a 2017, mas apenas 22 incidentes registraram esses animais como potencialmente afetados, mesmo ocorrendo em regiões prioritárias de uso (WALLACE et al., 2020). Segundo esses autores (2020), nos trópicos (23.5°N a 23.5°S) ocorreram cerca de 191 derramamentos, com apenas 9 relatos da fauna contaminada. Quando o petróleo entra em contato com a água causa diversos impactos às tartarugas, podendo ser na costa ou no mar, danificando áreas de nidificação ou de forrageio (MILTON et al., 2003). No Brasil, dentre todos os encalhes documentados, menos de 1% refere-se às tartarugas marinhas (mortas ou vivas) contaminadas com óleo (BUGONI et al. 2001). Entretanto, o derramamento que afetou o litoral do Nordeste e sudeste brasileiro em 2019 impactou significativamente esses animais, tendo sido registradas 105 tartarugas marinhas (IBAMA, 2020).

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) reagem com a água e se dividem, podendo ser absorvidos pela fauna aquática (MARSILI et al., 2001); esses HPAs são carcinogênicos e mutagênicos (MANZETTI, 2012). As tartarugas marinhas no seu processo de respiração, podem inalar esses compostos tóxicos ao respirar próximo de manchas (MILTON et al., 2003), o que aumenta o risco no processo de mergulho, ocasionando trocas prolongadas entre o sangue contaminado e os músculos (FRODELLO; MARCHAND, 2001; DA SILVA et al., 2014), que podem afetar o fígado, assim como acontece com algumas toxinas (GERACI et al., 1989). Outro contato, é a ingestão do óleo, que pode causar o bloqueio físico nos intestinos, provocando a inanição, diminuição da eficácia da absorção dos nutrientes e os conteúdos tóxicos do óleo são absorvidos, o que promove a necrose e úlceras no sistema gastrointestinal, interferindo no metabolismo das gorduras e problemas de flutuabilidade (MILTON et al., 2003).

O entendimento das áreas de alimentação é necessário para a compreensão do tamanho populacional, classes de tamanhos, preferência de habitat e dieta (PRITCHARD, 2017; PILCHER, 2010). Entretanto, pesquisas sobre a dieta e comportamento alimentar apresentam custos elevados e são trabalhosas (MANCINI et al., 2015), dificultando as amostragens que representem bem os resultados sobre a dieta animal. Métodos alternativos foram desenvolvidos para fazer estes tipos de observações diretas (JONES; SEMINOFF, 2013) ou indiretas, como satélites (GAOS et al., 2012), análise de lavagem esofágica (FORBES, 1999), análises isotópicas (MÉNDEZ-SALGADO et al., 2020) e amostras fecais (SEMINOFF et al., 2002a). Este último costuma ser o mais conveniente para estudos com baixo ou nenhum financiamento, como foi o caso do presente trabalho, além disso o conhecimento prévio da área de estudo e a confiança nas informações ecológicas locais foram elementos vantajosos para o desenvolvimento da pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1.1 GERAL

Determinar os potenciais áreas de ocorrência de tartarugas marinhas e macroalgas no litoral de Ipojuca, Pernambuco, visando inferir áreas de alimentação desses animais e detectar impactos antropogênicos, principalmente em decorrência do vazamento de óleo na região.

2.1.2 ESPECÍFICOS

- Mapear a distribuição espacial das tartarugas marinhas indicadas por meio de levantamento etnoecológico e censos náuticos;
- Categorizar os itens alimentares encontrados no conteúdo de fezes de tartarugas marinhas e dispostos na linha de praia e na superfície da água na área de estudo;
- Identificar os impactos causados às tartarugas marinhas especialmente pelo derramamento de óleo no Nordeste do Brasil em 2019;

3 METODOLOGIA GERAL

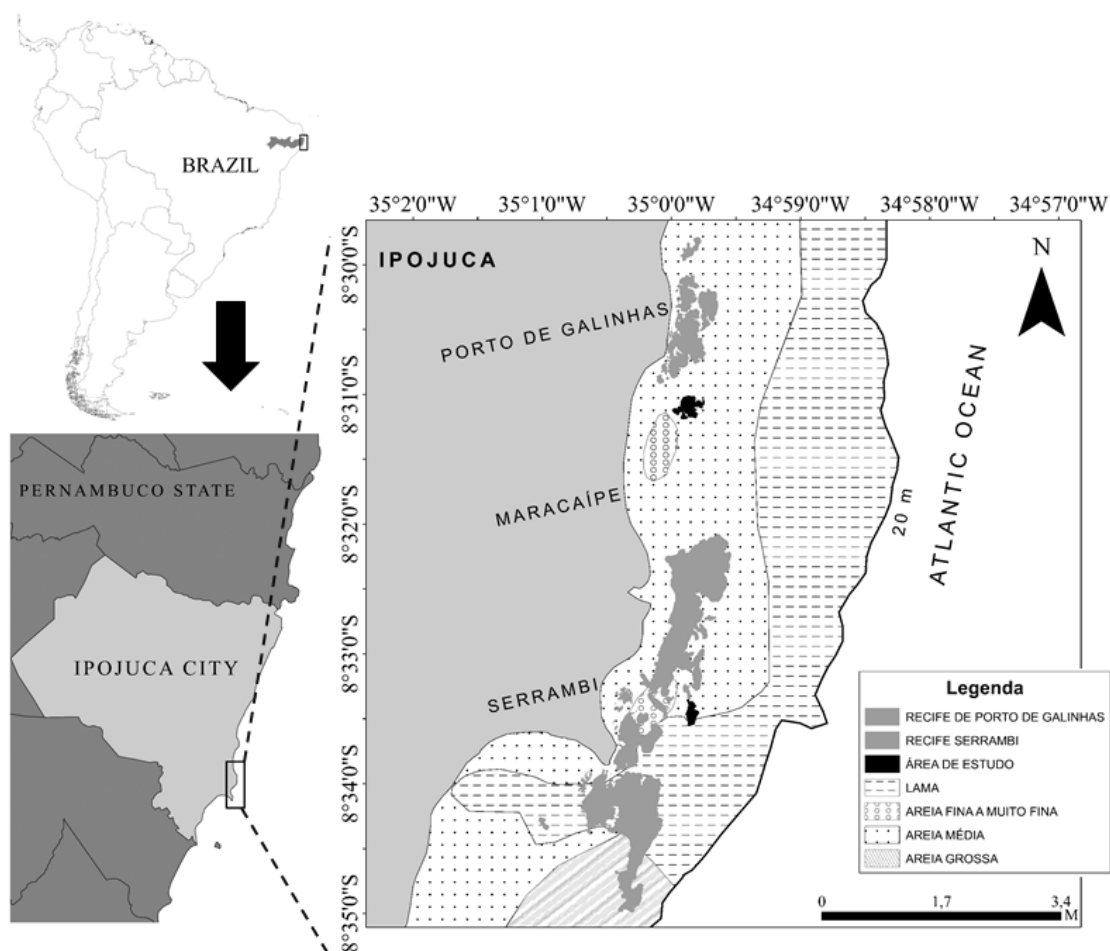
3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no litoral sul de Pernambuco, no município de Ipojuca, que está aproximadamente 50 km de extensão da capital Recife. O município está entre o Cabo de Santo Agostinho (norte) e Sirinhaém (sul). Esta região apresenta 10 praias (Figura 1) e uma diversidade de ecossistemas, como terraços marinhos, recifes (areníticos, coralíneos e calcários), depósitos de praias, manguezais e estuários (DOMINGUEZ et al., 1990; LABOREL-DEGUEN, 2019).

O clima desta região é caracterizado tropical quente e úmido, com precipitação anual média de 2000 mm divididas em duas estações: seca (setembro a fevereiro) e a chuvosa (março a agosto), com temperaturas médias de 27°C (MANSO et al., 2003). Os ventos alísios predominam vindos do Sul e Sudeste, podendo variar durante o ano, favorecendo a direção das correntes para o Sul-Norte, que influencia no regime de ondas para a mesma direção, e podem alcançar altura máxima de 4,8 m e mínima de 0,21 m (LIRA, 2010; PEREIRA; NOGUEIRA-NETO, 2015). Nas marés baixas, parte dos recifes fica emersa e, durante a maré alta, sobretudo em marés de sizígia, os recifes ficam submersos (LABOREL-DEGUEN, 2019). A morfologia sedimentar da plataforma continental foi estudada por Manso et al. (2003) e apresenta áreas com areia muito grossa a cascalho, areia grossa, média, fina a muito fina e lama (Figura 1).

Esta costa comporta as praias e as cidades de Porto de Galinhas (8°30'26.58"S, 35°0'0.42"O) e de Serrambi (8°33'36.88"S, 35°0'57.58"O), duas áreas de estudos dos capítulos seguintes, que apresentam 1,47 km e 4 km de extensão litorânea, respectivamente. Seus recifes são conhecidos nacionalmente por conta de suas piscinas naturais, que se estendem por mais de 1 km (MAIDA; FERREIRA, 1997), de morfologias semelhantes, contendo blocos areníticos formado a partir de esqueleto de corais, algas calcárias e vetetídios, seu formato é ligeiramente retangular a irregular do morfotipo 4, separados por canais distintos, podendo chegar a mais de dez metros de profundidade em algumas regiões (LABOREL-DEGUEN, 2019; ARAÚJO et al., 2020a). Durante a baixa-mar, geralmente de sizígia, formam piscinas de águas claras e canais naturais (BARRADAS et al., 2010), atraindo muitos banhistas vindo a pé, a nado ou em jangada.

FIGURA 1. Mapa da área, recifes das praias de Ipojuca, Pernambuco. Adaptado de Manso et al (2003).



Fonte: O autor, 2021

Nesse litoral, a ONG Ecoassociados tem sede na praia de Porto de Galinhas e trabalha com ações de preservação de tartarugas marinhas, desde 1998, abrangendo quase 30 km de extensão, desde a praia de Camboa até Serrambi (ECOASSOCIADOS, 2021). Suas pesquisas envolvem o monitoramento reprodutivos (áreas de nidificação), não reprodutivos (mortes) e ações pedagógicas, junto à comunidade local (SILVA et al. 2019; SANTOS et al., 2019; ECOASSOCIADOS, 2021).

Para o cumprimento dos objetivos, este estudo usou diferentes metodologias, que estão detalhadas em seus devidos capítulos: Cap. 1) Entrevistas etnoecológicas; Cap. 2) Monitoramento náutico em área de ocorrência de tartarugas marinhas, levantamento bibliográfico sobre as macroalgas e coletas de amostras fecais na região; Cap. 3) Levantamento da distribuição dos impactos do óleo causados em tartarugas marinhas, incluindo ninhos, morte por asfixia e, principalmente ingestão de petróleo aderido às macroalgas encontradas no litoral sul de Pernambuco.

4 REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. Alonso; LUTZ, Peter L. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator. **EcoHealth**, v. 1, n. 3, p. 275-283, 2004.
- ALMEIDA, A. P. et al. Green turtle nesting on Trindade Island, Brazil: abundance, trends, and biometrics. **Endangered Species Research**, v. 14, n. 3, p. 193-201, 2011. doi:10.3354/esr00357
- ARAÚJO, M. E. et al. Diversity patterns of reef fish along the Brazilian tropical coast. **Marine Environmental Research**, v. 160, p. 105038, 2020a. doi:10.1016/j.marenvres.2020.105038
- BARRADAS, J. I. et al. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brazil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 61-67, 2010.
- BJORNDAL, K. A. et al. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. **The biology of sea turtles**, v. 1, 1997.
- BJORNDAL, K. A.; ZUG, G. R. Growth and age of Sea Turtles. In: Bjorndal, K. A. (ed), **Biology and Conservation of Sea Turtles**. Washington: Smithsonian Institution Press p. 599-600. 1995.
- BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. **The biology of sea turtles**, v. 2, p. 243-257, 2002. doi:10.1201/9781420040807.ch9
- BUGONI, L. et al. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 42, n. 12, p. 1330-1334, 2001.
- CARMAN, V. G. et al. A jellyfish diet for the herbivorous green turtle *Chelonia mydas* in the temperate SW Atlantic. **Marine biology**, v. 161, n. 2, p. 339-349, 2014.
- CARR, A. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. **Conservation Biology**, v. 1, n. 2, p. 103-121, 1987.
- COLEMAN, A. T. et al. Seasonal movements of immature Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) in the northern Gulf of Mexico. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 27, n. 1, p. 253-267, 2017.
- DA SILVA, C. C. et al. Concentrations and distributions of metals in tissues of stranded green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the southern Atlantic coast of Brazil. **Science of the total environment**, v. 466, p. 109-118, 2014.
- DO SUL, J. A. I.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, n. 8, p. 1087-1104, 2007.
- DOMINGUEZ, J. M. L. et al. Geologia do Quaternário costeiro do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 20, n. 2, 1990.
- ECOASSOCIADOS. ONG Ecoassociados: Conservação de tartarugas, Baobá e Recife de corais. 2021. Disponível em: <https://www.ecoassociados.org.br>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.
- FERREIRA, J. S. Impacto da urbanização sobre as tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) e seu potencial como sentinela da degradação costeira. Dissertação- Universidade Federal do Espírito Santo. 2018. 55p

- FERREIRA, M. M. Sobre a alimentação da aruanã, *Chelonia mydas* Linnaeus, ao longo da costa do estado do Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, v. 8, n. 1, p. 83-86, 1968.
- FORBES, G. A. **The diet and feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in an algal-based coral reef community**. Tese de Doutorado. James Cook University. 1996.
- FORBES, G. Diet sampling and diet component analysis. In: ECKERT, K., BJORN DAL, K., ABREU, A.; DONNELLY, M. (Eds.). **Research and management techniques for the conservation of sea turtles**. SSC/IUCN Marine Turtle Specialist Group, Pennsylvania, pp. 1-5. 1999.
- FRICK, J. Orientation and behaviour of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in the sea. **Animal Behaviour**, v. 24, n. 4, p. 849-857, 1976.
- FRODELLO, J. P.; MARCHAND, Be. Cadmium, copper, lead, and zinc in five toothed whale species of the Mediterranean Sea. **International journal of toxicology**, v. 20, n. 6, p. 339-343, 2001.
- GAOS, A. R. et al. Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. **Biology Letters**, v. 8, n. 1, p. 54-56, 2012.
- GARNETT, S. T.; PRICE, I. R.; SCOTT, F. J. The diet of the green turtle, *Chelonia Mydas* (L.), in Torres Strait. **Wildlife Research**, v. 12, n. 1, p. 103-112, 1985.
- GERACI, J. R. et al. Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) fatally poisoned by dinoflagellate toxin. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 46, n. 11, p. 1895-1898, 1989.
- HEARNE, E. L. et al. Effects of green turtle grazing on seagrass and macroalgae diversity vary spatially among seagrass meadows. **Aquatic Botany**, v. 152, p. 10-15, 2019.
- HIRASAWA, T.; NAGASHIMA, H.; KURATANI, S. The endoskeletal origin of the turtle carapace. **Nature Communications**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2013.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 2020. <https://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo-fauna-atingida> (accessed in 15 March 2021).
- IRVING, L.; SCHOLANDER, P. F.; GRINNELL, S. W. The respiration of the porpoise, *Tursiops truncatus*. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**, v. 17, n. 2, p. 145-168, 1941.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2020. Version 2021-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- JARDIM, A.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; BARROS, F. Demography and foraging ecology of *Chelonia mydas* on tropical shallow reefs in Bahia, Brazil. **Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 6, p. 1295, 2016.
- JONES, T. T.; SEMINOFF, J. A. Feeding biology: advances from field-based observations, physiological studies, and molecular techniques. **The biology of sea turtles**, v. 3, p. 211-247, 2013.
- JOYEUX, J. et al. Impacto da Urbanização Sobre As Tartarugas Verdes (*Chelonia Mydas*) e Seu Potencial Como Sentinela da Degradação Costeira. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.
- LABOREL-DEGUEN, F. et al. Recifes Brasileiros: o legado de Laborel. Rio de Janeiro, Museu Nacional. Série Livros n. 64. 376 p.2019.

- LAIST, D. W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 18, n. 6, p. 319-326, 1987.
- LIRA, L. et al. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza**, v. 43, n. 1, p. 30-37, 2010.
- LOHMANN, K. J.; LUSCHI, P.; HAYS, G. C. Goal navigation and island-finding in sea turtles. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 356, n. 1-2, p. 83-95, 2008.
- LUTZ, P. L. Studies on the ingestion of plastic and latex by sea turtles. In: **Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris Volume I**. NOAA Technical Memorandum NMFS, US Department of Commerce, 1990. p. 719-735.
- MAIDA, M.; FERREIRA, B. Coral reef of Brazil: An overview. In: **Proceeding of the 8th Internacional coral reef symposium**. 1997. Panama,1: 263-274.
- MANCINI, A.; ELSADEK, I.; MADON, B. When simple is better: comparing two sampling methods to estimate green turtles abundance at coastal feeding grounds. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 465, p. 113-120, 2015.
- MANSO, V. A. V.; CORREA, I. S.; GUERRA, N. Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos-Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em geociências**, v. 30, n. 2, p. 17-25, 2003.
- MANZETTI, S. Ecotoxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons, aromatic amines, and nitroarenes through molecular properties. **Environmental chemistry letters**, v. 10, n. 4, p. 349-361, 2012.
- MARCOVALDI, M. A.; MARCOVALDI, G. G. D. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological conservation**, v. 91, n. 1, p. 35-41, 1999.
- MÁRQUEZ, M. R. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. **FAO Fish**, v. 125, n. 11, p. 1-81, 1990.
- MARSILI, L. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in subcutaneous biopsies of Mediterranean cetaceans. **Chemosphere**, v. 44, n. 2, p. 147-154, 2001.
- MÉNDEZ-SALGADO, E. et al. Trophic ecology of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Golfo Dulce, Costa Rica: integrating esophageal lavage and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) analysis. **Latin american journal of aquatic research**, v. 48, n. 1, p. 114-130, 2020.
- MEYLAN, A. B.; MEYLAN, P. A. Introduction to the evolution, life history, and biology of sea turtles. **Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication**, v. 4, p. 3-5, 1999.
- MEYLAN, P. A.; MEYLAN, A. B.; GRAY, J. A. The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 2011, n. 357, p. 1-70, 2011.
- MILTON, S. et al. Oil toxicity and impacts on sea turtles. **Oil and Sea Turtles: Biology, Planning, and response. NOAA National Ocean Service**, p. 35-47, 2003.
- MMA, ICMBio et al. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV. Répteis. 2018.

MORTIMER, J. A. The feeding ecology of the West Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in Nicaragua. **Biotropica**, p. 49-58, 1981.

PEREIRA, P. S.; NOGUEIRA NETO, A. V. Tendência de aumento da altura das ondas na costa de Pernambuco: uma análise a partir dos dados do WW3. In: XI Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite, 2015, Arraial do Cabo. **Anais do XI Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite**. 2015. v. Único.

PILCHER, N. Population structure and growth of immature green turtles at Mantanani, Sabah, Malaysia. **Journal of Herpetology**, v. 44, n. 1, p. 168-171, 2010.

PLOTKIN, P. et al. Adult migrations and habitat use. **The biology of sea turtles**, v. 2, p. 225-41, 2002.

PRITCHARD, P. C. H. Evolution, phylogeny, and current status. In: **The biology of sea turtles**. crc Press, 2017. p. 1-28.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8ª. ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2014, p. 876.

REICH, K. J.; BJORNDAAL, K. A.; BOLTEN, A. B. The 'lost years' of green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. **Biology letters**, v. 3, n. 6, p. 712-714, 2007.

REIS, E. C.; GOLDBERG, D. W. Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas. In: REIS, E. C.; CURBELO-FERNANDEZ, M. P. **Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Baía de Campos, Atlântico Sudoeste**. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 7, p. 63-89, 2017.

REISSER, J. et al. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. **Marine biology**, v. 160, n. 12, p. 3169-3179, 2013.

RIDGWAY, S. H.; SCRONCE, B. L.; KANWISHER, J. Respiration and deep diving in the bottlenose porpoise. **Science**, v. 166, n. 3913, p. 1651-1654, 1969.

RODRIGUES, M. S. et al. Contribution to the study of the green turtle (*Chelonia mydas*) diet in the South Atlantic, Northeast Brazil. **International Journal of Development Research**, 09, (08), 29891-29897. 2019.

ROMANINI, E. **Ecologia alimentar de tartarugas-verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), em Ilhabela e Ubatuba–litoral norte de São Paulo, Brasil**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS, A. A. **Comunidades de macroalgas epífitas de *Acetabularia crenulata* JV Lamour. (Dasycladales, Chlorophyta) das Praias da Penha e Barra Grande, Ilha de Itaparica, Bahia**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana.

SANTOS, R. L. et al. Tartarugas marinhas sob a ótica dos mergulhadores recreativos no litoral do Ipojuca (Pernambuco–Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, 2019.

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

SCHMID, J. R.; TUCKER, A. D. Comparing Diets of Kemp's Ridley Sea Turtles (*Lepidochelys kempii*) in Mangrove Estuaries of Southwest Florida. **Journal of Herpetology**, v. 52, n. 3, p. 252-258, 2018.

- SEMINOFF, J. A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). **Chelonia mydas**. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2004: e.T4615A11037468. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Downloaded on 23 jan 2021.
- SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J. Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 447-453, 2002a.
- SFORZA, R. et al. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas: Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de empreendimentos Costeiros e Marinhos. **Brasília: ICMBio**, 2017.
- SILVA, K. O. et al. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 53-64, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.002.0006>
- SPOTILA, J. R. **Sea turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation**. JHU Press, 2004.
- STRINGELL, T. B. et al. Taxonomic distinctness in the diet of two sympatric marine turtle species. **Marine Ecology**, v. 37, n. 5, p. 1036-1049, 2016.
- VAN HOUTAN, K. S.; HARGROVE, Stacy K.; BALAZS, George H. Land use, macroalgae, and a tumor-forming disease in marine turtles. **PLoS One**, v. 5, n. 9, p. e12900, 2010.
- VAN LOHUIZEN, S. et al. The effect of incubation temperatures on nest success of flatback sea turtles (*Natator depressus*). **Marine biology**, v. 163, n. 7, p. 1-12, 2016.
- WALLACE, B. P. et al. Oil spills and sea turtles: documented effects and considerations for response and assessment efforts. **Endangered Species Research**, v. 41, p. 17-37, 2020.
- WYNEKEN, J. The Anatomy of Sea Turtle. NOAA Technical Memorandum NMFS- SEFSC-470, 172 p., 2001.

5 CAPÍTULO 1

CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL: ÁREAS PREFERENCIAIS DE TARTARUGAS MARINHAS EM RECIFES DE IPOJUCA (PE)

5.1 RESUMO

O litoral de Pernambuco possui registro de cinco espécies de tartarugas marinhas que usam os habitats dessa região para completar seu ciclo de vida. Existem diversos locais de desovas em suas praias, mas pouco se sabe onde esses animais se concentram na costa. O conhecimento ecológico local dos pescadores, por meio da etnoecologia, é uma ferramenta essencial para mapear esses locais específicos. O objetivo do estudo foi identificar a distribuição espacial das tartarugas marinhas indicadas por meio de levantamento etnoecológico local e por censos náuticos no litoral de Ipojuca (PE). Os dados foram coletados em 2019 e 2020, através de entrevistas com seis pescadores e um mergulhador com mais de 20 anos de experiência de uso na região. Para a identificação das espécies foram utilizadas fotos das tartarugas ocorrentes no Brasil, questionários semiestruturados sobre a sua distribuição, mapas da região de Ipojuca para serem indicadas as áreas de maiores ocorrências, e um exemplar de tartaruga taxidermizado para estimar os tamanhos daquelas mencionadas por eles. Os censos visuais estacionários náuticos foram realizados em duas áreas, recifes da baixa sul, Porto de galinhas e Baixa do mamão, Serrambi, para registrar tartarugas marinhas, através de avistagens na superfície. Foram indicadas quatro espécies de tartarugas marinhas, ordenadas, decrescentemente, por frequência de ocorrência: *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Caretta caretta* (cabeçuda) e *Chelonia mydas* (verde), enquanto a *Lepidochelys olivacea* (oliva) é tida como rara na região. Foram indicados 21 pontos no litoral Ipojucano, sendo os mais frequentes aqueles localizados nos ambientes recifais das praias de Porto de Galinhas (PG) e Serrambi (SE). Os registros com indicativos de maiores concentrações de tartarugas, mencionadas por todos os participantes, foram os recifes da Baixa Sul (PG) e Baixa do Mamão (SE), sendo encontrados juvenis e adultos. Ao todo foram realizadas seis expedições, equivalente a 24 horas de monitoramento, nesses dois recifes, onde se observou 681 momentos de registros com 1.332 indivíduos avistados das espécies *C. mydas* (fase adulta e juvenil) e *E. imbricata* (fase juvenil). O conhecimento tradicional local, acumulado ao longo de anos de experiência dos atores, foi fundamental para a escolha da área de estudo e o êxito de pesquisas ecológicas. Além disso, suas informações foram de extrema importância e devem ser usadas para implementar práticas visando a conservação de tartarugas marinhas, alinhadas à realidade da comunidade e demandas locais.

PALAVRAS-CHAVE: distribuição espacial; etnoecologia; testudines; área de estudo; litoral nordestino.

5.2 INTRODUÇÃO

Ao longo de vários séculos, o conhecimento dos povos tradicionais, mais especificamente dos pescadores artesanais, tem contribuído com relatos valiosos sobre a ecologia da fauna marinha (DIEGUES, 2004). Segundo Gragson e Blount (1999), a etnoecologia analisa o entendimento dessas populações a respeito da história natural da biota nas áreas onde habitam. Dado que a etnoecologia aborda esses sistemas, ela possibilita abrir a discussão de conceitos ligados ao Conhecimento Ecológico Local ou Tradicional. Todo este conhecimento oral, muito dele não escrito, pertence a essas pessoas e às suas comunidades, e demonstram informações minuciosas que permitem a compreensão de conexões entre os elementos da natureza (PEREIRA; DIEGUES, 2010).

Como as áreas de ocorrência das tartarugas marinhas naturalmente se sobrepõem às áreas onde os pescadores artesanais desempenham suas atividades cotidianas de pesca, eles se tornam referências a fazer de suas observações sobre esses animais e seu ambiente um conhecimento autêntico. AWABDI et al. (2018) deduzem que a relação entre a pesca local e as tartarugas marinhas, especialmente em relação à captura incidental, deve ter permanecido a mesma ao longo dos anos. Esses fatos possibilitam que esses profissionais sejam excelentes atores para contribuir com os estudos etnoecológicos, pois desenvolvem um conhecimento prático cotidiano relacionado a frequência de tartarugas na região, aspectos de vida e as interações com o meio (PETRUCCI, 2019). A esse conjunto de informações, saberes, crenças é dado o nome de conhecimento etnoecológico (BERKES, 1998; HANAZAKI, 2003).

Cinco espécies de tartarugas marinhas; *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*, estão registradas para o Brasil (SFORZA et al., 2017), sendo seu litoral considerado área prioritária para a conservação desses animais (MARCOVALDI; MARCOVALDI 1999; PERES et al., 2011; SELIG et al., 2014; AWABDI et al., 2018). É também este um dos países com melhores locais para atividades turísticas de mergulho (BROTTO et al., 2012), com destaque para o litoral de Ipojuca, Pernambuco (DIAS; VITAL, 2014).

Uma das maneiras eficientes de buscar informações primárias sobre a distribuição desses animais é através da etnoecologia. Essa ciência funciona como uma ponte entre os saberes acadêmicos e os diversos saberes culturais, através de um enfoque prático na implicação e aplicação dos conhecimentos ecológicos tradicionais (POSEY, 2004). Desta forma, o conhecimento ecológico local dos pescadores sobre as tartarugas é adquirido através

de experiências pessoais e transmitido entre parentes ou por pessoas mais velhas da comunidade para as mais jovens (BERKES, 1998; DIEGUES, 2000; CLAUZET et al., 2005). Ao longo do tempo, programas de monitoramento, conservação e de planos de manejo tem adicionado a população pesqueira e tradicionais como voluntários de pesquisas, onde atuam na participação direta na coleta de dados junto a academia (PATIRI, 2002; PATTENGILL SEMMENS; SEMMENS, 2003; GOFFREDO et al., 2004; BELL et al., 2009; WILLIAMS et al., 2015). Há décadas, o PROJETO TAMAR reúne pesquisadores e *tartarugueiros*; moradores de comunidade tradicional e pesqueira da Bahia ou de *carebeiros*, no litoral capixaba, realizam o monitoramento reprodutivos na região (PATIRI, 2002).

Essas informações representam importantes fontes para os estudos relacionados à distribuição de organismos em determinada região (FISHER; YOUNG, 2007; CÔRTEZ et al., 2014; ZAPPES et al., 2016), podendo ser atrelada ao conhecimento científico (SILVANO; BEGOSSI, 2012). A partir da última década houve aumento no número de estudos que abordam o conhecimento dos pescadores em relação às tartarugas marinhas no Brasil (PUPO et al., 2006; NOGUEIRA; ALVES, 2016; AWABDI et al., 2018).

Sob o ponto de vista da biologia da conservação, informações sobre o uso do habitat, ecologia alimentar e aspectos populacionais, possibilitaram conhecer a distribuição espacial desses animais e aspectos do seu modo de vida. A relação do conhecimento científico com o tradicional favorece o entendimento de áreas prioritárias para conservação, e a descoberta de novos locais a ser investigados, podendo incluir a produção de mapas que expliquem o funcionamento da área (LOPES et al., 2016).

O presente estudo, portanto, objetiva identificar as áreas preferenciais de ocorrências de tartarugas no litoral do município de Ipojuca para a elaboração de um mapa de distribuição e concentração das espécies, segundo o conhecimento etnoecológico local e monitoramentos náuticos. A determinação da área de estudo tomou como base, portanto, as indicações dos atores experientes em pesca e mergulho da cidade de Porto de Galinhas.

5.3 METODOLOGIA

5.3.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Porto de Galinhas está situada no município de Ipojuca, a 60 km sul da capital pernambucana (Recife), sendo um dos maiores pontos turísticos do Brasil por ter e praias tropicais típicas e recifes próximos à areia que proporcionando banhos e mergulhos em piscinas naturais (VASCONCELOS; SALAZAR, 2007; SILVA et al., 2011a). Apresenta uma

taxa de urbanização com uma população de 6 mil habitantes fixos, que ultrapassa 50% no fluxo mensal flutuante de 9 mil veranistas e turistas, podendo receber anualmente cerca de 750 mil visitantes de diferentes nacionalidades (FRANÇA, 2007; ZAMBONI; PEREZ, 2013). A economia da população é influenciada - direta e indiretamente - pelas atividades turísticas, a saber: Setor hoteleiro (70 pousadas, 15 hotéis e 3 resorts), bugueiros e taxistas (cerca de 200 cadastrados para cada modalidade), comércios na praia (40 estabelecimentos), operadoras de mergulho (14), jangadeiros (85), além de lojas e restaurantes (SANTOS, 2013).

Os moradores da cidade, geralmente ex-pescadores artesanais, oferecem atividades de visitação e passeios de embarcações (barcos ou jangadas) até as piscinas naturais, onde se observa os peixes, corais, crustáceos e moluscos (MACEDO, 2014; MELO; AMARAL, 2005), com a prática de mergulho livre (*snorkel*) ou autônomo (*scuba*), estes últimos organizados pelas operadoras, como atrativos turísticos (SANTOS et al., 2019). As operadoras localizam-se no centro turístico junto às piscinas e os mergulhadores que nela trabalham incluem ex-pescadores ou filhos de pescadores que moram nas redondezas da cidade. Eles guiam os turistas nos mergulhos aos recifes e aos naufrágios da região (SANTOS et al., 2019). A Colônia de Pescadores Z-12, apresenta cerca de 45 trabalhadores do mar que abastece com seu pescado o mercado local (PEDROSA, 2007).

5.3.2 COLETA DE DADOS

5.3.2.1 ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO: LEVANTAMENTO ETNOECOLÓGICO

A realização do levantamento etnoecológico em Porto de Galinhas ocorreu em 2019 (junho a agosto), totalizando 12 horas de entrevistas. Utilizou-se a metodologia “bola de neve” (*snowball*) (GOODMAN, 1961; BIERNACKI; WALDORF, 1981) a partir da colaboração da equipe da ONG Ecoassociados, parceira do IMAT na presente pesquisa. Com o conhecimento prévio desses técnicos, vários deles nativos de Porto de Galinhas, conseguiu-se chegar a pessoas com domínio da pesca no litoral em Ipojuca. Esses se tornaram, então, os atores desse estudo etnoecológico e foram selecionados considerando-se seu conhecimento sobre a ocorrência de tartarugas e por ter mais de 20 anos de trabalho nessa localidade. Dispuseram-se a participar das entrevistas: seis pescadores da comunidade pesqueira Z-12 e o mergulhador com maior tempo de experiência na região (Figura 2), sendo todos homens com idade superior a 40 anos e indicados por possuir maior conhecimento e experiência sobre as tartarugas marinhas no litoral.

A partir de conversas informais, os atores foram informados sobre os objetivos, a metodologia, os resultados esperados da pesquisa e a importância de sua colaboração. Também foi explicada a necessidade de se assinar o “Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento”, caso concordassem em fazer parte da pesquisa. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP-CCS-UFPE–18818819.7.0000.5208) e todas as análises subsequentes preservam a identidade dos participantes. A data, local e hora apropriada para os encontros foram determinadas pelos próprios participantes, de modo a não atrapalhar suas atividades cotidianas (Figura 2).

FIGURA 2. Fotografias de algumas entrevistas/conversas realizadas em 2019 com pescadores da comunidade de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE), nos locais escolhidos por eles: Logo após o desembarque (A); em suas residências (B e C) ou no escritório (D).



Para direcionar as entrevistas, foi utilizado um questionário semiestruturado com perguntas sobre quais são as tartarugas (Anexo B), os locais e as épocas do ano onde, mais frequentemente são feitos os registros desses animais. Pranchas contendo imagens de todas as espécies de tartarugas marinhas registradas no Brasil (Anexo C), mapas impressos da região

costeira de Ipojuca (Anexo D), além de um exemplar jovem de tartaruga-verde taxidermizado (33 cm), que serviram de ferramentas para facilitar o trabalho (Anexo E). Os nomes populares das tartarugas marinhas e as principais características que eles usam para diferenciá-las também foram objetos da pesquisa. Os mapas foram elaborados para melhor posicionar as áreas apontadas pelos participantes. O animal taxidermizado serviu para estimar possíveis erros na indicação das medidas das tartarugas, quando eles demonstram os tamanhos com o afastamento das mãos ou por medidas em centímetros.

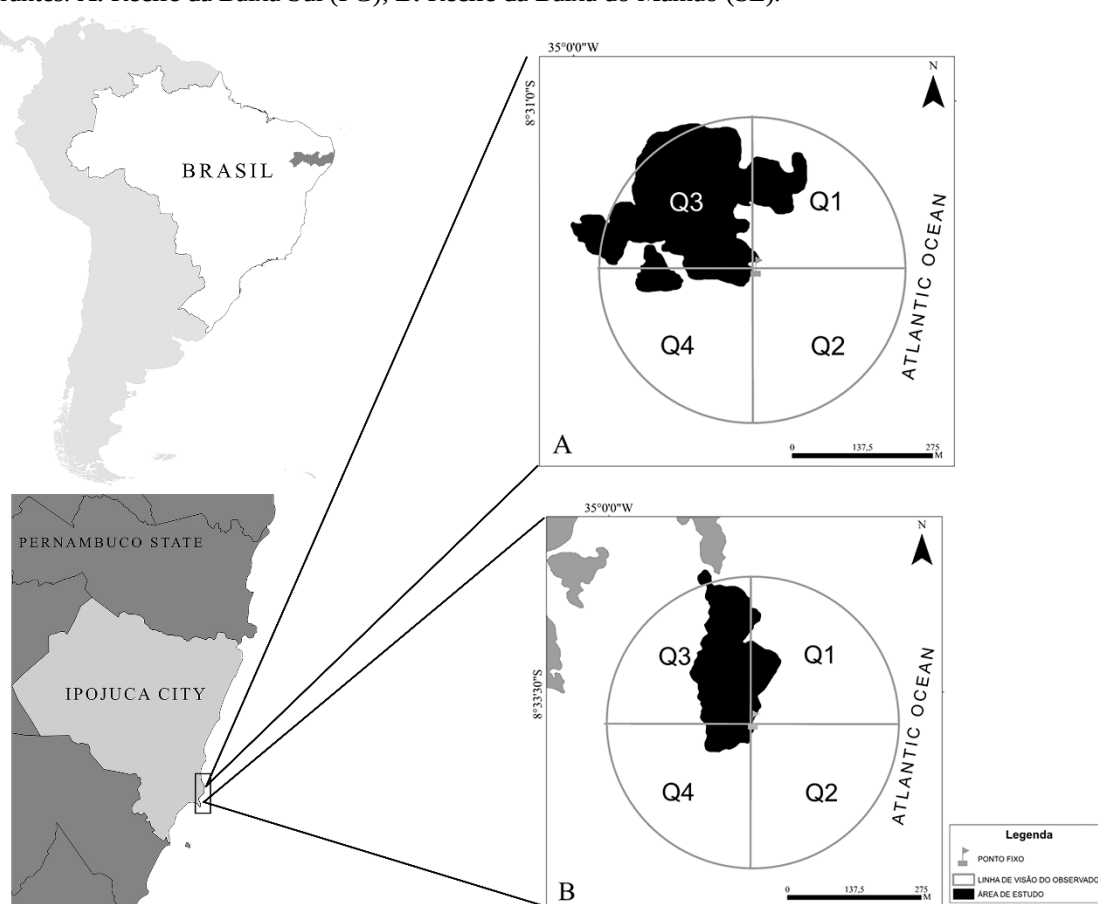
Durante os encontros, as anotações passadas pelos entrevistados sobre aspectos ecológicos e padrões de comportamento das tartarugas marinhas foram registradas. Todos os participantes responderam ao mesmo questionário de forma individual para garantir a confiabilidade das informações obtidas, que foram apenas anotadas na ficha de entrevistas. A abordagem durante a entrevista transcorreu em uma linguagem informal, como uma conversa, para que fluísse com mais naturalidade suas respostas. Alguns termos dos questionários foram adequados à sua linguagem e realidade cultural, evitando-se dúvidas ou constrangimentos sobre as perguntas e podendo gerar maior confiança entre as partes (COSTA-NETO; MARQUES, 2000).

5.3.2.2 AVISTAGENS DE TARTARUGAS MARINHAS

A coleta de dados das avistagens das tartarugas marinhas foi realizada em 2020, nos dias 23 e 24 de janeiro e entre 18 a 21 de fevereiro, nas duas áreas de estudo: nos recifes submersos das praias de Porto de Galinhas (Baixa Sul) e de Serrambi (Baixa do Mamão) (Figura 3). O esforço de observação correspondeu a 2 horas diárias para cada ponto amostral (dois pontos por dia), totalizando 24 horas, sempre nas marés baixas de quadratura. O deslocamento para os pontos era realizado por um barco pesqueiro, que mede 12 m comprimento e 4 m largura. Ele ficava ancorado próximo aos recifes submersos para a realização do censo visual estacionário náutico. Os censos visuais foram realizados entre às 07:00 e 13:00 horas, como proposto por Jardim (2012), que investigou a faixa de tempo de forrageio de tartarugas. A realização das amostragens foi feita através do método de registro de todas as ocorrências, num ângulo de 180° de visão, e aproximadamente 300 metros de linha de visão à frente a frente do observador. Adotou-se o método de divisão em quadrantes para evitar recontagem de indivíduos registrados, ficando dois quadrantes (Q1 e Q2) na proa e dois outros na popa (Q3 e Q4), para cobrir toda a área de estudo (Figura 3). Dois

pesquisadores eram responsáveis por um lado do barco equivalente a dois quadrantes (Q1 e Q3) e (Q2 e Q4), ou seja, cobrindo uma área de 180 graus cada observador (Figura 3).

FIGURA 3. Mapa da área de estudo das avistagens de tartarugas marinhas, utilizando-se o método de quadrantes. **A.** Recife da Baixa Sul (PG); **B.** Recife da Baixa do Mamão (SE).



Fonte: O autor, 2021

Em uma prancheta de PVC foram anotados: 1). Quadrante, 2). Intervalo de tempo exato (minutos) de avistagem das tartarugas (momento), 3). Número de indivíduos avistados por momento de registro, ou seja, em cada momento poderia ter mais de uma tartaruga por quadrante, 4). Faixa etária (juvenil ou adulto) e 5). Espécie registrada (quando possível). Para inferir a abundância de tartarugas, durante cada dia de expedições, utilizou-se o parâmetro do intervalo mínimo de respiração que pode ocorrer durante o período de forrageio: 15 minutos (VON BRANDIS et al., 2010; BRAZ et al., 2013). Todas as avistagens simultâneas foram somadas para se obter a quantidade de espécimes registrados por dia, evitando a recontagem (LUCHETTA; WATANABE, 2017).

5.3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para determinar as coordenadas estimadas dos pontos apontados pelos entrevistados, foram realizados cálculos de distância, tomando-se como base o tempo de navegação - relatado por eles - e como referência inicial a linha da praia. As informações sobre os locais de ocorrência das tartarugas foram plotadas no programa Google Earth Pro. v.7.3. Esses pontos foram transformados de *Keyhole Markup Language* em *Shapefile* para a construção dos mapas de distribuição dos locais indicados e de densidade das avistagens com base no número de citação para cada ponto, no programa *Arcmap* v10.5 (ARCMAP, 2021), tratados em um mapa de densidade de Kernel. A estimativa não paramétrica de Kernel objetiva a criação de mapa raster de densidade (*heatmap*) a partir de uma camada vetorial do tipo ponto, resultando em escalas de cores claras a escuras conforme os níveis de densidade menores e maiores, respectivamente.

5.4 RESULTADOS

5.4.1 ENTREVISTAS E DISTRIBUIÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS

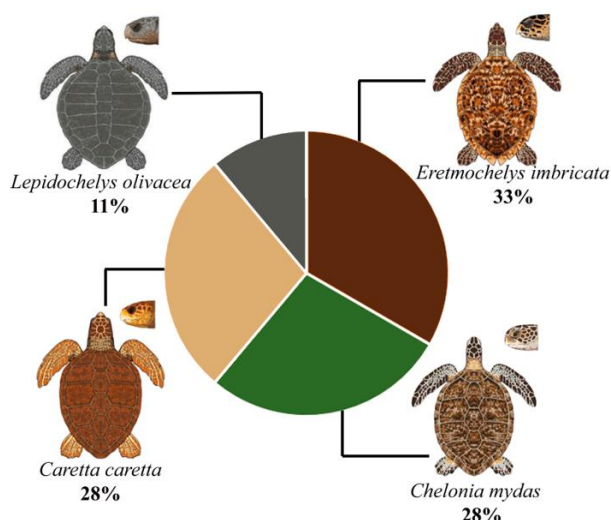
Todos os atores confirmaram a presença de apenas quatro espécies de tartarugas marinhas ao longo da costa de Ipojuca. Com a repetição das respostas, chegou-se a um número de saturação sobre os locais onde mais se avistavam as tartarugas e quais eram elas, alcançando-se assim o objetivo proposto desse estudo. Os participantes citaram os seguintes nomes populares para elas: tartarugas-de-pente ou de-escama (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-verde ou pea (*Chelonia mydas*), tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-oliva ou pea (*Lepidochelys olivacea*). Para eles, o nome “pea” pode servir para identificar tanto as tartarugas verdes quanto as olivas, pois reportam o fato dos cascos de serem lisos. Eles apontaram apenas principais características ligadas ao casco, usando o tamanho, textura, coloração, sobreposição de placas e as últimas placas do casco (para tartaruga-de-pente) (Tabela 1).

TABELA 1. Identificação morfológica das espécies de tartarugas marinhas destacadas pelos pescadores e mergulhador entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE).

CARACTERÍSTICAS DESCRITAS	ESPÉCIE DE TARTARUGA
- Tamanho do casco pequeno - Textura do casco parecendo escamas e áspera - Coloração do casco escura - Placas do final do casco aberto em formato de V	PENTE (<i>Eretmochelys imbricata</i>)
- Tamanho do casco pequeno - Textura do casco liso - Última placa do casco fechada	VERDE (<i>Chelonia mydas</i>)
- Casco brilhoso - Cabeça grande	CABEÇUDA (<i>Caretta caretta</i>)
Casco com uma textura de um couro e liso	OLIVA (<i>Lepidochelys olivacea</i>)

Tomando-se como base a frequência de citação; *E. imbricata* foi considerada como muito frequente, *C. caretta* e *C. mydas* como frequentes e *L. olivacea* como rara, sendo esta última citada somente pelos pescadores mais velhos e experientes na região (Figura 4). Apenas um participante afirmou ter visto as quatro espécies de tartarugas marinhas durante os 20 anos que usa a costa: “Já vi tartaruga de toda qualidade”.

FIGURA 4. Percentuais de ocorrências das espécies de tartarugas marinhas citadas para o litoral de Ipojuca, Pernambuco, segundo os entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE).

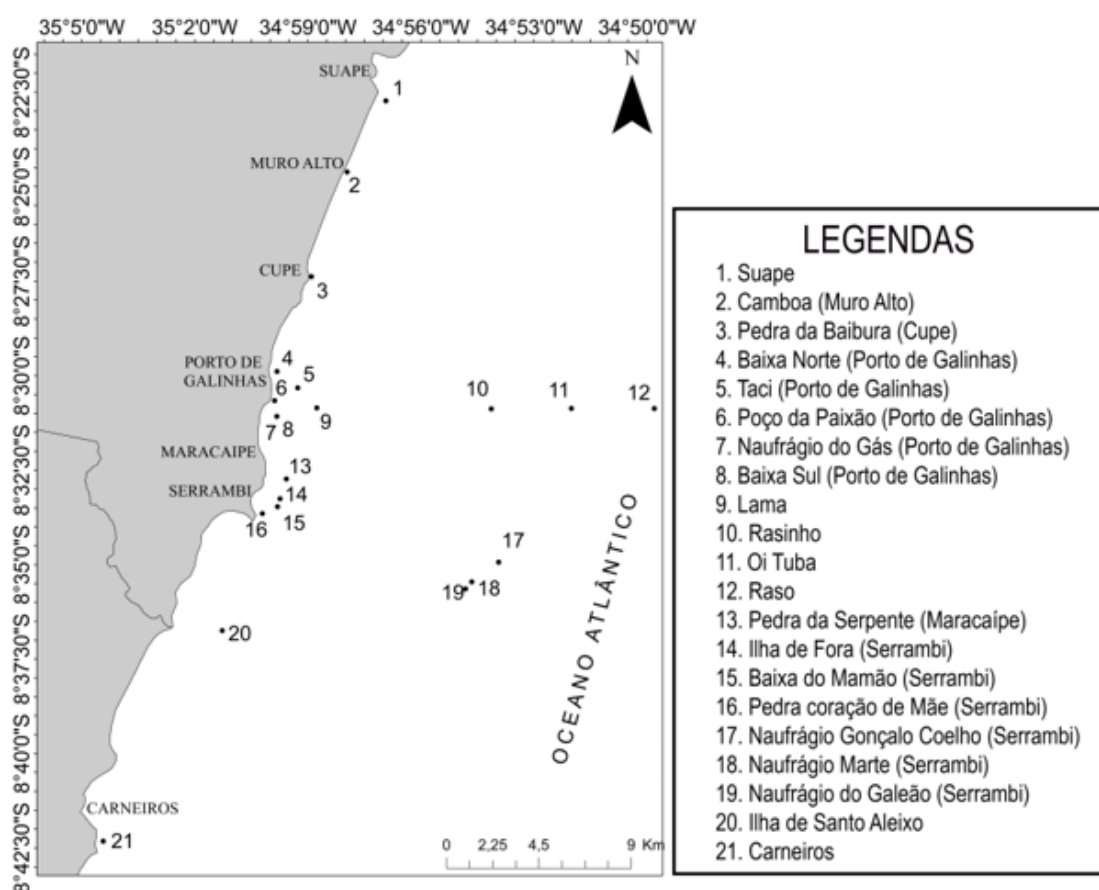


Fonte: O autor, 2021. Ilustrações das tartarugas retiradas de sea turtles of the world (<https://www.seeturtles.org/>).

Os participantes informaram que não há uma época específica para se avistar tartaruga nessa costa, pois ocorrem durante todo o ano; citando o fato em frases como estas: “Sempre vejo tartaruga, época mais, época menos, mas sempre vejo”. Disseram ser comum ver mais

de três animais juntos, “*boiando*” ou subindo para respirar “*no splash*”; expressão onomatopeica do mergulho desses animais após inspiração na superfície. Em suas palavras: “*Esta região é rica em tartaruga marinha*”, “*sempre vejo, pode ser uma, duas..., mas sempre vejo*”, e “*tinha dias que não dava nem para contar*”. Questionados sobre onde eles avistaram os quelônios no litoral estudado, foram indicados 21 locais de ocorrência para a região que os entrevistados utilizam: desde Suape - próximo à boca do rio Ipojuca, chamada de Camboa - até Carneiros em Tamandaré (Figura 5).

FIGURA 5. Pontos de distribuição das tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, segundo os entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE).

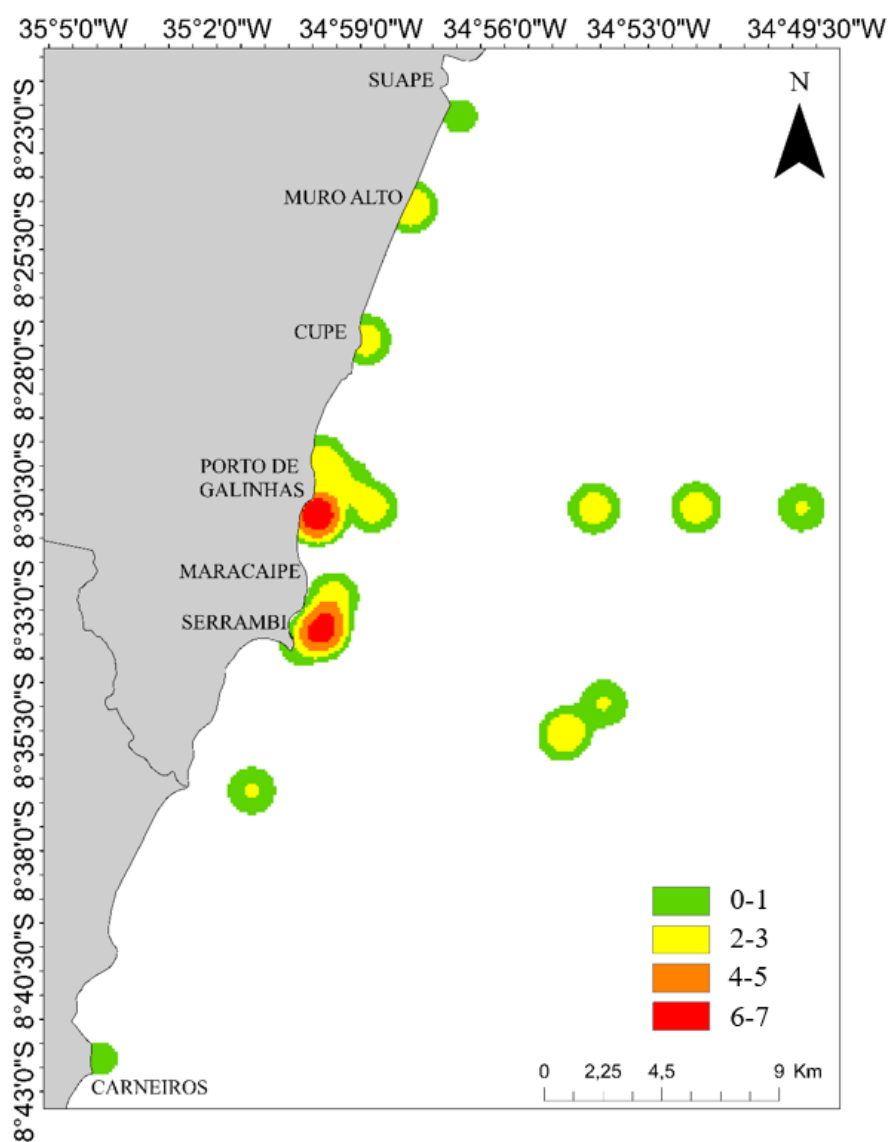


Fonte: O autor, 2021.

De acordo com os depoimentos, as tartarugas marinhas estão “*em todos os locais, tem locais que vejo mais que outros*” principalmente “*na costa*”. Comparativamente, esses registros são mais frequentes nos recifes costeiros ou em suas proximidades, em relação à área de mar aberto ou aos naufrágios. As regiões com maiores concentrações de respostas sobre as avistagens foram Porto de Galinhas (PG) e Serrambi (SE) (Figura 6). Do litoral mencionado, 86% afirmaram avistar tartarugas com frequência na Baixa Sul (PG) e Baixa do Mamão (SE), 71% no Naufrágio de Gás (situado logo à frente da Baixa Sul), 57% na área de Camboa

(Muro Alto) e na Ilha de Fora (ao lado da Baixa Mamão), e as demais regiões foram abaixo dos 43% (Figura 6). Eles relataram que nessas áreas “costumamos ver tartarugas de Porto à Maracáipe”, “numa noite, parecia um malassombro de tanta tartaruga batendo da jangada, durante a madrugada”, “na Baixa Sul, (tinha muitas) tartarugas grandes, era muito bonito”, “em Serrambi via algumas, na Baixa do Mamão e em Enseada (também)”, “Suape via pouco, quanto mais para perto de Porto, mais aumentava”.

FIGURA 6. Mapa de Kernel demonstrando a frequência de distribuição das tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, segundo indicação dos entrevistados de Porto de Galinhas (Ipojuca, PE). Gradiente de cores por área vai de verde, menos citadas, a vermelho, regiões mais citadas (N=7), em relação a quantidade de entrevistas.



Fonte: O autor, 2021.

Os tamanhos das tartarugas marinhas, descritos pelos entrevistados, indicam que há ocorrência de indivíduos em todas as suas fases do ciclo de vida (filhote, juvenil e adulta) na região. Todos os participantes informaram ter visto tartarugas marinhas adultas, com tamanhos estimados superiores a 70 cm, podendo chegar a 1 metro, enquanto 71% deles afirmaram ter visto também jovens com tamanhos entre 30 e 60 cm. Quando foram perguntados sobre filhotes, 86% disseram que sempre avistavam animais nesta fase de vida, mas “só em nascimento”, “os filhotes são mais vistos no verão”, na “beira-mar no horário das 6 h da manhã e às 17 h da tarde”, outros informam que já avistaram em alto mar “se alimentando e em volta de sargaço flutuando e acho que é para se proteger ou comer”.

Com base na valiosa colaboração dos experientes atores, as suas respostas não apenas nortearam a escolha otimizada da área de estudo, mas também facilitaram o uso das características morfológicas externas mais evidentes a identificação das tartarugas em mar e acrescentaram informações interessantes sobre comportamento e tamanhos.

5.4.2 CENSOS NÁUTICOS DE TARTARUGAS MARINHAS

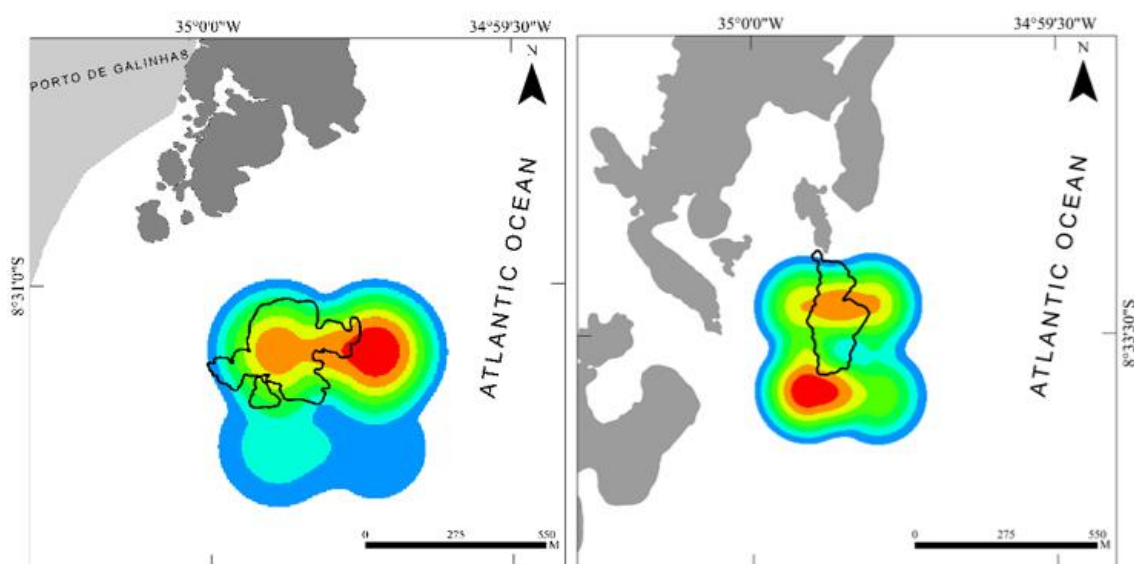
Foram realizadas 6 expedições para Porto de Galinhas e outras 6 para Serrambi, com o mesmo esforço amostral, ou seja, 2 horas por dia por praia, totalizando 24 horas monitoradas, sendo 12 horas em cada praia. Durante estes trabalhos, houve 681 momentos de registros de tartarugas, com 1.332 indivíduos avistados. No mesmo momento de registro, existiu, no máximo, 12 avistagens simultâneas em diferentes quadrantes (Tabela 2), indicando que esses animais podem ser gregários. Duas espécies, *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas*, foram identificadas usando essas bancadas recifais, com predominância de 90% da última espécie (39% adultas e 61% jovens).

Tabela 2. Valores absolutos e médias dos momentos de registros, de tartarugas marinhas avistadas e de tartarugas por quadrantes, ocorrentes nos primeiros 15 minutos das observações nos recifes da Baixa Sul (PG) e Baixa do Mamão (SE), durante o monitoramento em janeiro e fevereiro/2020 em Ipojuca, Pernambuco.

Local	Momento (registros)	Média momentos	Nº tartarugas	Média Nº tartarugas	Média abundância	Nº tartarugas / quadrantes			
						Q1	Q2	Q3	Q4
Baixa Sul (PG)	155	26 (Min: 2 - Max: 56)	215	36 (Min: 2 - Max: 104)	4 (Min: 2 - Max: 10)	99	13	79	24
Baixa do Mamão (SE)	526	88 (Min: 65 - Max: 107)	1117	186 (Min: 100 - Max: 284)	37 (Min: 14 - Max: 73)	277	218	268	354
Total	681	114 (Min: 2 - Max: 107)	1332	222 (Min: 2 - Max: 284)	41 (Min: 2 - Max: 73)	376	231	347	378

Para o recife da Baixa do Mamão contou-se 526 momentos de registros de tartarugas (77% do total) e 1.117, enquanto para a Baixa Sul foram apenas 155 momentos e 215 indivíduos avistados (Figura 7). Nos dois locais ocorreram as mesmas espécies, *C. mydas*, na fase adulta e juvenil, e *E. imbricata*, na fase juvenil. A bancada recifal de Serrambi foi a que mais apresentou número de espécimes, com uma média de 37 indivíduos, enquanto em Porto de Galinhas, a média foi de apenas 4 indivíduos, somando estas duas áreas, supõem-se que no mínimo 41 animais estavam presentes na região de Ipojuca.

FIGURA 7. Mapa de distribuição de Kernel referente às densidades de ocorrência de tartarugas marinhas para cada quadrante avistadas nos recifes **(A).** Baixa Sul (PG) e **(B).** Baixa do Mamão (SE), durante o monitoramento em janeiro e fevereiro/2020 em Ipojuca, Pernambuco.



Fonte: O autor, 2021.

5.5 DISCUSSÃO

A escolha de uma área de estudo é um dos elementos-chave que garante o bom desempenho de um trabalho de campo e, em se tratando de um estudo ecológico, o conhecimento local é imprescindível. As localidades apontadas pelos atores de Porto de Galinhas foram precisas ao indicar onde são áreas de uso frequente de tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca. A etnoecologia é uma ciência que busca unir essas informações e sistematizá-las por meio do uso de metodologias científicas com dados pretéritos (RUDDLE, 1994). A grande maioria das publicações acadêmicas, que utiliza o conhecimento dos pescadores artesanais sobre as tartarugas marinhas, está interessada em avaliar o impacto que a própria pesca (principalmente de redes de arrasto) ocasiona na conservação desses animais (e.g. PEGAS; STRONZA, 2010; BRAGA; SCHIAVETTI, 2013; BRITO et al., 2015;

PETRUCCI, 2019). No entanto, pouco se tem divulgado sobre a assertividade desses atores ao indicar as melhores áreas de estudo.

Em uma pesquisa realizada com sobrevoos na costa nordestina, Alves et al. (2013) informaram que a maior concentração de tartarugas marinhas ocorre na costa pernambucana. Ao sul deste estado, mais especificamente para a área de estudo (Ipojuca), as tartarugas marinhas são mais frequentemente encontradas nos recifes Baixa Sul, incluindo o naufrágio de Gás, e Baixa do Mamão, abrangendo a ilha de fora que fica ao lado. Segundo os entrevistados, os pontos identificados como poucos frequentes são aqueles mais afastados da costa que apresentam, proporcionalmente, áreas mais expostas com substrato arenoso e menor concentração de recifes. Durante o todo o monitoramento náutico realizado na presente pesquisa, bem como nas respostas dos autores, sempre foi possível observar tartarugas marinhas nos recifes de Serrambi e Porto de Galinhas.

As localidades costeiras, onde esses animais mais ocorrem, estão associadas aos bancos recifais, ocupados por macroalgas e diversos outros organismos que habitam esse ecossistema e lhes servem de alimento (LUTZ et al, 2002; BOLTEN, 2002). As tartarugas marinhas buscam por áreas próximas aos recifes onde encontram locais para sua proteção, descanso e forrageio (fanerógamas marinhas, macroalgas, corais, esponjas e crustáceos), além de abrigos onde se camuflarem (PALANIAPPAN; HAZIQ HARITH, 2017). Esses autores acrescentam que, em regiões de mar aberto não há áreas adequadas para as tartarugas buscarem refúgio, pois consistem principalmente de fundo marinho arenoso.

Os registros de avistagens no entorno dos recifes e naufrágios, indicados pelos atores da pesquisa de etnoecologia, estão associados a locais de uso para a pesca e mergulho (SANTOS et al., 2019). Esta sobreposição de uso de área pode ser considerada uma limitação metodológica, pois os entrevistados tenderiam a citar os locais que mais visitam. Além da participação dos atores para a construção do mapa de densidade de Kernel sobre a distribuição das tartarugas marinhas em Ipojuca, os critérios utilizados por eles para identificar as espécies e algumas características comportamentais e ecológicas sobre elas, também foram importantes para este trabalho.

Estão listadas para a costa de Pernambuco cinco espécies de testudomorfos, as mesmas registradas para o Brasil (SIMÕES et al., 2019; MOURA et al., 2012; ALVES et al., 2013; SFORZA et al., 2017), se for considerada a única informação encontrada - um resumo de congresso (OLIVEIRA; SANTOS, 2009) - para a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*). Talvez, pelo fato de ser esta uma espécie rara, os entrevistados não a citaram. Os

participantes afirmaram que as quatro outras espécies de tartarugas têm registros (reprodutivos e/ou não reprodutivos) para o litoral de Ipojuca. Os nomes populares adotados por eles costumam ser os mesmos utilizados pela comunidade local, porém, algumas vezes podem divergir entre os pescadores (PUPO et al., 2006).

Os dados reprodutivos, desenvolvidos em parceria com ONG Ecoassociados, corroboram com os dados ordenados de frequência das espécies citadas (MOURA et al., 2009; 2012; CORRÊA et al., 2013; SIMÕES et al., 2014; 2017; 2019; NEVES et al. 2015; FERNANDES et al, 2016; RODRIGUES et al, 2019; SILVA et al, 2019; SAYEGH et al., 2020). As informações fornecidas pelos entrevistados reforçam os dados compilados por Sforza et al. (2017), que consideram as desovas de *E. imbricata* regulares no litoral estudado, enquanto *Caretta caretta*, *C. mydas* e *L. olivacea* são consideradas esporádicas. O fato de tartarugas-de-pente serem as que mais nidificam e da praia ser uma área de mais fácil acesso às pessoas – em relação ao mar – fazem com que as notificações desta espécie sejam bem mais comuns na região. Visualmente, em ambiente marinho, os atores reconhecem as espécies principalmente pelas características de coloração, pelo fato de o casco ser liso ou escamoso, e proporção do tamanho da cabeça. Esses caracteres morfológicos externos também são utilizados em descrições e chaves de identificação de tartarugas marinhas (ECKERT et al., 1999; NOGUEIRA, 2016).

Na literatura, os comprimentos de indivíduos adultos de *C. mydas*, *C. caretta*, *E. imbricata* e *L. olivacea* ficam nas faixas de 100-130 cm; 70-90 cm; 70-90 cm; e 70-80 cm, respectivamente (ECKERT et al., 1999; MARCOVALDI et al., 2016). Abaixo desses valores, os indivíduos são considerados como juvenis (ECKERT et al., 1999). Registros não reprodutivos informaram que as tartarugas-verde jovens e tartarugas-oliva adultas são as que mais encalham mortas no litoral sul de Pernambuco, porém, em faixas etárias diferentes; juvenis e adultas, respectivamente (SILVA et al., 2019). Segundo os depoimentos de mergulhadores das operadoras de Porto de Galinhas, são avistadas tartarugas de grande e médio portes nos naufrágios e recifes naturais, sugerindo a presença de indivíduos de diferentes faixas etárias nesses habitats (SANTOS et al., 2019). Os filhotes só são vistos quando saem dos ninhos, segundo relatos dos entrevistados e dados da Ecoassociados. Nas demais fases, as tartarugas jovens costumam ocorrer próximos a costa (perto de recifes), provavelmente para se alimentar, enquanto os adultos são vistos boiando em torno dos ambientes recifais, respirando, em busca de alimento ou escolhendo áreas para nidificar. Estas afirmações confirmam a presença de tartarugas o ano todo nesse litoral, pois quando as

fêmeas saem das suas áreas de nidificação, elas vão direto para áreas de forrageio, enquanto juvenis ficam em suas áreas de forrageio até a fase adulta (BOLTEN, 2002).

Os participantes detêm o conhecimento empírico sobre tartarugas marinhas, mas verificou-se que eles tinham dificuldade em expressar oralmente, por exemplo, para descrever as diferenças morfológicas entre as espécies, principalmente relacionadas àquelas tartarugas mais raras, como a tartaruga-oliva. Esta limitação narrativa e etnotaxonômica é encontrada em outras pesquisas e um dos motivos deve-se provavelmente à redução de convívio dos pescadores com esses animais, que são bem menos manuseadas em decorrência do surgimento das leis de proteção as tartarugas marinhas (BELLINI, et al., 2019). Santos et al. (2019) afirmam que mais de 40% dos entrevistados não souberam identificar as tartarugas e 17% nunca as viram tartarugas no litoral de Ipojuca. Em um estudo realizado com pescadores, também no Nordeste, foi observado que, além da coloração do casco e tamanho, eles utilizavam a nadadeira para diferenciar as espécies (BRAGA; SCHIAVETTI, 2013).

No que concerne ao comportamento das tartarugas, os entrevistados de Porto de Galinhas informaram que elas “boiam”, sobem à superfície com regularidade, entretanto é possível que poucos saibam como elas respiram. Problemas com desmaio ou afogamento das tartarugas, que são desemalhadas e soltas imediatamente no mar, podem decorrer da falta desta informação fisiológica, conforme notado por Awabdi (2018). Segundo Luchetta e Watanabe (2017), o comportamento de respiração rápida pode estar associado à busca intensiva por alimentos, quando mergulham e sobem para a superfície ligeiramente é porque consumiu todo o oxigênio nessa atividade. A postura de descanso consiste na flutuação na superfície e está relacionado ao aquecimento corporal ou a realização de uma subida forçada favorecida por movimentações de onda (LUCHETTA; WATANABE, 2017). É válido ressaltar que não se observou relação entre as condições meteorológicas (sol pleno, muitos ventos e/ou chuvas), ocorridas durante o monitoramento de tartarugas marinhas em Ipojuca, e a quantidade de registros desses animais, sendo possível observar as tartarugas em todas as expedições.

Estudos afirmam que existem dois tipos de comportamentos de mergulho de tartarugas marinhas, observados também na presente pesquisa. Um em movimento postural na forma de “V”, quando os indivíduos mergulham e permanecem em atividade que se parece com o comporta de forrageio, e logo sobem para respirar em outra região, e outro em forma de “U”, observado como padrão de descanso. Neste, os indivíduos apresentam uma baixa atividade e frequências na subida para respirar (REINA et al., 2005). Quando as tartarugas estão

desempenhando alta atividade durante o mergulho, o intervalo entre as respirações diminui e, para algumas espécies, a média deste tempo é de 15 minutos (REINA et al., 2005; VON BRANDIS et al., 2010; BRAZ et al., 2016). Estes estudos corroboram com as observações realizadas em campo, quando a média de tempo em todas as campanhas da Baixa do Mamão (SE) foram aproximadamente de um minuto entre avistagens de indivíduos. Houve, no entanto, uma exceção com avistagens múltiplas, onde a média era 2 indivíduos no mesmo momento, com máximo de 12 animais, e 90% das avistagens de era de *C. mydas*. Estes dados reforçam que havia mais de uma tartaruga na região.

A alta atividade biológica encontrada nos horários das expedições realizadas no litoral de Ipojuca está relacionada ao ciclo circadiano, quando há um alto período entre 08:00 e 11:00 da manhã (BJORNDAL, 1980, OGDEN et al., 1983). Entretanto, Taquet et al. (2006) afirmaram que as tartarugas também apresentem um aumento das atividades no período crepuscular. Estes horários (noite/manhã e tarde/noite) são comuns para os grupos dos testudines, quando apresentam aumento de atividades próximo a horários crepusculares (SEMINOFF et al., 2002b; MAKOWSKI et al., 2006).

Das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem em Pernambuco (SIMÕES et al., 2019; MOURA et al., 2012; SFORZA et al., 2017), apenas duas espécies foram identificadas em campo, tanto nas fases juvenis e adultas, *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*. Elas são comumente encontradas próximas as regiões costeiras, principalmente em áreas recifais (LUTZ et al., 2002; JARDIM et al., 2016). O maior número de avistagens para a espécie de tartaruga-verde em Ipojuca está relacionado, provavelmente, a sua maior distribuição em todo o litoral norte e Nordeste brasileiro (MARCOVALDI et al., 2011). É necessário afirmar que, apesar de *Caretta caretta* e *Lepidochelys olivacea* não terem sido registradas no presente monitoramento, há evidências de suas ocorrências através dos resultados etnoecológicos sobre distribuição espacial (ver Capítulo 1). Além disso, o estudo de Silva et al. (2019) sobre encalhes ocorridos no mesmo litoral, demonstra que estas duas espécies são frequentes nas fases de vida juvenil e adulta, e ressalta que a tartaruga-verde é a mais predominante em tamanho juvenil. Não se pode, portanto, descartar a presença de outras áreas de alimentação para as demais espécies.

A única variação de avistagem foi no dia 20 de fevereiro de 2020, quando houve quatro avistagens a mais no sítio da Baixa do Mamão; ocasião em que o número de avistagens neste sítio foi o maior dentre todas as expedições (n=104). Seguindo o padrão de comportamento, as tartarugas marinhas podem usar mais de um habitat em uma mesma região

para se alimentar e para descanso (PALANIAPPAN; HAZIQ HARITH, 2017). Nas localidades estudadas em Ipojuca, os animais se distribuíram nas proximidades das formações recifais. Na Baixa do Mamão houve uma preferência no Q4, e Q1 na Baixa Sul, onde, visualmente, parecem existir uma alta cobertura de macroalgas. Além disso, a região de Serrambi apresenta registros de fanerógamas marinhas (MAGALHÃES; CAZUZA, 2005; ALVES, 2013), o que pode explicar também a preferência pelo Q4, que seja uma região com prados de fanerógamas. Ambos os sítios, sejam áreas de descanso ou trajeto de deslocamento utilizado pelas tartarugas marinhas nessas formações recifais.

O conhecimento ecológico que os entrevistados possuem sobre as tartarugas marinhas é peça importante para auxiliar pesquisadores na coleta de dados científicos específicos para uma região (ZEINEDDINE et al., 2018; SANTOS et al, 2019) e fundamental para a seleção da área de estudo. Eles podem gerar informações que contribuam para a gestão de manejo dos recursos naturais em áreas ainda com poucos estudos e na identificação de áreas prioritárias para conservação marinha, para que o uso turístico seja menos agressivo para o ecossistema, como ocorre em Porto de Galinhas. Segundo concluem Pegas e Stronza (2010), no estudo que avaliou as relações entre o ecoturismo no projeto TAMAR e o apoio dos funcionários locais para a conservação das tartarugas marinhas, “à medida que o custo de vida aumenta, os residentes podem ficar cada vez mais inclinados a procurar trabalho fora do TAMAR”. Cabe uma reflexão: O compromisso dito “mútuo” que envolve empresários, acadêmicos e atores locais, como os pescadores artesanais, é - de fato – interessante e vantajoso para todos os participantes, e para garantir a conservação das tartarugas marinhas?

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atores demonstram conhecer os locais preferenciais das tartarugas marinhas, possibilitando inferir os ambientes recifais como áreas de alimentação por meio do mapeamento da distribuição desta fauna no litoral de Ipojuca. Os resultados demonstram a necessidade de se efetuar monitoramentos a longo prazo para que sejam investigados as áreas prioritárias e o modo de uso das tartarugas marinhas nelas. Esses dados deverão ser usados pelas autoridades para pesquisas voltadas ao ecoturismo e relacionadas ao gerenciamento na conservação das tartarugas marinhas residentes em seu habitat natural.

5.7 REFERÊNCIAS

- ALVES, M. D. O. et al. Aerial survey of manatees, dolphins and sea turtles off northeastern Brazil: correlations with coastal features and human activities. **Biological Conservation**, v. 161, p. 91-100, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.015>
- ALVES, M. D. O. **Habitats da megafauna marinha na costa nordeste do Brasil, com ênfase em peixes-bois**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. 2013.
- ARCMAP. Versão 10.5. ESRI, 2016. Disponível em: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>. Acessado em: 05/09/2021
- AWABDI, D. R. et al. Influences of conservation action on attitudes and knowledge of fishermen towards sea turtles along the southeastern Brazil. **Marine Policy**, v. 95, p. 57-68, 2018.
- AWABDI, D. R. et al. Influences of conservation action on attitudes and knowledge of fishermen towards sea turtles along the southeastern Brazil. **Marine Policy**, v. 95, p. 57-68, 2018.
- BELL, C. D.; BLUMENTHAL, J. M.; AUSTIN, T. J.; EBANKS-PETRIE, G.; BRODERICK, A. C.; GODLEY, B. J. Harnessing recreational divers for the collection of sea turtle data around the Cayman Islands. **Tourism in Marine Environments**, 5, 245–257, 2009.
- BELLINI, C. et al. Projeto de monitoramento de quelônios por telemetria satelital nas Bacias Sergipe/Alagoas e Ceara/Potiguar. In: BARBOSA, A. F. IBAMA. **Indústria de Pesquisa Sísmica: em busca do conhecimento e sustentabilidade através do licenciamento ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Mind Duet Comunicação e Marketing, 2019.
- BERKES, F. et al. Minireviews: exploring the basic ecological unit: ecosystem-like concepts in traditional societies. **Ecosystems**, v. 1, n. 5, p. 409-415. 1998.
- BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological methods & research**, v. 10, n. 2, p. 141-163, 1981.
- BJORNDAL, K. A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, v. 56, n. 2, p. 147-154, 1980.
- BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. **The biology of sea turtles**, v. 2, p. 243-257, 2002. doi:10.1201/9781420040807.ch9
- BRAGA, H. O.; SCHIAVETTI, A. Attitudes and local ecological knowledge of experts fishermen in relation to conservation and bycatch of sea turtles (reptilia: testudines), Southern Bahia, Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2013.
- BRAZ, J. K. F. S. et al. Histology and immunohistochemistry of the cardiac ventricular structure in the green turtle (*Chelonia mydas*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 45, n. 4, p. 277-284, 2016.
- BRAZ, J. K. F. S. et al. Histology and immunohistochemistry of the cardiac ventricular structure in the green turtle (*Chelonia mydas*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 45, n. 4, p. 277-284, 2016.
- BRITO, T. P. et al. Conhecimento ecológico e captura incidental de tartarugas marinhas em São João de Pirabas, Pará, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 3, p. 159-175, 2015.

BROTTO, D. S.; DE GUSMÃO PEDRINI, A.; BANDEIRA, R. R. C.; ZEE, D. M. W. Percepção ambiental do mergulhador recreativo no Município do Rio de Janeiro e adjacências: subsídios para a sustentabilidade do ecoturismo marinho. **Revista Brasileira De Ecoturismo**, 5, 297–314, 2012.

CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BARRELLA, W. Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (Enseada do Mar Virado e Barra do Una) no litoral de São Paulo, Brasil. **Multiciência**, v. 4, n. 1, p. 1-22, 2005.

CORRÊA, G. V. V. et al. Diversity and composition of macro-and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. **Marine Biodiversity**, v. 44, n. 3, p. 391-401, 2014.

CÔRTEZ, L. H. O.; ZAPPES, C. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. Ethnoecology, gathering techniques and traditional management of the crab *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 in a mangrove forest in south-eastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 93, p. 129-138, 2014.

COSTA-NETO, E. M.; MARQUES, J. G. W. Conhecimento ictiológico tradicional ea distribuição temporal e espacial de recursos pesqueiros pelos pescadores de Conde, Estado da Bahia, Brasil. **Etnoecológica**, v. 4, n. 6, p. 56-68, 2000.

DIAS, P.; VITAL, T. O Ecoturismo no Estado de Pernambuco: uma visão do segmento a partir da oferta de serviços. **Revista Turismo em Análise** 25:316–336, 2014.

DIEGUES, A. C. **Pesca construindo sociedades: leituras em antropologia marítima e pesqueira**. São Paulo. Núcleo de Auxílio à Pesquisa sobre Populações I humanas em Áreas Úmidas Brasileiras/UST. 315p. 2004.

DIEGUES, Antônio Carlos Sant'Ana. **Etnoconservação: novos rumos para a conservação da natureza**. Hucitec, 45p. 2000.

ECKERT, K. L. et al. Taxonomy, external morphology, and species identification. **Research and management techniques for the conservation of sea turtles**, v. 21, p. 11-13, 1999.

FERNANDES, M. L. B.; SILVA, L. C. C.; MOURA, G. J. B. Influência dos impactos ambientais na escolha da praia de desova da espécie *Eretmochelys imbricata*. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 4, p. 44-48, 2016.

FISCHER, A.; YOUNG, J. C. Understanding mental constructs of biodiversity: Implications for biodiversity management and conservation. **Biological conservation**, v. 136, n. 2, p. 271-282, 2007.

FRANÇA, A. L. G. O turismo em porto de galinhas- PE: políticas de desenvolvimento e o desafio da sustentabilidade. Dissertação – universidade federal de Pernambuco. Recife. 193 F. 2007.

GOFFREDO, S.; PICCINETTI, C.; ZACCANTI, F. Volunteers in marine conservation monitoring: a study of the distribution of seahorses carried out in colaboration with recreational *scuba* divers. **ConservationBiology** 18, 1492–1503, 2004.

GOODMAN, Leo A. Snowball sampling. **The annals of mathematical statistics**, p. 148-170, 1961.

GRAGSON, T. L.; BLOUNT, B. G. (Ed.). **Ethnoecology: knowledge, resources, and rights**. University of Georgia Press, 1999.

HANAZAKI, N. Comunidades, conservação e manejo: o papel do conhecimento ecológico local. **Biotemas**, v. 16, n. 1, p. 23-47, 2003.

JARDIM, A.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; BARROS, F. Demography and foraging ecology of *Chelonia mydas* on tropical shallow reefs in Bahia, Brazil. **Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 6, p. 1295, 2016.

JARDIM, Adriana. Aspectos do uso de hábitat e estrutura populacional de *Chelonia mydas*, (Linnaeus, 1758) em um ambiente recifal no Litoral Norte da Bahia, Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2012.

LOPES, K. et al. Sea turtle, shark, and dolphin bycatch rates by artisanal and semi-industrial fishers in Maio Island, Cape Verde. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 15, n. 2, p. 279-288, 2016.

LUCHETTA, A. C.; WATANABE, L. E. Y. Preliminary data on the occurrence of marine turtles in the Laje de Santos Marine State Park (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n. 4, p. 644-655, 2017.

LUTZ, P. L. et al (Ed.). **The biology of sea turtles, Volume II**. CRC press, 2002.

MAGALHÃES, K. M.; CAZUZA, M. S. Distribuição das angiospermas marinhas no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. 1º Parte: Levantamentos de herbário e literatura. **Cad. FAfire**, v. 4, n. 11, p. 20-26, 2005.

MAKOWSKI, Christopher; SEMINOFF, Jeffrey A.; SALMON, Michael. Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas* L.) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. **Marine Biology**, v. 148, n. 5, p. 1167-1179, 2006.

MARCOVALDI, M. A. et al. A Conservação e Pesquisa das Tartarugas Marinhas no Nordeste Brasileiro pelo Projeto Tamar. In: CORREIA, J. M. S.; SANTOS, E. M.; MOURA, G. J. B. **Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, Desafios e Perspectivas**. 1 ed. Recife: Editora Universitária da UFRPE, v. único, p. 15-50, 2016.

MACEDO, C. H. R. **Peixes bioindicadores dos impactos causados pelas jangadas no topo e nas cristas dos recifes de Porto de Galinhas (PE)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2014.

MARCOVALDI, M. A. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, 2011.

MARCOVALDI, M. A.; MARCOVALDI, G. G. D. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological conservation**, v. 91, n. 1, p. 35-41, 1999.

MELO, K. V.; AMARAL, F. D. Ampliação da distribuição das anêmonas-do-mar (Cnidaria, Actiniaria) no estado de Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 1, p. 19-31, 2005.

MOURA, C. C. M. et al. Distribuição espaço-temporal e sucesso reprodutivo de *Eretmochelysimbricata* nas praias do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, n. 3, p. 254-260, 2012.

MOURA, C. C. M.; FONSECA, D. S.; GUIMARÃES, E. S. E MOURA, G. J. B. M. Aspectos ecológicos e reprodutivos de *Eretmochelys imbricata* durante temporada 2007/2008 nas praias de Ipojuca (PE, BRASIL). Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço – MG. 2009.

NEVES, M. S. C.; DE MELO MOURA, C. C.; OLIVEIRA, L. G. Mycobiota from the eggs, nests and stillbirths of *Eretmochelys imbricata* Linneus 1766 (Testudines: Cheloniidae) in Pernambuco State, Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, v. 9, n. 17, p. 1195-1199, 2015.

NOGUEIRA B. G. **Aplicação do conhecimento de pescadores artesanais para entender a captura incidental de tartarugas marinhas no sul do Brasil**. Dissertação (mestrado em Ecologia), 2016. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 109p, 2016.

NOGUEIRA, M. M.; ALVES, R. R. N. Assessing sea turtle bycatch in Northeast Brazil through an ethnozoological approach. **Ocean & Coastal Management**, v. 133, p. 37-42, 2016.

OGDEN, J. C. et al. Diel foraging patterns in juvenile green turtles (*Chelonia mydas* L.) in St. Croix United States Virgin Islands. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 66, n. 3, p. 199-205, 1983.

OLIVEIRA, R. A. S.; SANTOS, R. M. B. Estudo anátomo topográfico do fígado das tartarugas marinhas encontradas mortas no litoral pernambucano. **ix jornada de ensino, pesquisa e extensão (ix jepex)**. 2009.

PALANIAPPAN, P.; HAZIQ HARITH, A. H. Spatial site fidelity of sea turtles at a foraging ground in Mabul Island, Sabah, Malaysia. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 1, p. 140-144, 2017.

PATIRI, V. **Projetos ecológicos e o desenvolvimento local—estudo de caso do projeto TAMAR**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Administração) Curso de Mestrado Profissional em Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 242 f. 2002.

PATTENGILL SEMMENS, C.; SEMMENS, B. X. Conservation and Management Applications of the Ref Volunteer Fish Monitoring Program. **Environmental Monitoring and Assessment** 81, 43–50, 2003.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 22, 2010.

PERES, M.; MAGRIS, R.; RIBEIRO, K. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas—Apresentação. **Biodiversidade Brasileira**, 1, 1–2. 2011.

POSEY, D. A. Introduction to ethnobiology: Its implications and applications. **Indigenous Knowledge and Ethics: A Darrell Posey Reader, edited by K. Plenderleith**, p. 1-6, 2004.

PUPO, M. M.; SOTO, J. M. R.; HANAZAKI, N. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v. 19, n. 4, p. 63-72, 2006.

REINA, R. D. et al. Respiratory frequency, dive behaviour and social interactions of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea* during the inter-nesting interval. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 316, n. 1, p. 1-16, 2005.

RODRIGUES, M. S. et al. Contribution to the study of the green turtle (*Chelonia mydas*) diet in the South Atlantic, Northeast Brazil. **International Journal of Development Research**, 09, (08), 29891-29897. 2019.

RUDDLE, K. Local knowledge in the folk management of fisheries and coastal marine environments. **Folk Management in the World's Fisheries**, p. 161-206. 1994.

- SANTOS, J. G. **Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para o Turismo: aplicação de uma abordagem participativa em Porto de Galinhas, PE**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2013.
- SANTOS, R. L. et al. Tartarugas marinhas sob a ótica dos mergulhadores recreativos no litoral do Ipojuca (Pernambuco–Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, 2019.
- SELIG, E. R. et al. Global priorities for marine biodiversity conservation. **PloS one**, v. 9, n. 1, p. e82898, 2014.
- SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. **Marine Ecology Progress Series**, v. 242, p. 253-265, 2002b.
- SFORZA, R. et al. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas: Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de empreendimentos Costeiros e Marinhos. **Brasília: ICMBio**, 2017.
- SILVA, J. P. et al. Turismo, economia solidária e inclusão social em Porto de Galinhas, PE. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 11, n. 3, 2011a.
- SILVA, K. O. et al. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 53-64, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.002.0006>
- SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, p. 133-147, 2012.
- SIMÕES, T. N. et al. Heavy metals in blood and in nests affect reproduction parameters in *Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766 (Testudines: Cryptodira). **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 14, n. 1, p. 65-72, 2019.
- SIMÕES, T. N. et al. Temperatura de incubação e razão sexual em filhotes recém-eclodidos da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no município do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 54, p. 363-374, 2014.
- SIMÕES, T. N.; SILVA, A. C.; MOURA, C. C. M. Influence of artificial lights on the orientation of hatchlings of *Eretmochelys imbricata* in Pernambuco, Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 34, 2017.
- TAQUET, C. et al. Foraging of the green sea turtle *Chelonia mydas* on seagrass beds at Mayotte Island (Indian Ocean), determined by acoustic transmitters. **Marine Ecology Progress Series**, v. 306, p. 295-302, 2006.
- VASCONCELOS, Y.; SALAZAR, V. S. Complexo Porto de Galinhas: um paraíso e uma arena competitiva. **Revista Acadêmica–Observatório de Inovação do Turismo**, v. 2, p. 1-19, 2007.
- VON BRANDIS, R. G.; MORTIMER, J. A.; REILLY, B. K. In-water observations of the diving behaviour of immature hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a coral reef at D'Arros Island, Republic of Seychelles. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 9, n. 1, p. 26-32, 2010.
- WILLIAMS, J. L.; PIERCE, S. J.; FUENTES, M. M.; HAMANN, M. Effectiveness of recreational divers for monitoring sea turtle populations. **Endangered species research** 26, 209–219, 2015.

ZAMBONI, N. S.; PÉREZ, C. D. Análise da capacidade de carga turística como ferramenta para a gestão sustentável do turismo nos ambientes recifais da Praia de Porto de Galinhas, Ipojuca/PE. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 4, 2013, Salvador. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, p. 1-8. 2013.

ZAPPES, C. A. et al. Traditional knowledge identifies causes of bycatch on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus* Montagu 1821): An ethnobiological approach. **Ocean & coastal management**, v. 120, p. 160-169, 2016.

ZEINEDDINE, G. C. et al. Percepções dos pescadores artesanais e a pesca acidental de tartarugas marinhas na reserva de desenvolvimento sustentável barra do una, Peruíbe/SP. **Ethnoscintia: Revista Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia**, v. 3, 2018.

6 CAPÍTULO 2

PERFIL COPROLÓGICO DE TARTARUGAS MARINHAS DO NORDESTE BRASILEIRO: NOVO SÍTIO ALIMENTAR E IMPACTOS ANTRÓPICOS

6.1 RESUMO

O litoral de Ipojuca, sul de Pernambuco é conhecido como área de nidificação de tartarugas marinhas e, embora tenha também recifes ricos em macroalgas, a distribuição das áreas de alimentação desses animais não é cientificamente conhecida. O presente estudo foi realizado, com o objetivo de determinar as potenciais áreas de alimentação e detectar impactos antropogênicos que afetam as tartarugas. Foram monitorados parte dos recifes de Porto de Galinhas e Serrambi, denominados Baixa Sul e Baixa do Mamão, e suas praias. A coleta de dados ocorreu no período de janeiro a agosto de 2020, através de coleta de fezes dessas tartarugas nos recifes e praias. Um levantamento bibliográfico das macroalgas registradas nessas áreas foi realizado para ajudar na identificação e correlacionar com os itens alimentares. Os bolos fecais coletados somaram 15 kg e a biomassa vegetal compôs 90% dos itens alimentares, com 30 táxons de macroalgas e fanerógamas. Também foram encontrados 4 grupos de animais (Ascidacea, Molusca, Porifera, Scleractinia), sendo porífera e molusca o grupo mais predominante. Ao todo 225 resíduos antropogênicos foram encontrados, com fragmentos de Náilon e plástico flexível os mais abundantes, de origem pesqueira e sacolas plásticas. Também foram encontrados resíduos de petróleo, em três dias consecutivos de fevereiro de 2020. Ao todo somaram-se 130 táxons de macroalgas, pertencentes aos filos Rhodophyta (66), Chlorophyta (45) e Ochrophyta (19) encontradas na região. O recife de Serrambi teve maior número de espécies de macroalgas (129) comparando ao de Porto de Galinhas (apenas 29). As espécies *Cryptonemia crenulata*, *Gracilaria*, *Lobophora variegata* e *Bryopsis pennata* fazem parte das mais frequentes da região e foram as mais abundantes encontradas como itens alimentares nas fezes das tartarugas. Este estudo evidenciou as primeiras áreas de alimentação para tartarugas neste litoral e mostrou que as tartarugas marinhas estão se alimentando nesses recifes, já que as mesmas algas das fezes são encontradas nesses recifes.

PALAVRAS-CHAVE: fezes; área de alimentação; testudines; resíduos antropogênicos; plástico.

6.2 INTRODUÇÃO

Em seu ciclo de vida, filhotes de tartarugas marinhas após atingirem a fase juvenil, migram para regiões costeiras em busca do habitat de forrageio ideal para completar seu desenvolvimento, e quando adultos, os machos só saem dessas áreas para copular, enquanto fêmeas migram para regiões de cópula e depois para de nidificação (BOLTEN, 2002). Uma área de alimentação é uma região em que testudines marinhos vivem durante a estação não reprodutiva, para se alimentar e desenvolver (CERIANI, 2012). Estes animais podem habitar as mesmas regiões em fases etárias diferente (Juvenil ou adulta), mesmo sendo rara, sua coexistência no mesmo local pode gerar nichos específicos para cada fase (LIMPUS et al., 1994; SEMINOFF et al., 2003). Por outro lado, existem também regiões em que ocorrem unicamente uma fase de vida, onde a ocorrência das outras podem ser raras ou ausentes (SEMINOFF et al. 2002b, MEYLAN et al. 2011).

Dependendo dos habitats, cada espécie e sua preferência alimentar pode variar. Por exemplo, *Chelonia mydas* (tartaruga-verde) e *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente) ocupam habitats costeiros (STRINGELL et al., 2016), enquanto as espécies *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda) e *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva) por áreas neríticas, mais afastadas da costa (ABREU-GROBOIS; PLOTKIN, 2008; NEL; CASALE, 2015), enquanto a tartaruga de couro é predominantemente pelágica (BARATA et al., 2004). Estes animais apresentam dietas onívora, consumindo principalmente crustáceos, esponjas, equinodermos, peixes, cnidários, moluscos e algas, mas apenas *C. mydas* na sua fase juvenil e adulta tem tendência a herbívora, consumindo macroalgas e fanerógamas marinhas (BJORNDAL et al., 1997). O consumo desses itens pode variar de acordo com a oferta de alimento na área e pode mudar com o seu desenvolvimento (BJORNDAL et al., 1997; MUSICK; LIMPUS, 1997; SEMINOFF et al., 2002a).

Um dos maiores problemas enfrentados por tartarugas marinhas é perda de habitats e a poluição crescente que os atinge (DERRAIK, 2002; LÓPEZ-MENDILAHARSU et al., 2008; MONTAGUE, 2008). Associados a estes fatores, construções de portos e ou poluição por resíduos sólidos, que são lançados em efluentes e chegam no mar, são um dos principais problemas que afetam a sobrevivência destes animais (SHIGENAKA, 2003). Em regiões oceânicas, entretanto, as fontes poluidoras advêm de despejos das embarcações, exploração de petróleo e atividades pesqueiras (WILLIAMS; SIMMONS, 1995; COE; ROGERS, 1997). Os resíduos sólidos podem ser ingeridos de modo acidental, ou se enroscar nas tartarugas de modo a causar lesões, asfixia que podem ser letais (BAKER et al., 2002; JAMES et al., 2005;

HOFMEYR et al., 2006; REIS et al., 2010). A ingestão de material antropogênico pode ocorrer ativamente, quando confundido com o alimento, ou passivamente, quando esses resíduos vêm junto ao alimento (SCHUYLER et al., 2012).

Essa deglutição pode causar obstrução do trato gastrointestinal, que proporciona a formação de fecalomas (material fecal endurecido) e obstrui o intestino, causando a falsa sensação de saciedade (SCHULMAN; LUTZ, 1992). Também pode afetar a flutuabilidade, pois com a ingestão e o acúmulo desses fragmentos no trato gastrointestinal interferem na flutuação e tornam esses animais mais vulneráveis aos predadores no oceano (SCHULMAN; LUTZ, 1992). A ingestão de diversos itens pode levar a morte de indivíduos nas fases juvenil e adulta (POLI et al., 2015). Por conta destes problemas, todas as espécies de tartarugas marinhas do mundo encontram-se na Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza – IUCN, em categorias como: em perigo ou criticamente em perigo de extinção e vulnerável (MMA, 2018; IUCN, 2020).

A costa brasileira apresenta 7.000 km de extensão e nela existem áreas de alimentação para todas as cinco espécies de tartarugas marinhas registradas no país (SFORZA et al., 2017). Estas áreas de forrageio estão localizadas nos litorais do estado do Ceará (MELO et al., 2010; MARCOVALDI et al., 2010), Bahia (JARDIM, 2016), Rio de Janeiro (REIS et al., 2011; DI BENEDITTO et al., 2015), São Paulo (BEZERRA; BONDIOLI, 2011; DA SILVA et al., 2011; MAISTRO et al., 2011), Paraná (LEIS et al., 2011; MOURA et al., 2011), Rio Grande do Sul (MONTEIRO, 2004; SILVA et al., 2011b), e Pará (MARCOVALDI et al., 2010), entre Pernambuco e Paraíba (DA SILVA et al., 2011; BAUDOUIN et al., 2015), Sergipe (COLMAN et al., 2014), e nas ilhas oceânicas em Fernando de Noronha, em Pernambuco, Atol das Rocas, Banco dos Abrolhos (MARCOVALDI et al., 2011).

O litoral de Pernambuco apresenta 187 km, e rica em diversos ecossistemas incluindo estuários, manguezais, recifes areníticos (LABOREL-DEGUEN et al., 2019) e bancos de fanerógamas marinhas (MARQUES; CREED, 2008), que são propícios para a ocorrência de tartarugas marinhas. A costa deste Estado é carente em pesquisas, no que diz respeito a distribuição de tartarugas, tendo sido encontrados apenas cinco trabalhos publicados para os ambientes neríticos realizados por meio de telemetria satelital (DA SILVA et al., 2011; BAUDOUIN et al., 2015; BELLINI et al., 2019), por mergulhadores recreativos (SANTOS et al., 2019) e por sobrevoo (ALVES et al., 2013).

Em Ipojuca, litoral sul de Pernambuco, existe a ocorrência de quatro espécies de tartarugas (-de-pente, -cabeçuda, -verde e -oliva). Esta região é considerada uma área de

desova regular para a tartaruga-de-pente e esporádica para as demais espécies (SFORZA et al., 2017), mas há dados sobre os registros não reprodutivos de todas as espécies de tartarugas mortas (SILVA et al., 2019), que evidenciam não ser esta área utilizada somente para nidificação. Provavelmente esses indivíduos estão usando as extensas formações recifais e áreas adjacentes desta região (LABOREL-DEGUEN et al., 2019), que apresentam uma riqueza de 125 espécies de macroalgas (PEREIRA et al., 2002), propiciando um habitat ideal para alimentação. Informações referentes ao uso de hábitat, ecologia alimentar e outros aspectos biológicos fazem-se necessárias para a compreensão do tamanho populacional, classes de tamanhos, preferência de habitat e dieta dessas tartarugas (PRITCHARD, 2017; PILCHER, 2010). Nesse sentido, a pesquisa tem como objetivo determinar as potenciais áreas de ocorrência de tartarugas marinhas e macroalgas no litoral de Ipojuca, visando inferir áreas de alimentação desses animais e detectar os principais impactos antropogênicos que as atingem.

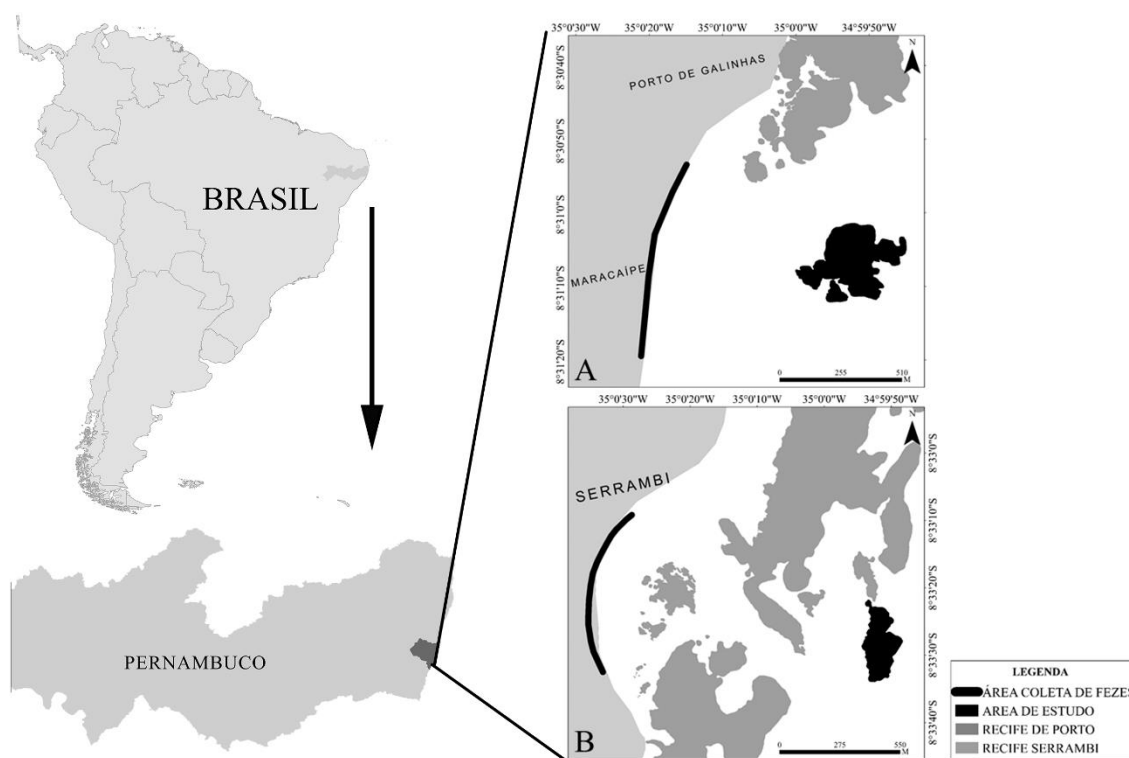
6.3 METODOLOGIA

6.3.1 ÁREA DE ESTUDO

A partir dos resultados etnoecológicos acerca da distribuição das tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca (ver Capítulo 1) que apresenta aproximadamente 30 km de extensão e dez praias contendo diferentes ecossistemas costeiros: restingas, estuários, várzeas fluviais e recifes areníticos (LABOREL-DEGUEN et al., 2019). Suas praias apresentam morfologias distintas podendo ser mais abrigadas - por formações recifais - ou expostas a ação de ondas, com formato de baía, e com diferentes níveis de urbanização (MALLMANN et al., 2014).

As duas áreas mais citadas pelos entrevistados foram, então, selecionadas para a execução da pesquisa: os recifes da Baixa Sul e Baixa do Mamão, nas praias de Porto de Galinhas (PG) e Serrambi (SE), respectivamente. No extremo sul da bancada recifal de PG, encontra-se a Baixa Sul, que é formado por duas porções (uma maior e outra menor, a sudoeste), que apresenta formato irregular com várias reentrâncias (Figura 8, A). Este recife fica permanentemente submerso e seu topo está a aproximadamente 12 metros de profundidade, em regiões mais fundas, e a 6 metros nas mais rasas, que corresponde ao meio do recife. Seu comprimento e largura máximos são de 319 m e 468 m, respectivamente, totalizando 82.240 m² de área.

FIGURA 8. Mapa da área de estudo para a coleta de fezes de tartarugas nos recifes e na praia de Porto de Galinhas (PG) e Serrambi (SE), Ipojuca, Pernambuco. **A.** Litoral entre a praia de Porto de Galinhas e Maracaípe (traçado) e no Recife da Baixa Sul (SE) (polígono preto); **B.** Praia de Enseadinha (SE) (traçado) e no Recife da Baixa do Mamão (PG) (polígono preto).



Fonte: O autor, 2021

Em Serrambi, o recife conhecido como Baixa do Mamão, é formado por um bloco arenítico, ligeiramente retangular alongado e mais estreito, com contorno irregular e reentrância em sua borda (Figura 8, B). Está localizado no final de um canal constituído por dois recifes defronte à praia de Enseadinha de Serrambi, a 9 metros de profundidade, sempre submerso. Seu comprimento e largura são de 365 e 191 m, respectivamente, com 52.951 m² de área.

6.3.2 COLETA DE DADOS

Para alcançar tais objetivos foi necessário: 1) Identificar e mapear a distribuição das espécies de macroalgas existentes nas potenciais áreas de forrageio; 2) Categorizar os itens encontrados no conteúdo de fezes dispostas na linha de praia e na superfície da água na área de estudo; 3) Correlacionar os registros de ocorrência das espécies de macroalgas na área de estudo com a distribuição das tartarugas avistadas.

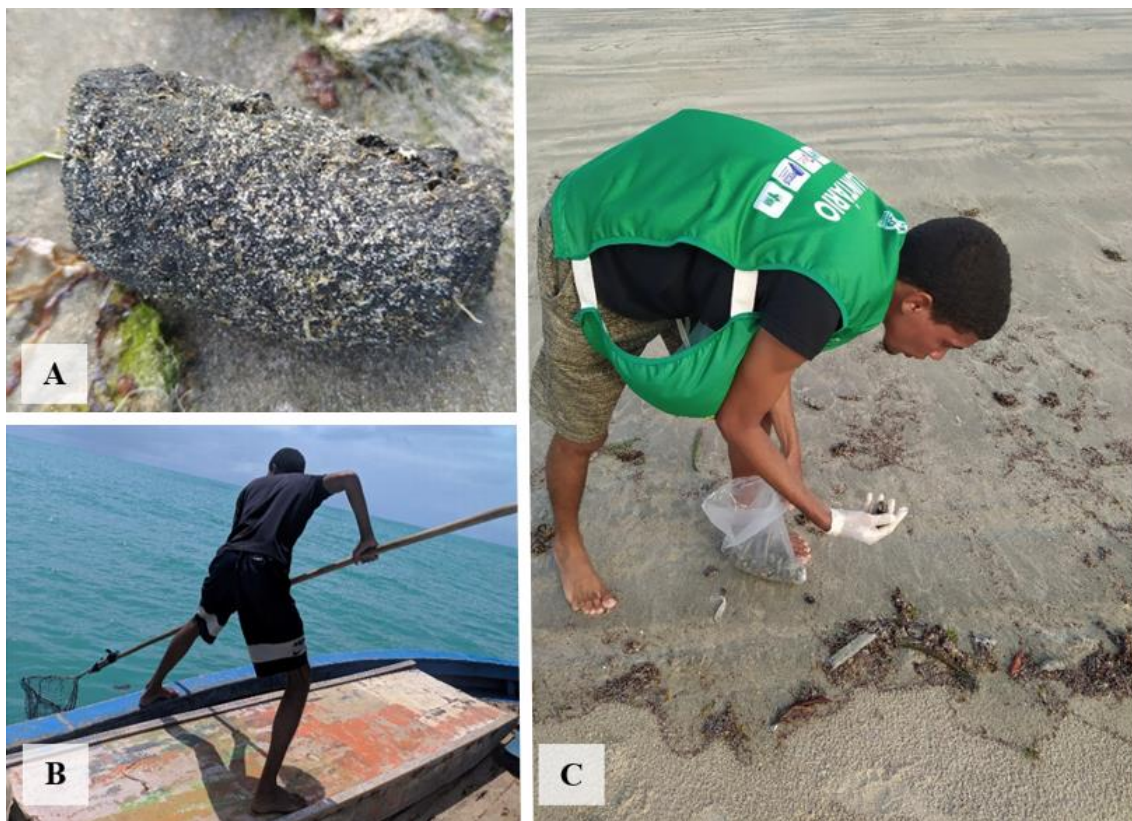
6.3.2.1 AMOSTRAGEM FECAL

Foram realizadas buscas intensivas por amostras de bolos fecais tanto durante o monitoramento náutico nos recifes, quanto nas praias que ficam em frente a eles, sendo consideradas quatro áreas: 1). Praia de Enseadinha, em Serrambi, 2). Região praial entre Porto de Galinhas e Maracaípe, 3). Recifes da Baixa Sul (Porto de Galinhas) e 4). Recife da Baixa do Mamão (Serrambi) (Figura 9). As expedições foram realizadas em dias diferentes durante os meses de janeiro a agosto de 2020, totalizando 23 amostras.

As investigações intensivas por amostras de fezes de tartarugas foram feitas de dois modos: na areia da praia e na superfície da água, embarcado. No esforço para se encontrar bolos fecais de tartarugas arribados para as praias, percorreu-se a pé 800 m de distância durante as marés baixas. As coletas, feitas com luvas, foram realizadas pelos participantes da ONG Ecoassociados, simultaneamente ao período de monitoramento dos ninhos das tartarugas, e pelos pesquisadores do Grupo de Ictiologia Marinha Tropical (IMAT), logo após o monitoramento náutico nos recifes. Quando a equipe estava embarcada, as buscas se davam por amostras de fezes que ficavam à deriva, em cima da região correspondente aos recifes estudados, na superfície da água. As coletas eram feitas com uma rede de pulsar, presa a uma vara de 6 metros e, quando distantes, utilizava-se mergulhos livres para alcançá-las (Figura 9).

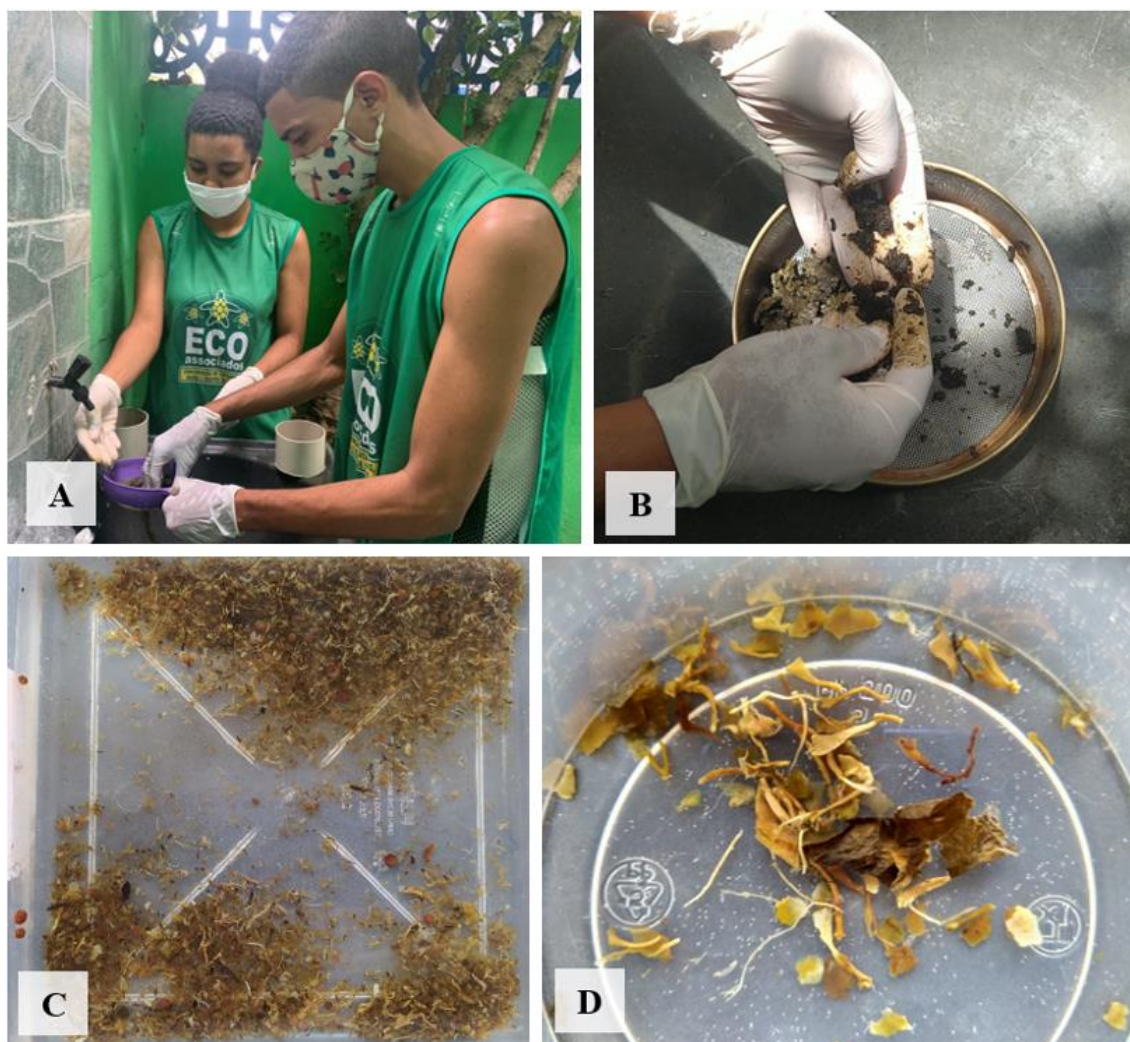
As fezes coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos lacrados e, na sede da Ecoassociados, congeladas e armazenadas no *freezer*, a -10°C. Com o uso de uma balança de precisão, as amostras de fezes frescas foram pesadas por dia de coleta, antes de serem armazenadas, e depois, coadas em duas peneiras de malhas 1,18 mm e 300 µm, para separar os fragmentos dos itens fecais a serem identificados. Posteriormente, esses fragmentos foram triados (Figura 10), devidamente etiquetados e preservados em potes de vidro contendo álcool - formaldeído - ácido acético (AFA).

Figura 9. Método de coleta de fezes de tartarugas marinhas, no litoral sul de Pernambuco. **A.** Bolo fecal encontrado na praia de Enseadinha de Serrambi (SE). **B.** Método de coleta de fezes no barco, durante as expedições para os recifes da Baixa Sul (Porto de Galinhas) e Baixa do Mamão (SE). **C.** Método de busca intensiva embarcado.



Os itens fecais identificados foram classificados em quatro categorias: Macroalgas, animais, fanerógamas e resíduos antropogênicos. As espécies de macroalgas e de gramas marinhas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, usando-se microscópios estereoscópicos e ópticos, literaturas e chaves científicas específicas para os grupos presentes na região. Alguns itens permaneceram sem identificação por estarem muito fragmentados, devido aos processos finais de digestão, sendo considerados como “resíduos vegetais” para compor os valores totais do peso. Devido ao estado de decomposição e/ou ao pequeno tamanho de partes dos animais, eles foram colocados apenas ao nível de Filo.

Figura 10. Método de triagem das fezes de tartarugas marinhas, realizado na sede da ECO associados, Porto de Galinhas (PE). **A.** Diluição das fezes em água corrente utilizando-se peneiras com malhas de 1,18 mm e 300 μ m; **B.** Maceração do material; **C.** Conteúdos fecais selecionados; **D.** Algas limpas e separadas para identificação.



Os “resíduos antropogênicos” foram subdivididos seguindo Do Sul et al. (2011); Carman et al. (2014) e Bressan et al. (2020), e adotando as seguintes categorias: Náilon, plástico flexível, plástico rígido, tecido, borracha e corda. Essas categorias foram subdivididas pelo tipo de item amostrado (Tabela 3). Cada categoria foi discriminada de acordo com o tamanho, peso, cor e origem. Posteriormente, cada táxon identificado foi pesado separadamente para analisar a abundância relativa da amostra fecal.

Tabela 3. Categorias dos itens encontrados e exemplos dos possíveis fragmentos que foram encontrados nas amostras fecais de tartarugas marinhas das praias de Ipojuca, Pernambuco.

Categorias	Exemplos de fragmentos
Borracha	Borracha de qualquer origem Balões de festa
Corda	Cordas de fibras e polipropileno
Plástico flexível	Sacolas de supermercado Balas (embalagens) Canudos Copo descartável Fritilhos
Plástico Rígido	Embalagens rígidas Tampas Brinquedos
Náilon	Redes de pesca Cordas Linhas de pesca
Tecido	Roupa ou de outro tipo de pano

6.3.2.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE MACROALGAS

Um levantamento bibliográfico foi realizado para elaborar uma lista de espécies de macroalgas marinhas da região dos recifes de Porto de Galinhas e Serrambi, utilizando-se como critérios publicações de cunho taxonômico ou que apresentassem listas de espécies, com amostragens em algum dos dois recifes em foco.

A procura dos dados publicados deu-se a partir de uma busca em sites como *Google Scholar* e *Pubmed*, usando-se palavras-chave em português e em inglês, como “macroalgas”, “Rhodophyta”, “Chlorophyta”, “Ochrophyta”, “Ipojuca”, “Porto de Galinhas”, “Serrambi” e combinações entre elas, usando as ferramentas por tempo, obtendo todas as publicações para a região. Além de artigos, dissertações e teses, também foi utilizado o livro impresso de Pereira et al. (2002). Todas as espécies e os gêneros encontrados foram classificadas e seus nomes atualizadas seguindo Wynne et al. (2017).

O levantamento bibliográfico revelou 19 publicações referentes a macroalgas marinhas bentônicas nos recifes estudados na presente pesquisa. As publicações analisadas para Porto de Galinhas foram as seguintes: Fujii et al. (2001); Pereira et al. (2002); Bandeira-Pedrosa et al. (2004); Barata (2008); Brayner et al. (2008); Alves (2015); Jamas (2015); e para Serrambi: Pereira e Accioly (1998); Pereira et al. (2002); Bandeira-Pedrosa et al. (2004);

Barata (2008); Brayner et al. (2008); Rocha et al. (2013); Farias (2015); Ximenes (2015); Silva (2016); Santos (2017); Geyer (2018); Dos Santos (2020).

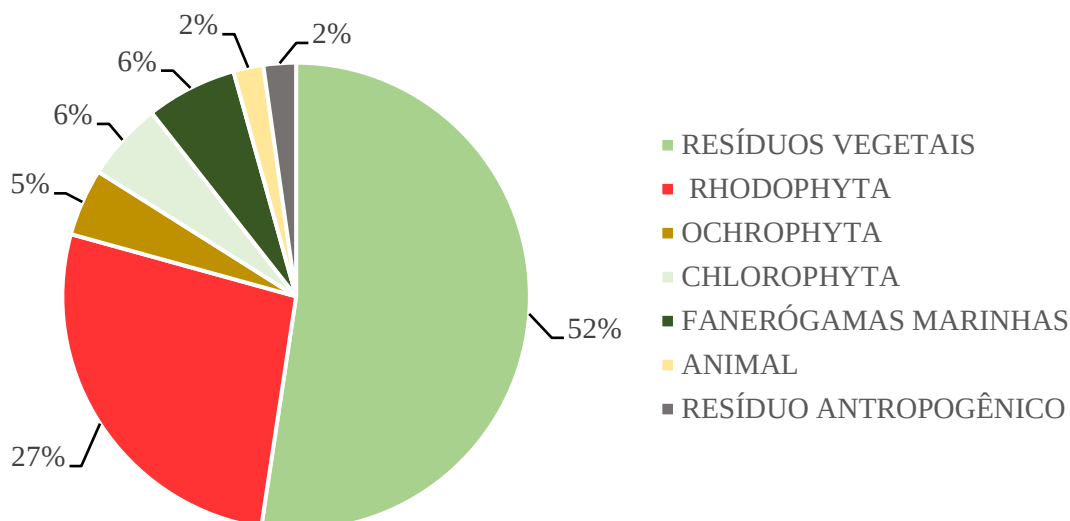
O levantamento mostrou a ocorrência de 130 táxons, distribuídos nos 3 filos, 16 ordens, 39 famílias e 70 gêneros (Anexo F), que auxiliou na identificação das espécies de algas encontradas nas fezes. A maior representatividade pertence ao filo Rhodophyta, com 66 espécies, enquanto Chlorophyta e Ochrophyta apresentaram 45 e 19 espécies, respectivamente. Foram identificados representantes de 8 ordens de Rhodophyta, 5 de Chlorophyta e 3 de Ochrophyta. As famílias que apresentaram um maior número de representantes foram Rhodomelaceae (Rhodophyta), Dictyotaceae (Phaeophyta) e Caulerpaceae (Chlorophyta), com 17, 15 e 10 espécies, respectivamente. Comparando-se as duas áreas de estudos, verifica-se que o número de espécies de Serrambi apresentou maior riqueza em relação ao de Porto de Galinhas, com 129 e 33 táxons, respectivamente, sendo 29 espécies comuns a ambas as áreas (Anexo F).

6.4 RESULTADOS

Ao total foram realizadas 50 expedições para busca intensiva por bolos fecais de tartarugas marinhas, sendo 38 nas areias das praias de Enseadinha de Serrambi (n=19) e no trecho entre Maracaípe e Porto de Galinhas (n=19); e 12 na superfície das águas sobre os recifes da Baixa do Mamão (n=6) e Baixa Sul (n=6). Deste total, em apenas 23 expedições foram encontradas amostras fecais: 18 na praia de Enseadinha (SE), 4 no recife da Baixa do Mamão, uma no trecho Porto de Galinhas e Maracaípe e nenhuma do recife da Baixa Sul (PG).

Cerca de 15 kg de bolos fecais foram obtidos e resultaram em quase 2 kg de conteúdos que puderam ser aproveitados para a análise dos itens alimentares. Cada bolo fecal apresentou em média 7 cm de comprimento, 4 cm de diâmetro e pesavam em média 9,5 gramas. A praia de Enseadinha representou quase a totalidade do material analisado (98%) sendo, portanto, o local com maior abundância e frequência de amostras (1,9 kg). No trecho entre Porto de Galinhas e Maracaípe e nas águas da Baixa do Mamão foram analisados 30 g e 12,5 g de fezes, respectivamente. Dentre os conteúdos totais, houve a predominância de vegetais, divididos em macroalgas marinhas, fanerógamas marinhas e resíduos vegetais, seguido de animais e resíduos antropogênicos (Figura 11).

Figura 11. Abundâncias relativas das categorias alimentares encontradas nos conteúdos fecais (n=1.901,7 kg) das tartarugas marinhas, da Baixa do Mamão, praias de Enseadinha em Serrambi e Porto de Galinhas, Ipojuca (PE).



Fonte: O autor, 2021

As macroalgas formaram a categoria mais abundante e frequente, presentes em todas as amostras, e representadas pelos três filos existentes na área de estudo: 100% de ocorrência de Rhodophyta e também de Ochrophyta e 91% de Chlorophyta. Foram identificados 28 táxons de algas, 23 a nível específico e 6 até gênero. Os itens mais diversos nos conteúdos foram de algas vermelhas, com 13 táxons, destacando-se as espécies *Cryptonemia crenulata* e *Gracilaria* sp., as únicas com presença em todas as coletas (Tabela 4). Os demais grupos de algas apresentaram índices de frequências menores, contudo as espécies *Lobophora variegata* e *Bryopsis pennata* foram as algas parda e verde, respectivamente, mais bem representadas dentro das 23 amostragens. Não houve diferença na diversidade de espécies entre as áreas estudadas, a exceção de *Palisada flagellifera*, que só foi encontrada na Baixa do Mamão.

Tabela 4. Itens registrados nos conteúdos fecais das tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca, Pernambuco, com seus respectivos números de expedições por coleta por táxon (N), peso total em grama (g), número total de expedições com coletas para cada área (n). Itens ordenados do maior para o menor em número de expedições com coleta para cada táxon.

CATEGORIAS / TÁXONS	ENSEADINHA (n=18)		BAIXA DO MAMÃO (n=4)		PORTO DE GALINHAS (n=1)		TOTAL GERAL (n=23)	
	N	Peso (g)	N	Peso (g)	N	Peso (g)	N	Peso (g)
OCHROPHYTA								
<i>Lobophora variegata</i>	16	40.9	4	2.2	1	0.1	21	43.2
<i>Dictyopteris delicatula</i>	11	3.5	0	0	0	0	11	3.5
<i>Sargassum vulgare</i>	9	34.4	0	0	0	0	9	34.4
<i>Dictyota dichotoma</i>	6	4.2	0	0	0	0	6	4.2
<i>Rosenvingeia sanctae-crucis</i>	2	1.8	0	0	0	0	2	1.8
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	2	0.2	0	0	0	0	2	0.2
<i>Dictyota ciliolata</i>	1	1.2	0	0	0	0	1	1.2
<i>Padina</i> sp.	1	0.1	0	0	0	0	1	0.1
TOTAL ESPÉCIES = 8	-	86.3	-	2.2	-	0.1	-	88.6
RODOPHYTA								
<i>Cryptonemia crenulata</i>	18	143.9	4	2.5	1	4	23	150.4
<i>Gracilaria</i> sp.	18	151.2	4	5.4	1	3.8	23	160.4
<i>Cryptonemia lomation</i>	14	110.2	3	6.3	0	0	17	116.5
<i>Pterocladia</i> sp.	12	22.7	1	0.3	0	0	13	23
<i>Gelidiella acerosa</i>	7	42.1	1	0.4	0	0	8	42.5
<i>Hypnea musciformis</i>	6	4.5	0	0	0	0	6	4.5
<i>Gelidium</i> sp.	5	7	2	1.5	0	0	7	8.5
<i>Digenea simplex</i>	2	0.7	0	0	0	0	2	0.7
<i>Hypnea spinella</i>	2	2.3	0	0	0	0	2	2.3
<i>Ceratodictyon planicaule</i>	1	0.9	2	0.5	0	0	3	1.4
<i>Acanthophora spicifera</i>	1	0.4	0	0	0	0	1	0.4
<i>Chondracanthus</i> sp.	1	0.1	0	0	0	0	1	0.1
<i>Palisada flagellifera</i>	0	0	1	0.9	0	0	1	0.9
TOTAL ESPÉCIES = 13	-	486	-	17.8	-	7.8	-	511.6
CHLOROPHYTA								
<i>Bryopsis pennata</i>	13	87.1	2	0.2	1	0.1	16	87.4
<i>Udotea</i> sp.	9	3.6	0	0	0	0	9	3.6
<i>Caulerpa racemosa</i>	6	2	0	0	0	0	6	2
<i>Caulerpa prolifera</i>	2	8.4	0	0	0	0	2	8.4
<i>Anadyomene stellata</i>	2	1.3	1	0.5	0	0	3	1.8
<i>Caulerpa microphysa</i>	1	0.1	0	0	0	0	1	0.1
<i>Caulerpa verticillata</i>	1	0.2	0	0	0	0	1	0.2
TOTAL ESPÉCIES = 7	-	102.7	-	0.7	-	0.1	-	103.5
FANERÓGAMAS MARINHAS								
<i>Halodule wrightii</i> Ascherson	17	115	3	2.3	1	0.1	21	117.4
<i>Halophila decipiens</i> Ostenfeld	6	2.1	0	0	0	0	6	2.1
TOTAL ESPÉCIES = 2	-	117.1	-	2.3	-	0.1	-	119.5
RESÍDUOS VEGETAIS	18	986.1	4	5.8	1	4.4	23	996.3

ANIMALIA							
Ascidiacea	8	3.9	1	0.1	0	0	9 4
Molusca	8	3.1	0	0	0	0	8 3.1
Porifera	7	13.9	0	0	0	0	7 13.9
Scleractinia	2	0.8	0	0	0	0	2 0.8
Animal N.I.	18	17.2	2	0.4	0	0	20 17.6
TOTAL TÁXONS = 4	-	38.9	-	0.5	-	0	- 39.4
RESÍDUOS ANTROPOGÊNICOS							
Náilon	12	8.5	0	0	0	0	12 8.5
Plástico	12	10.3	1	0.1	0	0	13 10.4
Plástico rígido	8	1.9	0	0	0	0	8 1.9
Tecido	6	1.2	0	0	0	0	6 1.2
Petróleo	3	20.3	0	0	0	0	3 20.3
Borracha	2	0.3	1	0.1	0	0	3 0.4
Cordeiro	1	0.1	0	0	0	0	1 0.1
TOTAL CATEGORIAS = 7	-	42.6	-	0.2	-	0	- 42.8
TOTAL GERAL	-	1859.7	-	29.5	-	12.5	- 1901.7

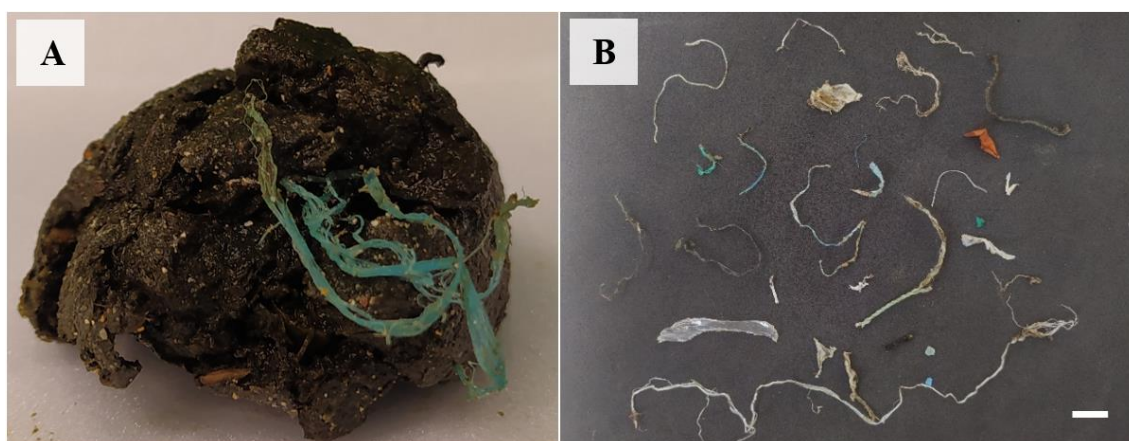
A biomassa vegetal (macroalgas, fanerógamas e resíduos vegetais) somou 1.819,5 g, equivalente a 96% do conteúdo alimentar analisado, com predominância de macroalgas e fanerógamas menos abundante. As espécies das angiospermas *Halodule wrightii* e *Halophila decipiens*, foi a segunda subcategoria mais abundante, apresentando diferença entre as áreas coletadas, sendo *H. wrightii* a mais frequente em todos os locais, enquanto a segunda ocorreu apenas em amostras da praia de Enseadinha.

Dentre os itens animais, foram encontrados representantes dos invertebrados como: Mollusca, Porifera e Scleractinia e, dentre os Chordata, Ascidiacea. Não foram identificados os invertebrados gelatinosos e algumas larvas de coloração escura. Os animais estiveram presentes em aproximadamente 87% de todas as coletas, mas a sua abundância foi pouco significativa, considerando-se as macroalgas. O grupo das esponjas apresentou maiores valores de peso, com aproximadamente 14 g, mas a frequência de ocorrência foi baixa (7 coletas). Em seguida estão as acídias, com pequenos fragmentos distribuídos em 9 coletas (4 g). Os moluscos apresentaram-se em fragmentos de conchas de bivalves e gastrópodes, com aproximadamente 3 g em 8 coletas. Os corais estiveram em apenas dois fragmentos, em 2 coletas distintas da praia de Enseadinha de Serrambi (Tabela 6). Houve diferença quanto ao local de ocorrência dos itens animais; na Praia de Enseadinha ocorreram em todas as coletas, no Recife da Baixa do Mamão esteve presente em metade, enquanto na Praia de Porto de

Galinhass não foi encontrado nenhum fragmento. O grupo das acídias foi o único encontrado em duas regiões, na Praia de Enseadinha e na Baixa do Mamão.

Os resíduos antropogênicos foram encontrados em 16 das 23 coletas fecais analisadas, somando 225 amostras de resíduos, com média de 14 partículas (min-max: 1-55) por coleta da categoria (Figura 12). O peso desse material foi pequeno (42,8 g), quando se o peso total de fezes de tartaruga analisado (2 Kg).

Figura 12. Resíduos antropogênicos encontrados em amostras fecais de tartarugas nas praias de Ipojuca, Pernambuco. **A.** Bolo fecal contendo item inorgânico da categoria *náilon*; **B.** Total de 14 g e 28 itens de resíduos encontrados em 265 g de conteúdo alimentar encontrado nas fezes de tartarugas escala 1 cm.



A categoria de resíduos antropogênicos apresentou itens de origem distintos, tais como: fragmento de rede de pesca, tampa de garrafa, sacola plástica, balão de festa, corda de polipropileno, elástico de tecido, elástico de extensor, fibra siliconada, copo e fitilho (Tabela 5). Os fragmentos mais frequentes foram sacolas plásticas com 67 itens, rede de pesca com 53, corda com 28 e detritos não identificados (N.I.) com 47. Fragmentos muito pequenos não foram identificados (N.I.).

Tabela 5. Número total de detritos de origem antropogênica encontrados nas fezes de tartarugas marinhas no litoral de Ipojuca (PE).

Subcategorias	Nº
Sacola plástica	67
Rede de pesca	53
Não identificados	47
Corda	28
Copo descartável	5
Elástico de tecido	5
Fibra siliconada	4
Fitilho	4
Balão de festa	3
Espuma sintética	3
Linha de pesca	3
Corda de polipropileno	1
Elástico de extensor	1
Tampa de garrafa	1
TOTAL	225

Dentre as seis subcategorias de resíduos antropogênicos aqui adotadas, plástico foi o mais representativo, com 104 fragmentos, seguido do *náilon* (85), enquanto os demais apresentaram valores abaixo de 20 fragmentos. Os comprimentos dos fragmentos variaram entre 0,1 cm e 47,3 cm, e apresentaram diferentes cores: transparentes, brancos, azuis, verde, vermelho, amarelo, marrom, rosa, laranja e preto. Os dados mostram que houve maior quantidade de resíduos coloridos, seguido pelos brancos e transparentes (Tabela 6).

Tabela 6. Número total de fragmentos de resíduos antropogênicos - por categorias (N) e frequência relativa (FR) dos resíduos em relação a categoria (cor, tamanho e origem) do total de 225 fragmentos - encontrados nas amostras de fezes das tartarugas marinhas das praias do litoral de Ipojuca, Pernambuco.

Categorias	Cor	Tamanho (cm)	Origem	N	FR (%)
Náilon	Branco	0.1 - 10.9	Rede de pesca	1	0.4
			Corda	1	0.4
			Linha de pesca	2	0.9
		11 - 20.9	Linha de pesca	1	0.4
	Transparente	0.1 - 10.9	Rede de pesca	22	9.8
		11 - 20.9		7	3.1
		21 - 20.9		1	0.4
		41- 50.9		1	0.4
	Preto	0.1 - 10.9	Rede de pesca	1	0.4
	Azul	0.1 - 10.9	Rede de pesca	14	6.2
			Corda	24	10.7
			N.I.	1	0.4
		11 - 20.9	Corda	2	0.9
		21 - 30.9	Corda	1	0.4
	Verde	0.1 - 10.9	Rede de pesca	6	2.7
	TOTAL			85	37.8
Plástico flexível	Branco	0.1 - 10.9	Sacola plástica	42	18.7
			Copo descartável	5	2.2
			N.I.	8	3.6
		11 - 20.9	Sacola plástica	3	1.3
	Transparente	0.1 - 10.9	Sacola plástica	5	2.2
			N.I.	1	0.4
	Preto	0.1 - 10.9	Sacola plástica	6	2.7
			Fitolho	1	0.4
			N.I.	12	5.3
		11 - 20.9	N.I.	2	0.9
	Azul	0.1 - 10.9	Sacola plástica	3	1.3
			N.I.	1	0.4
	Amarelo	11 - 20.9	Fitolho	3	1.3
	Verde	0.1 - 10.9	Sacola plástica	6	2.7
			N.I.	3	1.3
	Marrom	0.1 - 10.9	Sacola plástica	1	0.4
	Vermelho	0.1 - 10.9	Sacola plástica	1	0.4
			N.I.	1	0.4
	TOTAL			104	46.2
Plástico rígido	Branco	0.1 - 10.9	N.I.	5	2.2
	Transparente	0.1 - 10.9	Tampa de garrafa	1	0.4
	Preto	0.1 - 10.9	N.I.	4	1.8
	Azul	0.1 - 10.9	N.I.	5	2.2
	Verde	0.1 - 10.9	N.I.	4	1.8

	TOTAL			19	8.4
Corda	Verde	0.1 - 10.9	Corda de polipropileno	1	0.4
	TOTAL			1	0.4
Borracha	Laranja	0.1 - 10.9	Balão de festa	3	1.3
	Preto	0.1 - 10.9	Elástico de extensor	1	0.4
	TOTAL			4	1.8
Tecido	Branco	0.1 - 10.9	Fibra siliconada	2	0.9
			Elástico de tecido	3	1.3
			Espuma sintética	2	0.9
	Azul	0.1 - 10.9	Elástico de tecido	1	0.4
	Marrom	0.1 - 10.9	Espuma sintética	1	0.4
	Rosa	0.1 - 10.9	Fibra siliconada	1	0.4
			Elástico de tecido	1	0.4
	Vermelho	0.1 - 10.9	Fibra siliconada	1	0.4
	TOTAL			12	5.3
TOTAL GERAL				225	100

Obs.: fragmentos não identificados (N.I.)

Durante o processo de triagem foram encontradas partículas de petróleo que estavam presentes em três dias de coletas e ocorreram em dias consecutivos: 19, 20 e 21 fevereiro de 2020, e juntas somaram 20 g, estando a mancha de óleo mais pesada (12 g) na amostra do dia 19. O óleo foi encontrado no centro dos bolos fecais, envolto ao conteúdo alimentar composto principalmente por algas, e tinham diversos tamanhos, que variaram entre 0,1 cm e 3 cm. Os resultados e discussões sobre o impacto do petróleo no litoral de Ipojuca nas tartarugas marinhas foram abordados no capítulo 3 (Da Silva et al., 2020 – manuscrito submetido).

6.5 DISCUSSÃO

O padrão de tartarugas marinhas registradas por sítios amostrados no litoral sul de Pernambuco (ver Capítulo 1) foi diretamente proporcional a quantidade de fezes encontrada por área. De acordo com Palaniappan e Haziq Harith (2017), esses animais, principalmente durante sua fase juvenil, são fiéis a seus habitats de forrageio e migram após completar sua maturação. As fezes coletadas no entorno dos recifes e praias de Porto de Galinhas e Serrambi (PE), de janeiro até agosto de 2020, indicam a fidelidade destes animais a estas áreas. Di Bello et al. (2006) comprovaram que um indivíduo adulto pode levar oito dias para completar parte do seu processo de digestão, sugerindo que, no caso da presente pesquisa, os bolos fecais coletados devam ser das tartarugas avistadas nessa costa.

A predominância de conteúdos vegetais (96%), encontrada nas fezes de tartarugas marinhas, confirma também a herbívora como o padrão alimentar nos indivíduos que usam a

região estudada. Esta preferência é comum para *Chelonia mydas*, espécie com mais os dados de avistagens para Porto de Galinhas e Serrambi, sugerindo que esses indivíduos estão usando as bancadas recifais para se alimentar. As espécies vegetais encontradas nas fezes das tartarugas foram similares às aquelas registradas em levantamentos ficológicos realizados para o litoral sul de Pernambuco, principalmente no que se refere as rodofíceas. Estas são algas palatáveis para as tartarugas-verdes (*C. mydas*), cuja dominância em análises estomacais é conhecida como principal item alimentar (ARTHUR; BALAZS, 2008; SANTOS et al., 2011; 2015b; SEMINOFF et al., 2002a).

Deste modo, a análise do conteúdo fecal mostrou uma maior incidência de determinadas espécies de macroalgas: *Gelidiell acerosa*, *Pterocladia* sp., *Hypnea* sp., *Cryptonemia crenulata*, *Gracilaria* sp. e *Cryptonemia lomation*, também consideradas as espécies mais abundantes em recifes costeiros. O mesmo padrão foi encontrado por Rodrigues et al. (2019) em conteúdos estomacais de *C. mydas* na região e relatadas como preferenciais na dieta de tartarugas verdes em outros locais (LÓPEZ-MENDILAHARSU et al., 2005; FUENTES et al., 2006; ARTHUR; BALAZS, 2008; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011).

Segundo Oliveira Filho (1977), a ordem Dycotiales (Ochrophyta) contribui com quase 50% da biomassa de algas pardas no Nordeste brasileiro, corroborando com os valores de abundância e frequência das espécies de macroalgas encontradas no conteúdo fecal das tartarugas marinhas do litoral sul de Pernambuco. O fato do grupo das Chlorophyta ter a mais baixa representatividade neste estudo, pode estar relacionado à profundidade maior onde vivem. Os bancos de forrageiros da Baixa Sul (PG) e do Mamão (SE) situam-se a uma profundidade média de 10 a 15 metros, e este grupo de macroalgas são mais abundantes em águas rasas, onde há uma alta penetração de luz solar (RAVEN et al. 2016). Por outro lado, as algas vermelhas e pardas conseguem viver a maiores profundidades, pois são capazes de absorver as radiações verdes (BAPTISTA, 1977).

Outro grupo bastante abundante registrado no conteúdo fecal das tartarugas foi o das fanerógamas marinhas, com duas espécies *Halodule wrightii* e *Halophila decipiens*, comuns para a praia de Serrambi (ALVES et al., 2013), o que fortalece as evidências de ser uma área de alimentação. Estudos apontam que as tartarugas verdes têm uma preferência significativa pelas gramas marinhas (ARAGONES et al. 2006; LAL et al. 2010; CHRISTIANEN et al. 2012) e sua distribuição de alimentação está atrelada a áreas de ocorrência dessa fanerógama. Parte do material vegetal contido nas fezes encontrava-se bastante digerido, mesmo assim foi possível identificar as espécies de algumas algas, quando existia fragmentos de talos inteiros,

principalmente de *Sargassum vulgare*, *Cryptonemia crenulata*, *Cryptonemia lomation*, *Pterocladia* sp., *Gelidiella acerosa*, *Gelidium* sp., *Bryopsis pennata*, *Caulerpa racemosa*, e, para as fanerógamas marinhas, as folhas e estolões de *H. wrightii* e *H. decipiens* foram essenciais para sua identificação.

Considerando a preferência alimentar encontrada neste estudo e o maior número de avistagens de tartarugas-verde (ver Capítulo 1), é provável que estas espécies de macroalgas encontradas, façam parte de sua dieta. Esta tartaruga apresenta características no sistema digestório que a possibilita ser herbívora: uma fermentação intestinal bastante ativa, um comprimento médio do intestino grosso maior que o delgado e maior área de contato com o padrão de pregas e vilosidades variando ao longo da mucosa intestinal, além de outras adaptações que lhe servem para digerir celulose e fibras (BJORNDAL, 1978; 1980; 1985; MAGALHÃES et al., 2010).

Dentre os itens alimentares analisados, a frequência de invertebrados marinhos pode ser considerada a menor, seguido dos resíduos antropogênicos. A ingestão desses animais é comum principalmente para a tartaruga-de-pente (MÉNDEZ-SALGADO et al., 2020), corroborando com o menor número de avistagem da espécie em Ipojuca. Entretanto, o consumo de material animal pode ocorrer de forma esporádica por indivíduos da espécie mais comum na região, *C. mydas*, com a ingestão de organismos que estão aderidos as algas e ou em fanerógamas marinhas (NAKASHIMA, 2008). Outros fatores que podem levar ao consumo de animais é a obtenção de vitaminas e de minerais extras (HIRTH, 1980; BJORNDAL, 1997; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011), além da ingestão ocasional devido a abundância destes organismos no ambiente (SEMINOFF et al., 2002a; BARROS et al., 2007). Nos habitats bentônicos dos recifes de Porto de Galinhas e Serrambi, a cobertura animal é formada principalmente por zoantídeos, hidrozoários, acídias, e colônias de corais (MELO; AMARAL, 2005; LIMA, 2016). Outros estudos com conteúdo alimentar de tartarugas-verdes mostraram que animais em pequenas frequências fazem parte da sua dieta (GARNETT et al., 1985; SEMINOFF et al., 2002a; BARROS et al., 2007; NAKASHIMA, 2008; GUEBERT, 2008; NAGAOKA, 2010; REISSER et al., 2013; CARMAN et al., 2014).

Diversos autores descrevem que é frequente a ingestão de resíduos sólidos de origem antropogênica por tartarugas marinhas, especialmente pelas tartarugas-verde (WITZELL, 1994; BJORNDAL et al., 1994; BUGONI et al., 2001; MASCARENHAS et al., 2004; BRESSAN et al., 2020). O consumo por este tipo de material, principalmente plástico (46%) e náilon (39%), é favorecido por seu hábito alimentar herbívoro e a forma que captura. Por

sua área de forrageio ser bentônico, e por apresentar nadadeiras em formatos de remo, não há uma seleção ou manipulação do alimento na hora da ingestão (LUTZ et al., 2002), beneficiando o consumo acidental passivo, pois a retirada do alimento e suspensão na coluna d'água é realizada apenas por movimentos da cabeça das tartarugas (BALAZS, 1980; SAZIMA; SAZIMA, 1983).

Os bancos de macroalgas e fanerógamas marinhas formam sítios alimentares associados a áreas costeiras que estão suscetíveis à deposição de resíduos sólidos, onde se enroscam em seus talos e folhas (BRESSAN et al., 2020). Na região aqui estudada, Rodrigues et al. (2019) realizaram uma investigação relacionada a ecologia alimentar de tartarugas-verdes e encontraram resíduos antropogênicos dentro do trato gastrointestinal de espécimes mortos. No litoral de São Paulo, Bressan et al. (2020), encontraram os mesmos tipos de detritos antropogênicos da presente pesquisa, em todos os conteúdos gastrointestinais investigados. Em outros locais da costa brasileira, como na Paraíba (MASCARENHAS et al., 2004), Bahia (MACEDO et al., 2011), Rio de Janeiro (AWABDI, 2013), resíduos antropogênicos foram registrados impactando as tartarugas. No leste do Mediterrâneo, Tomás et al. 2002, investigaram conteúdos estomacais de tartarugas-cabeçudas (*C. caretta*) e descobriram plásticos, petróleo, papel, isopor, madeira, junco, penas, anzóis, linhas e fragmentos de rede. O plástico é apontado como o principal resíduo ingerido pelas tartarugas (BJORNDAL et al., 1994; BUGONI et al., 2001; TOMÁS et al., 2002; ORÓS et al., 2005).

No trabalho realizado em Pernambuco, os resíduos de origem pesqueira ocuparam a segunda posição (39%), possivelmente por ser a área de estudo vizinha do porto de Suape, onde se encontra o maior tráfego de embarcações diárias do Estado (KOENING, 2002), onde há muito descarte de itens de origem pesqueira. Os animais que ingerem resíduos antropogênicos conseguem expelir parte do material fragmentado, sugerindo que eles se contaminaram, pois, a permanência de resíduos antropogênicos no sistema digestório pode causar doenças e até a morte do animal (LOPES et al., 2018; 2019).

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bancadas recifais do litoral sul de Pernambuco hospedam uma grande variedade de fauna e flora marinha que proporcionam habitats de alimentação e de repouso para adultos e juvenis de tartarugas-verde. Percebeu-se que houve uma relação direta entre os resultados dos itens alimentares no conteúdo fecal desses animais com as mesmas espécies de macroalgas

presentes nos locais, podendo-se inferir que populações de tartarugas marinhas usam estas regiões para se alimentar.

A análise dos itens alimentares das tartarugas demonstrou haver uma preferência por alguns tipos de macroalgas e gramas marinhas (*Lobophora variegata*, *Dictyopteris delicatula*, *Cryptonemia crenulata*, *Gracilaria* sp., *Cryptonemia lomatium*, *Bryopsis pennata* e *Halodule wrightii*). Destaca-se que este estudo é pioneiro para o litoral de Ipojuca e que os dados coletados demonstram que as tartarugas marinhas são fiéis a essas regiões que lhes servem de alimentação. Desta forma, esses resultados poderão ser utilizados como ferramentas para a gestão do município, considerando como área de alimentação de tartarugas, e que deve ser percebido como importante área de proteção.

6.7 REFERÊNCIAS

- ABREU-GROBOIS, A; PLOTKIN, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). *Lepidochelys olivacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2008. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>.
- ALVES, A. M. et al. **O gênero cladophora (chlorophyta) no litoral do brasil: estudos morfotaxonômico e molecular**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2015.
- ALVES, M. D. O. et al. Aerial survey of manatees, dolphins and sea turtles off northeastern Brazil: correlations with coastal features and human activities. **Biological Conservation**, v. 161, p. 91-100, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.015>
- ALVES, M. D. O. **Habitats da megafauna marinha na costa nordeste do Brasil, com ênfase em peixes-bois**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. 2013.
- ARAGONES, Lemnuel V. et al. Dugong grazing and turtle cropping: grazing optimization in tropical seagrass systems?. **Oecologia**, v. 149, n. 4, p. 635-647, 2006.
- ARTHUR, K. E.; BALAZS, G. H. A Comparison of Immature Green Turtle (*Chelonia mydas*) Diets among Seven Sites in the Main Hawaiian Islands1. **Pacific Science**, v. 62, n. 2, p. 205-217, 2008.
- AWABDI, D. R.; SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P. M. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes juvenis, *Chelonia mydas* (L. 1758), na costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 197-200, 2013.
- BAKER, G. B. et al. Albatrosses and petrels in Australia: a review of their conservation and management. **Emu-Austral Ornithology**, v. 102, n. 1, p. 71-97, 2002.
- BALAZS, George H. Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands. US Dep. Commer. **NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-7**, 1980.

- BANDEIRA-PEDROSA, M. E.; PEREIRA, S.; OLIVEIRA, E.; C. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, p. 363-377, 2004.
- BAPTISTA, L. R. M. Flora marinha de Torres. **Boletim do Instituto de Biociencias, Universidade do Rio Grande do Sul, Serie Botânica** 7, v. 37, p. 1-244, 1977.
- BARATA, D. **Taxonomia e filogenia do gênero Caulerpa JV Lamour.(Bryopsidales, Chlorophyta) no Brasil**. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. 2008.
- BARATA, P. C. R. et al. Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the Brazilian coast, 1969–2001. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 84, n. 6, p. 1233-1240, 2004.
- BARROS, J. A. et al. Análise da dieta de juvenis de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) no extremo sul do Brasil. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. SEB**. 2007.
- BAUDOUIN, M. et al. Identification of key marine areas for conservation based on satellite tracking of post-nesting migrating green turtles (*Chelonia mydas*). **Biological Conservation**, v. 184, p. 36-41, 2015.
- BELLINI, C. et al. Projeto de monitoramento de quelônios por telemetria satelital nas Bacias Sergipe/Alagoas e Ceara/Potiguar. In: BARBOSA, A. F. IBAMA. **Indústria de Pesquisa Sísmica: em busca do conhecimento e sustentabilidade através do licenciamento ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Mind Duet Comunicação e Marketing, 2019.
- BEZERRA, D. P.; BONDIOLI, A. C. V. Ingestão de resíduos inorgânicos por *Chelonia mydas* na área de alimentação do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia. **Proceedings of the V Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental, Sao Paulo, Brasil**, p. 51-54, 2011.
- BJORNDAL, K. A. et al. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. **The biology of sea turtles**, v. 1, 1997.
- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; LAGUEUX, C. J. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. **Marine pollution bulletin**, v. 28, n. 3, p. 154-158, 1994.
- BJORNDAL, Karen A. Cellulose digestion and volatile fatty acid production in the green turtle, *Chelonia mydas*. **Comparative Biochemistry and Physiology--Part A: Physiology**, v. 63, n. 1, p. 127-133, 1979.
- BJORNDAL, Karen A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, v. 56, n. 2, p. 147-154, 1980.
- BJORNDAL, Karen A. Nutritional ecology of sea turtles. **Copeia**, p. 736-751, 1985.
- BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. **The biology of sea turtles**, v. 2, p. 243-257, 2002. doi:10.1201/9781420040807.ch9
- BRAYNER, S.; PEREIRA, S. M. B.; BANDEIRA-PEDROSA, M. E. Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales-Chlorophyta) na costa de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 914-928, 2008.

- BRESSAN, M. J. et al. Green turtle (*Chelonia mydas*) feeding behavior characterization from dead specimens on Peruíbe beach mosaic Jureia-Itatins, South coast of São Paulo State, Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1855-1870, 2020.
- BUGONI, L. et al. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 42, n. 12, p. 1330-1334, 2001.
- CARMAN, V. G. et al. A jellyfish diet for the herbivorous green turtle *Chelonia mydas* in the temperate SW Atlantic. **Marine biology**, v. 161, n. 2, p. 339-349, 2014.
- CERIANI, S. A. et al. Inferring foraging areas of nesting loggerhead turtles using satellite telemetry and stable isotopes. **PloS one**, v. 7, n. 9, p. e45335, 2012.
- CHRISTIANEN, M. J. A. et al. Marine megaherbivore grazing may increase seagrass tolerance to high nutrient loads. **Journal of Ecology**, v. 100, n. 2, p. 546-560, 2012.
- COE, J. M.; ROGERS, Donald (Ed.). **Marine debris: sources, impacts, and solutions**. Springer Science & Business Media, 2012.
- COLMAN, L. P. et al. Diet of olive ridley sea turtles, *Lepidochelys olivacea*, in the waters of Sergipe, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 13, n. 2, p. 266-271, 2014.
- DA SILVA, A. C. C. D. et al. Satellite-tracking reveals multiple foraging strategies and threats for olive ridley turtles in Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, v. 443, p. 237-247, 2011.
- DA SILVA, T. F.; BRITTO, M. B.; SARTORI, L. P. Ingestão de material antropogênico por *Chelonia mydas* no litoral de Ubatuba, SP. V **JORNADA DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS DO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL (ASO)**, p. 58, 2011.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.
- DI BELLO, A. et al. Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 47, n. 4, p. 351-354, 2006.
- DI BENEDITTO, A. P. M.; DE MOURA, J. F.; SICILIANO, S. Feeding habits of the sea turtles *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea* in south-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 8, 2015.
- DO SUL, J. A. I. et al. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, n. 4, p. 814-823, 2011.
- DOS SANTOS, J. S. S. et al. Avaliação Sazonal dos Impactos da Urbanização Costeira sobre Comunidades de Macroalgas na Costa de Pernambuco, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 42905-42938, 2020.
- FARIAS, J. N. **Taxonomia, perfil químico e potencial biológico no complexo Laurencia (Ceramiales, Rhodophyta) do litoral da Paraíba e Pernambuco, Brasil**. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica. 2015.
- FUENTES, M. M. P. B.; LAWLER, I. R.; GYURIS, E. Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. **Wildlife Research**, v. 33, n. 8, p. 671-678, 2006.

- FUJII, M. T.; COCENTINO, A. L. M.; PEREIRA, S. *Ceramium nitens* (Ceramiales, Rhodophyta), an uncommon species from Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, p. 359-363, 2001.
- GARNETT, S. T.; PRICE, I. R.; SCOTT, F. J. The diet of the green turtle, *Chelonia Mydas* (L.), in Torres Strait. **Wildlife Research**, v. 12, n. 1, p. 103-112, 1985.
- GEYER, M. D. S. **Caracterização morfológica e molecular dos representantes da tribo Amansieae (Ceramiales, Rhodomelaceae) no Oceano Atlântico Tropical do Brasil**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco. 2018.
- GUEBERT, F. M. Ecologia alimentar e consumo de material inorgânico por tartarugas verdes, *Chelonia mydas*, no litoral do Estado do Paraná. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas- Zoologia), Paraná, Universidade Federal do Paraná**. 76p. 2008.
- GUEBERT-BARTHOLO, F. M. et al. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v. 13, n. 2, p. 131-143, 2011.
- HIRTH, H. F. Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles. **American Zoologist**, v. 20, n. 3, p. 507-523, 1980.
- HOFMEYER, G. J. G. et al. Entanglement of antarctic fur seals at Bouvetoya, Southern Ocean. **Marine pollution bulletin**, v. 52, n. 9, p. 1077-1080, 2006.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. 2020. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>
- JAMAS, M. **Diversidade de Gelidiales (Rhodophyta) no Brasil, com ênfase na região nordeste, com base em estudos morfológicos e DNA barcodes**. Tese de Doutorado. Masters Thesis, Instituto de Botânica. 2015.
- JAMES, M. C.; ANDREA OTTENSMEYER, C.; MYERS, R. A. Identification of high-use habitat and threats to leatherback sea turtles in northern waters: new directions for conservation. **Ecology letters**, v. 8, n. 2, p. 195-201, 2005.
- JARDIM, A.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; BARROS, F. Demography and foraging ecology of *Chelonia mydas* on tropical shallow reefs in Bahia, Brazil. **Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 6, p. 1295, 2016.
- KOENING, M. L. et al. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco-Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 407-420, 2002.
- LABOREL-DEGUEN, F. et al. Recifes Brasileiros: o legado de Laborel. Rio de Janeiro, Museu Nacional. Série Livros n. 64. 376 p. 2019.
- LAL, A. et al. Implications of conserving an ecosystem modifier: increasing green turtle (*Chelonia mydas*) densities substantially alters seagrass meadows. **Biological conservation**, v. 143, n. 11, p. 2730-2738, 2010.
- LEIS, M. O.; DOMIT, C.; ROSA, L.; LAMOUR, M. R. Monitoramento das variações espaço temporais em áreas de alimentação da tartaruga-verde *Chelonia mydas* no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR, Brasil. **Anais V Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental**. Florianópolis, Santa Catarina. 2011.

- LIMA, A. P. P. **Cobertura e sanidade de corais e zoantídeos (cnidaria, anthozoa) em recifes costeiros expostos a diferentes intensidades de uso turístico.** Tese de Doutorado - Departamento de biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.
- LIMPUS, C. J.; COUPER, P. J.; READ, M. A. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: Population structure in a warm temperature feeding area. **Memoirs of the Queensland Museum. Brisbane**, v. 35, n. 1, p. 139-154, 1994.
- LOPES, E. Q. et al. Análise do conteúdo alimentar de tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) mortas em encalhes na Costa de Peruíbe, litoral Sul de São Paulo. **Unisanta BioScience**, v. 7, n. 6, p. 77-98, 2018.
- LOPES, E. Q. et al. Morphological studies of the green-turtle's hyoid bone composition (*Chelonia mydas*) found in Peruíbe, Litoral Sul do Brasil, Mosaico de Unidades de Conservação-Jureia-Itatins. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)**, v. 6. 2019.
- LÓPEZ-MENDILAHARSU, M. et al. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahía Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 88, n. 3, p. 641-647, 2008.
- LÓPEZ-MENDILAHARSU, M. et al. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. **Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 259-269, 2005.
- LUTZ, P. L. et al (Ed.). **The biology of sea turtles, Volume II.** CRC press, 2002.
- MAGALHÃES, M. S. et al. Morfologia do tubo digestório da tartaruga verde (*Chelonia mydas*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 8, p. 676-684, 2010.
- MAISTRO, A. P. S.; COSTA, F. G.; BONDIOLI, A. C. V. Estimativa de idade para tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) da região de Cananéia, SP, Brasil. **V Jornada sobre tartarugas marinhas do Atlântico Sul Ocidental**, v. 5, p. 43-46, 2011.
- MALLMANN, D. et al. Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 2, p. 169-189, 2014.
- MARCOVALDI, M. A. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, 2011.
- MARCOVALDI, M. Â. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, 2011.
- MARCOVALDI, M. Â.; LOPEZ, G. G.; SOARES, L. S.; LIMA, E. H.; THOMÉ, J. C. A.; ALMEIDA, A. P. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in northeastern Brazil. **Endangered Species Research**, 12(3): 263-272. 2010.
- MARQUES, L. V.; CREED, J. C. Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 12, 2008.
- MASCARENHAS, R; SANTOS, R.; ZEPPELINI, D. Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 49, n. 4, p. 354-355, 2004.

- MELO, K. V.; AMARAL, F. D. Ampliação da distribuição das anêmonas-do-mar (Cnidaria, Actiniaria) no estado de Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 1, p. 19-31, 2005.
- MELO, M. T. D.; LIMA, E. H. S. M.; SILVA, M. P. Ocorrências de tartarugas marinhas registradas na área de atuação da base do Projeto TAMAR-ICMBio no Ceará durante o ano de 2009. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA**. 3. Rio Grande. 2010.
- MÉNDEZ-SALGADO, E. et al. Trophic ecology of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Golfo Dulce, Costa Rica: integrating esophageal lavage and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) analysis. **Latin american journal of aquatic research**, v. 48, n. 1, p. 114-130, 2020.
- MEYLAN, P. A.; MEYLAN, A. B.; GRAY, J. A. The ecology and migrations of sea turtles 8. Tests of the developmental habitat hypothesis. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 2011, n. 357, p. 1-70, 2011.
- MMA, ICMBio et al. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV. Répteis. 2018.
- MONTAGUE, C. L. Recovering the sand deficit from a century of dredging and jetties along Florida's Atlantic coast: a reevaluation of beach nourishment as an essential tool for ecological conservation. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 4, p. 899-916, 2008.
- MONTEIRO, D. S. **Encalhe e interação de tartarugas marinhas com a pesca no litoral do Rio Grande do Sul**. Monografia (Graduação em Biologia) – Fundação Universidade Federal de Rio Grande. 52 pp. 2004.
- MOURA, S. P. G.; GAMA, L. R.; ROSA, L.; DOMIT, C. Avaliação da ocorrência de resíduos sólidos em áreas de alimentação de *Chelonia mydas* (LINNAEUS 1758), no Complexo Estuarino de Paranaguá, Brasil. **Anais V Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental**. Florianópolis, Santa Catarina. 2011.
- MUSICK, J. A.; LIMPUS, C. J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. **The biology of sea turtles**, p. 51-81, 1997.
- NAGAOKA, S. M. Dieta de tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, no Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia (São Paulo, Brasil) e considerações sobre a interação com a pesca tradicional com cercos-fixos. **Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo**. 60 f. Vitória 2010.
- NAKASHIMA, Sue Bridi. **Dieta da tartaruga-verde, *Chelonia mydas* Linnaeus, 1758 (Testudines, Cheloniidae), no litoral norte do Rio Grande do Sul**. 2008. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- NEL, R.; CASALE, P. *Caretta caretta* (South West Indian Ocean subpopulation). **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2015. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84199475A84199755.en>.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1977.
- ORÓS, J. et al. Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998–2001). **Diseases of aquatic organisms**, v. 63, n. 1, p. 13-24, 2005.
- PALANIAPPAN, P.; HAZIQ HARITH, A. H. Spatial site fidelity of sea turtles at a foraging ground in Mabul Island, Sabah, Malaysia. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 1, p. 140-144, 2017.

- PEREIRA, S. M. B.; CARVALHO, M. F. O.; ANJEIRAS, J. A. P.; PEDROSA, E. B.; OLIVEIRA, N. M. B. TORRES, J.; GESTINARI, L. M. S.; COCENTINO, A. L. M.; SANTOS, M. D.; NASCIMENTO, P. R. F. ;CAVALCANTI, D. R. Algas marinhas bentônicas do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Ed. Massagana, Sectima. p.97 - 124. 2002.
- PEREIRA, Sônia Maria Barreto; ACCIOLY, Miguel da Costa. Clorofíceas marinhas bentônicas da praia de Serrambi, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, n. 1, p. 25-52, 1998.
- PILCHER, N. Population structure and growth of immature green turtles at Mantanani, Sabah, Malaysia. **Journal of Herpetology**, v. 44, n. 1, p. 168-171, 2010.
- POLI, Camila et al. Plastic ingestion by sea turtles in Paraíba State, Northeast Brazil. **Iheringia. Série Zoológica**, v. 105, p. 265-270, 2015.
- PRITCHARD, P. C. H. Evolution, phylogeny, and current status. In: **The biology of sea turtles**. crc Press, 2017. p. 1-28.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8ª. ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2014, p. 876.
- REIS, E. C.; DE MOURA, J. F.; SICILIANO, S. Tartarugas marinhas do estado do Rio de Janeiro, Brasil: diversidade, distribuição, sazonalidade e ameaças. V **JORNADA DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS DO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL (ASO)**, p. 27, 2011.
- REIS, E. C.; PEREIRA, C. S.; RODRIGUES, D. P.; SECCO, H. K. C.; LIMA, L. M.; RENNÓ, B.; SICILIANO, S. Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. **Oecologia Australis**. 14: 756-765. 2010.
- REISSER, J. et al. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. **Marine biology**, v. 160, n. 12, p. 3169-3179, 2013.
- ROCHA, M. C. B. S. et al. Análise taxonômica das exsiccatas do gênero *udotea* j.v. lamour. (chlorophyta, udoteaceae) depositadas no herbário prof. Vasconcelos sobrinho (PEUFR). **XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE**. Recife. 2013.
- RODRIGUES, M. S. et al. Contribution to the study of the green turtle (*Chelonia mydas*) diet in the South Atlantic, Northeast Brazil. **International Journal of Development Research**, 09, (08), 29891-29897. 2019.
- SANTOS, J. S. S. **Impactos da urbanização sobre as comunidades de macroalgas em praias do litoral de Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2017.
- SANTOS, R. G. et al. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 6, p. 1297-1302, 2011.
- SANTOS, R. G. et al. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. **Marine Ecology Progress Series**, v. 529, p. 265-277, 2015b.

- SANTOS, R. L. et al. Tartarugas marinhas sob a ótica dos mergulhadores recreativos no litoral do Ipojuca (Pernambuco–Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, 2019.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas* no litoral norte paulista. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 32, n. 2, p. 199-203, 1983.
- SCHULMAN, A.A.; LUTZ, P. The effect of plastic ingestion on lipid metabolism in the green sea turtle (*Chelonia mydas*). In: Annual workshop on sea turtle biology and conservation, 12., 1992, Georgia. **Proceedings** Flórida: NOAA, 1995. p.122-124. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SEFSC-361).
- SCHUYLER, Q. et al. To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PloS one**, v. 7, n. 7, p. e40884, 2012.
- SEMINOFF, J. A. et al. Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices to describe population status. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 83, n. 6, p. 1355-1362, 2003.
- SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J. Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 447-453, 2002a.
- SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. **Marine Ecology Progress Series**, v. 242, p. 253-265, 2002b.
- SFORZA, R. et al. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas: Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de empreendimentos Costeiros e Marinhos. **Brasília: ICMBio**, 2017.
- SHIGENAKA, G.; MILTON, S. **Oil and sea turtles: biology, planning, and response**. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA's National Ocean Service, Office of Response and Restoration, 2003.
- SILVA, A. M. **Estudos taxonômicos das coralináceas geniculadas (corallinales, rhodophyta) no litoral do estado de pernambuco, brasil**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2016.
- SILVA, A. P.; MONTEIRO, D. S.; ESTIMA, S. C. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais V Jornada sobre Tartarugas Marinhas do Atlântico Sul Ocidental**. Florianópolis, Santa Catarina. 2011b.
- SILVA, K. O. et al. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 53-64, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.002.0006>
- STRINGELL, T. B. et al. Taxonomic distinctness in the diet of two sympatric marine turtle species. **Marine Ecology**, v. 37, n. 5, p. 1036-1049, 2016.
- TOMÁS, J. et al. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 3, p. 211-216, 2002.
- WILLIAMS, A. T.; SIMMONS, S. L. Sources and sinks of litter. In: **Marine Environment Management and training. Coastal and Riverine Litter: Problems and effective solutions**. UK: Candle Cottage. p. 14-18. 1995.

WITZELL, W. N. AND TEAS, W. G. The impacts of anthropogenic debris on marine turtles in the western north Atlantic Ocean. NOAA Technical. Memorandum. NMFS-SEFSC-355, 21 f. 1994.

WYNNE M. J. **A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: fourth revision.** Nova Hedwigia Beihefte 145: 1-202. 2017.

XIMENES, C. F. **Taxonomia e filogenia dos representantes do gênero Halimeda JV Lamour. (Bryopsidales, Chlorophyta) no Brasil.** Tese de Doutorado. Masters Thesis). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brazil. 2015.

7 CAPÍTULO 3

OIL SPILL OFF THE NORTHEAST COAST OF BRAZIL: IMPACTS CAUSED ON SEA TURTLES

7.1 RESUMO

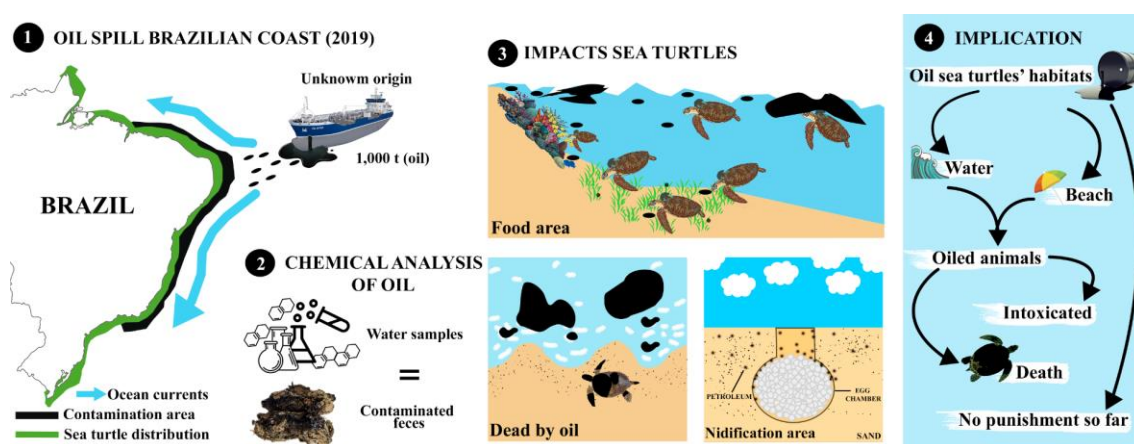
Em 2019, a costa do Nordeste e Sudeste do Brasil foram atingidas pelo petróleo bruto, causando impactos significativos em diversos ecossistemas. Essas zonas costeiras são áreas de desova e alimentação de populações de quatro espécies de tartarugas marinhas, que são suscetíveis aos danos causados pelo derramamento de óleo. Foi investigado se o óleo encontrado nas tartarugas mortas, seus ninhos e fezes estava relacionado a este desastre de óleo. A área de estudo foi o município de Ipojuca, localizado no litoral sul do estado de Pernambuco, região Nordeste do país. Os registros das descobertas de óleo foram obtidos por meio de relatórios públicos oficiais (IBAMA e CPRH), banco de dados da Organização Não Governamental Ecoassociados e reclamações na rede social Instagram. As coletas de fezes foram feitas em quatro locais, dois na área médio alto do litoral e duas nas áreas do recife infralitoral. Eles foram obtidos após intensas buscas e mergulhos. Os dados referentes aos locais de encalhe e nidificação foram coletados em parceria com ações de monitoramento da ONG. No total, os 24 registros de óleo permitiram concluir que todas as regiões com tartarugas marinhas foram afetadas. O óleo encontrado nas fezes coletadas em fevereiro/2020 foi analisado em termos das concentrações de 16 PAH. As distribuições observadas nas amostras de fezes foram semelhantes às encontradas em uma amostra com óleo arenoso, sugerindo que ambas tinham a mesma origem. Um espécime de *Chelonia mydas* foi encontrado morto e oleado, e cinco ninhos de *Eretmochelys imbricata* foram contaminados com fragmentos de óleo. Portanto, esta pesquisa sugere que o desastre mencionado atingiu severamente e continua a impactar negativamente os locais de reprodução e forrageamento das tartarugas marinhas. Tais resultados são inéditos e essenciais para subsidiar pesquisas futuras e alertar autoridades nas diversas esferas governamentais sobre os riscos e a aplicação de uma gestão preventiva aos danos ambientais da indústria do petróleo à biodiversidade marinha.

Abstract

In 2019, Brazilian Northeast and Southeast coast were hit by crude oil, causing significant impacts on several ecosystems. These coastal zones are spawning and feeding areas for populations of four species of sea turtles, which are susceptible to damage caused by the oil spill. It was investigated whether the oil found in the dead turtles, their nests, and feces were related to this oil disaster. The area of study was the municipality of Ipojuca, located on the south coast of the state of Pernambuco, in the northeast region of the country. Records oil findings were obtained through official public reports (IBAMA and CPRH), a database from the Ecoassociados Non-Governmental Organization and complaints on the social network *Instagram*. Stool collections were made at four sites, two in the upper mid littoral area and two in the infralittoral reef areas. They were obtained after intensive search and dives. Data referring to stranding and nesting sites were collected in partnership with the NGO's monitoring actions. In total, the 24 oil records allowed for the conclusion that all regions with sea turtles were affected. The oil found in feces collected in February/2020 was analyzed in

terms of the concentrations of 16 PAH. The distributions observed in feces samples were similar to that found in a sandy-oiled sample suggesting that both had the same origin. A specimen of *Chelonia mydas* was found dead and oiled, and five nests of *Eretmochelys imbricata* were contaminated with oil fragments. Therefore, this research suggests that the aforementioned disaster hit severely and continues to impact breeding and foraging sites for sea turtles negatively. Such results are unprecedented and essential to support future research and alert authorities in the various governmental spheres about the risks and the application of preventive management in the oil industry's environmental damage to marine biodiversity.

Keywords: petroleum; south atlantic; marine vertebrate; feces; testudines.



7.2 INTRODUCTION

The risk of oil spill disasters at sea has increased as nautical transport activities have intensified in recent years, affecting the physical, biotic, and social environment (CHANG et al., 2014). From August 2019 to January 2020, part of the coast of the northeast and southeast of Brazil was affected by crude oil from a still “unknown” source (ESCOBAR, 2019). The spill contaminated more than 3,000 km of the country's coast, with more than 5,000 tons of oil (BRUM et al., 2020; IBAMA, 2020). The dispersion of crude oil was favored by the northern equatorial and southern currents of Brazil, spreading large patches and many fragments to more than 1,000 locations over a period of two months on more than one beach a day (LOURENÇO et al., 2020; IBAMA, 2020). This event was considered the biggest marine environmental disaster caused by an oil spill in the country, affecting more than 55 marine protected areas (MPAs) (SOARES et al., 2020a), coastal ecosystems (MAGRIS; GIARRIZO, 2020; NASRI SISSINI et al., 2020, SOARES et al., 2020b) and directly impacting 159 marine vertebrate specimens (IBAMA, 2020).

On the Northeastern Brazilian coast, in the state of Pernambuco, the oil contaminated 47 beaches, eight rivers, extensive reef regions, estuaries, and some meadows of seagrass, which together added up to approximately 1,500 tons of crude oil collected (CPRH, 2020). Beaches and mangroves were the most immediately affected ecosystems, in addition to the reef environments that, because they act as a physical barrier against waves and tides, directly received the first large oil stains. Several benthic and nektonic organisms, such as Actinopterygii, birds, and turtles, died of asphyxiation due to the obstruction of their airways (IBAMA, 2020).

The coast of the State of Pernambuco is home to a great diversity of sea turtles, as a nesting and feeding area (MOURA et al., 2012; ALVES et al., 2013; SIMÕES et al., 2019) (See chapter 2). The municipality of Ipojuca is considered a regular breeding area (SFORZA et al., 2017), with more frequent spawning of the species *Eretmochelys imbricata* (hawksbill turtle) and sporadic spawning of *Chelonia mydas* (green turtle), *Caretta caretta* (loggerhead turtle) and *Lepidochelys olivacea* (olive turtle) (SIMÕES et al., 2019; MOURA et al., 2012). Records of specimens stranded along this coast are also commonly recorded for *C. mydas* juveniles and *L. olivacea* adults, and occasionally for *C. caretta* and *E. imbricata* juveniles (SILVA et al., 2019). Such stranding's are associated with the interaction with fishing nets and the accidental ingestion of solid waste (SILVA et al., 2019), with no correlation to oil in the region.

Worldwide, sea turtles are often found dead or weakened near oil spill regions (WALLACE et al., 2020). It is estimated that, in the last 60 years, more than 2,000 cases of oil spills have occurred worldwide within the area of global use of sea turtles (up to 50° N and 50° S); however, only 1.5% of these have been documented (WALLACE et al., 2020). Such information is related to the mortality of animals due to ingestion of oil or by observing this residue embedded in the body of individuals. The physiological effects, over time, are rarely addressed (GRAMENTZ, 1988; LUTCAVAGE et al., 1995; YLITALO et al., 2017), making such knowledge scarce.

An oil spill represents a series of threats to sea turtles, both on land and at sea (MILTON et al., 2003; WALLACE et al., 2020). The females, eggs, and hatchlings are even more vulnerable when the oil is deposited on the beach sand (WALLACE et al., 2020). In foraging areas, in oceanic or neritic zones, sea turtles can accidentally be infected by large spills adrift on the surface or by eating oiled contaminated foods (MILTON et al., 2003; WALLACE et al., 2020). The diet of these animals is omnivorous, often feeding on benthic

organisms, such as crustaceans, sponges, echinoderms, bone fish, cnidarians, mollusks, macroalgae and seagrass (BJORNDAL et al., 1997), making them more vulnerable to contamination by the oil associated with the substrate. Green turtles, for example, in their juvenile phase, become more susceptible to interaction with oil, as their diet is mainly based on phytobenthos present in coastal regions (MILTON et al., 2003; WALLACE et al., 2020).

The direct contact with crude oil can adhere to any external body part (HALL et al., 1983; GRAMENTZ, 1988) and then spread to the internal organs from ingestion (LUTCAVAGE et al., 1995; YLITALO et al., 2017; FRASIER et al., 2020). There is also chemical contamination in the tissues of the corneal plaques, skin, kidneys, and liver by polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) (HALL et al., 1983; GRAMENTZ, 1988; YLITALO et al., 2017; YAGHMOUR et al., 2020) which are important constituents of oil and released during weathering in seawater (LOURENÇO et al., 2020).

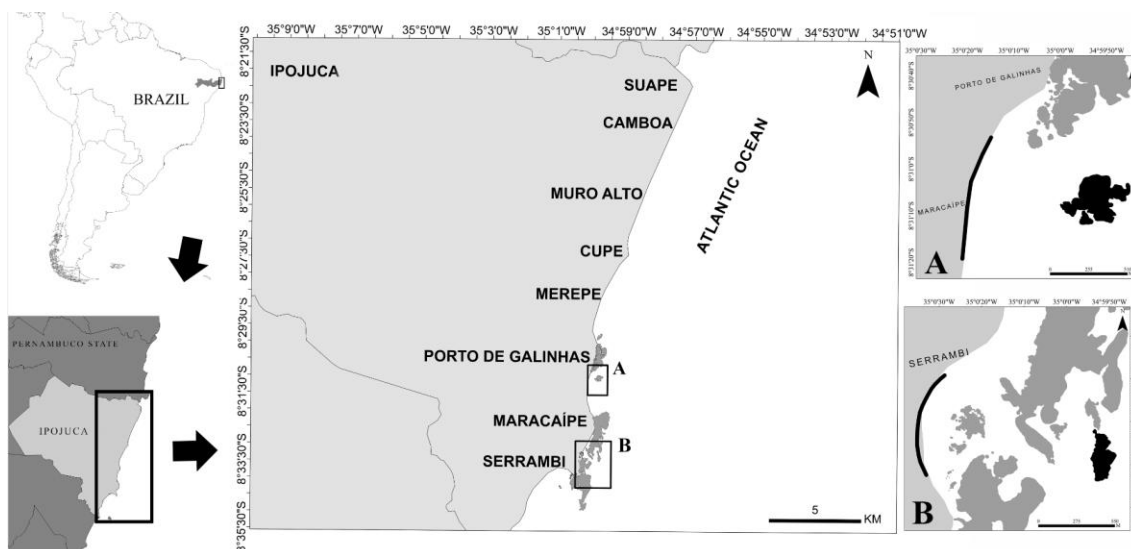
From February 19th to 21st, 2020, sea turtles feces contaminated by oil were recorded in the municipality of Ipojuca, on the southern coast of Pernambuco. These records provoked the main question of this research: Did the oil that reached the Northeast of Brazil also impact sea turtles? In order to answer, it was necessary to: 1) map (space-time) the areas of the coast of Ipojuca most affected by oil; 2) assess how oil from the spill reached the turtles through records in nesting and stranding areas; 3) analyze the fecal content of turtles, monitoring their areas of occurrence and those affected by oil; and 4) chemically compare the composition of oil found in feces with oil samples from the spill in the region.

7.3 MATERIAL E METHODS

7.3.1 AREA OF STUDY

The coast of the state of Pernambuco, northeastern Brazil, is composed of a set of transitional coastal ecosystems, such as sandbanks, mangroves, estuaries and reefs. In the south of the state, Ipojuca stands out, comprising sandy beaches, sandbanks, estuarine systems, river floodplains, and sandstone reefs (LABOREL-DEGUEN et al., 2019). The beaches of this municipality extend for about 30 km, from the beach of Suape (8°22'35.33"S, 34°58'17.11" O) to Serrambi (SE) (8°33'42.41"S, 35°1'26.12"O) (Figure 1).

Figure 1. Map of the beaches in the study area affected by the oil spill and of the areas where sea turtle feces were collected (A and B). **A.** Coastline between Porto de Galinhas beach (PGL) and Maracaípe (layout) and the Baixa Sul reef (PGL) (black polygon); **B.** Enseadinha beach (route) and the Baixa do Mamão reef, both in Serrambi (black polygon). SIZE: 2,0. Preference for color: online only.



The coastal features of this region present different morphologies, which can be sheltered from the actions of waves and tides, where there are linear reef formations, mainly fringed reefs or beach rocks, or more exposed formations, such as reef banks (ARAÚJO et al., 2020a). Due to these formations, this coastline is sought after for its scenic beauty, attracting tourists from all over the world, consequently having different levels of urbanization (MALLMANN et al., 2014). This region is strongly influenced by winds in the south-north direction of currents in the summer months, undergoing seasonal inversions (LIRA et al., 2010).

7.3.2 AREAS OF OCCURRENCE OF OIL SPILL

The data on the oil spill, specific to the coast of Ipojuca, included the first record of the environmental disaster (August 2019) up until April 2021, based on the following sources: (1) Official journals published (1a) by the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), which deals with fauna and areas affected by oil and (1b) by the Pernambuco State Environmental Agency (CPRH), with data on oil in Pernambuco; (2) Reports, photos and necropsies records made available by the Ecoassociados Non-Governmental Organization (NGO); and (3) Posts and complaints about what happened

on the *Instagram* social network, specifically on the pages of environmental groups working on this coast, such as Bioma Brasil Institute and Salve Maracáipe.

The oil classification published by IBAMA (2020) was adopted, where “spots” are treated as the portions that presented continuous layers, and “fragments” are those smaller particles, both in water or covering the beach’s sandy surface. The data were treated on a Kernel density map. The non-parametric Kernel estimate aims to create a raster density map (heatmap) from a point-type vector layer, resulting in light to dark color scales according to the lower and higher density levels, respectively. That is, points of occurrence of oil were considered points grouped (cluster) in different densities.

7.3.3 OIL CONTAMINATION IN SEA TURTLES

The information regarding the contamination of oil in sea turtles was obtained from the database of the Non-Governmental Organization Ecoassociados, which, since 1998, operates on the coast of Ipojuca with conservation actions for these animals. The records obtained and analyzed reported a strand of turtles of the species *C. mydas* and nesting sites with five oiled nests of *E. imbricata*.

For the stroboscopic study, feces sample collections were carried out between January and August 2020 in four areas: (1) the upper mid littoral zone: Enseadinha beach (Serrambi - SER) and the beach region between Porto de Galinhas (PGL) and Maracáipe; and (2) Reef environments: Baixa Sul reef (PGL) and Baixa do Mamão reef (SER) (Figure 2). In total, 50 expeditions were carried out, 38 in the upper midlittoral (19 in Enseadinha de Serrambi, 19 in the stretch between Porto de Galinhas and Maracáipe) and 12 on the reefs, being 6 in Baixa do Mamão (SE) and 6 in Baixa Sul (PGL).

Intensive searches were carried out, over an extension of 800 m, to locate fecal samples of turtles brought by the action of the waves and left in the tide line. After sighting, feces were collected manually. In the sea, the collection was carried out on the water surface above the reef crests; feces located close to the boat (approximately 10m) were collected with the aid of a dip net, and, when distant, manual collection occurred through skin dives. After collection, the feces were properly packed in plastic pots and frozen until they were weighed on a semi-analytical scale, sorted, and their contents analyzed. The screening of the food fragments, oil, and other items contained in the feces of the turtles was done using two 1.18

mm and 300 µm mesh sieves in running water. In the portions containing oil, the feces sample and contaminated fragments were placed separately in glass jars, sealed and wrapped with aluminum foil, and left at room temperature for future chemical analysis.

7.3.4 CHEMICAL ANALYSIS OF PETROLEUM IN SEA TURTLE FECES

Samples of petroleum contained in sea turtle feces were analyzed to provide information about the source of the oil and concentration of selected PAH. Aliquots of the oil found in these stools were weighed on an analytical balance (~ 0.01 - 0.5 g), dissolved in dichloromethane, and made up to a final volume of 10 mL. These resulting solutions were conveniently diluted to obtain an approximate concentration of 500 µg mL⁻¹. The analytical procedure for separating, identifying, and quantifying PAH followed the protocol described in UNEP (1992) with some modifications (MACIEL et al., 2015; ARRUDA-SANTOS et al., 2018). Briefly, 1 mL of each extract was spiked with 100 µL of a solution containing the deuterated standards acenaphthene-d10, phenanthrene-d10, and chrysene-d12 (1000 ng mL⁻¹) and analyzed in a gas chromatograph coupled to mass spectrometry (GC-MS, Agilent Technologies model 7820A / 5975C). A fused silica capillary column (HP-5MS, 30 m x 25 mm x 0.25 µm), was used for separation and the compounds registered by the detector operating in the selective ion monitoring (SIM) mode. Quantification of the 16 PAH considered a priority by the United States Environmental Protection Agency (EPA), in addition to 2-methylnaphthalene, was done using the internal standard method. The limit of quantification (LQ) was calculated as the ratio of the lower PAH concentration in the calibration standard to the mass of analyzed sample.

7.4 RESULTS

7.4.1 OIL OCCURRENCE ON THE IPOJUCA COAST

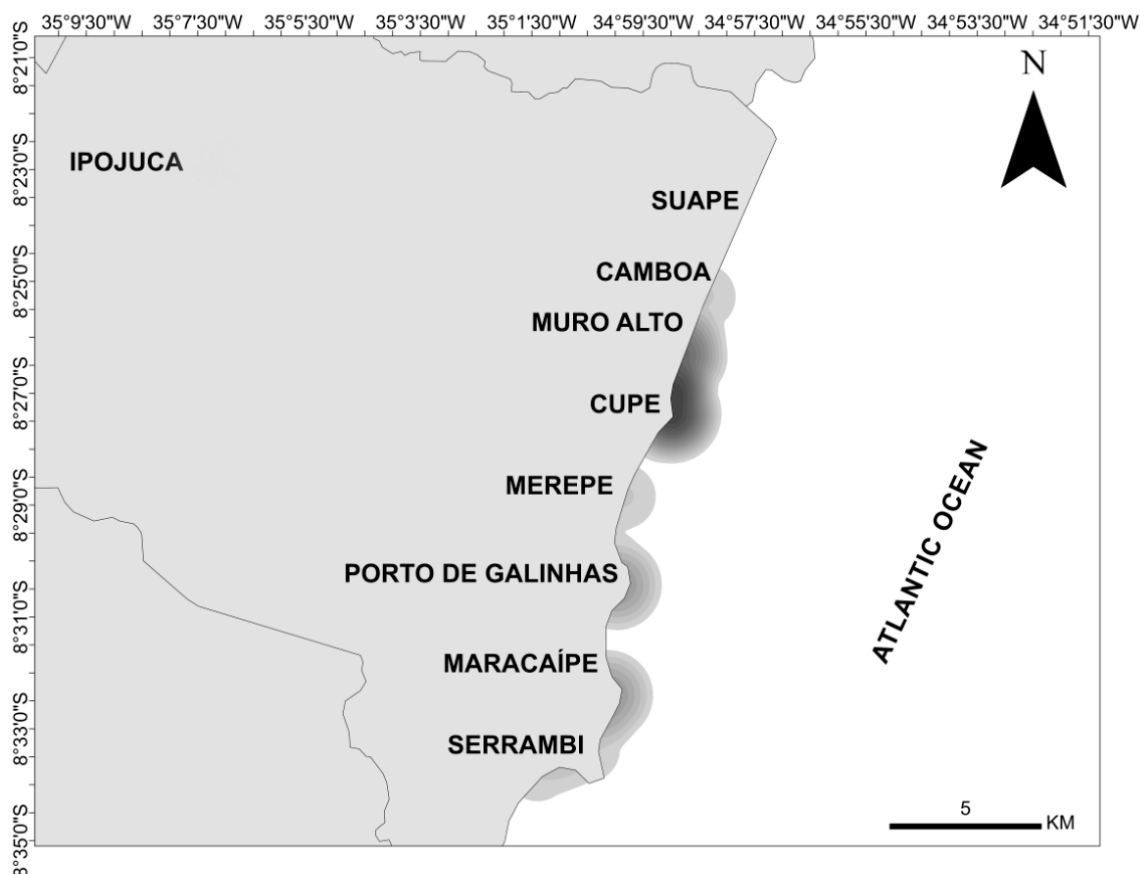
According to the survey carried out by the Pernambuco State Environmental Agency, the state's coast was affected by approximately 1,500 tons of oil (CPRH, 2020). In the maps prepared by IBAMA (2020), all ten beaches in the municipality of Ipojuca were affected by the spill in the form of spots or fragments. Based on data from the NGO Ecoassociados, the Bioma Brasil Institute, and Salve Maracáipe, it was possible to have 24 days worth of oil records in the municipality. Between September 2nd, 2019, and April 1st, 2021 (Figure 2), oil was observed on the coast in shape and sizes ranging from extensive patches reaching

LEGEND

- Fragments
- Oil spots
- Oiled turtle
- Oiled nests
- Stool with oil

The first fragments and oil stains, recorded in September 2019, reached the reef formations of the beaches of Muro Alto, Cupe, Merepe, and Porto de Galinhas (Figure 3). In the following month, in addition to these beaches, the areas of Maracaípe and Serrambi were also affected, reaching the reef formations and entering the Maracaípe and Ipojuca rivers. The period between October 18th and 27th, 2019, was considered the worst for this environmental catastrophe when the largest and most extensive spots contaminated the coastline. After the most critical period, records of contamination in the coastal ecosystems of the Northeast continued to occur, with the last records of fragments on the beaches occurring on April 2021.

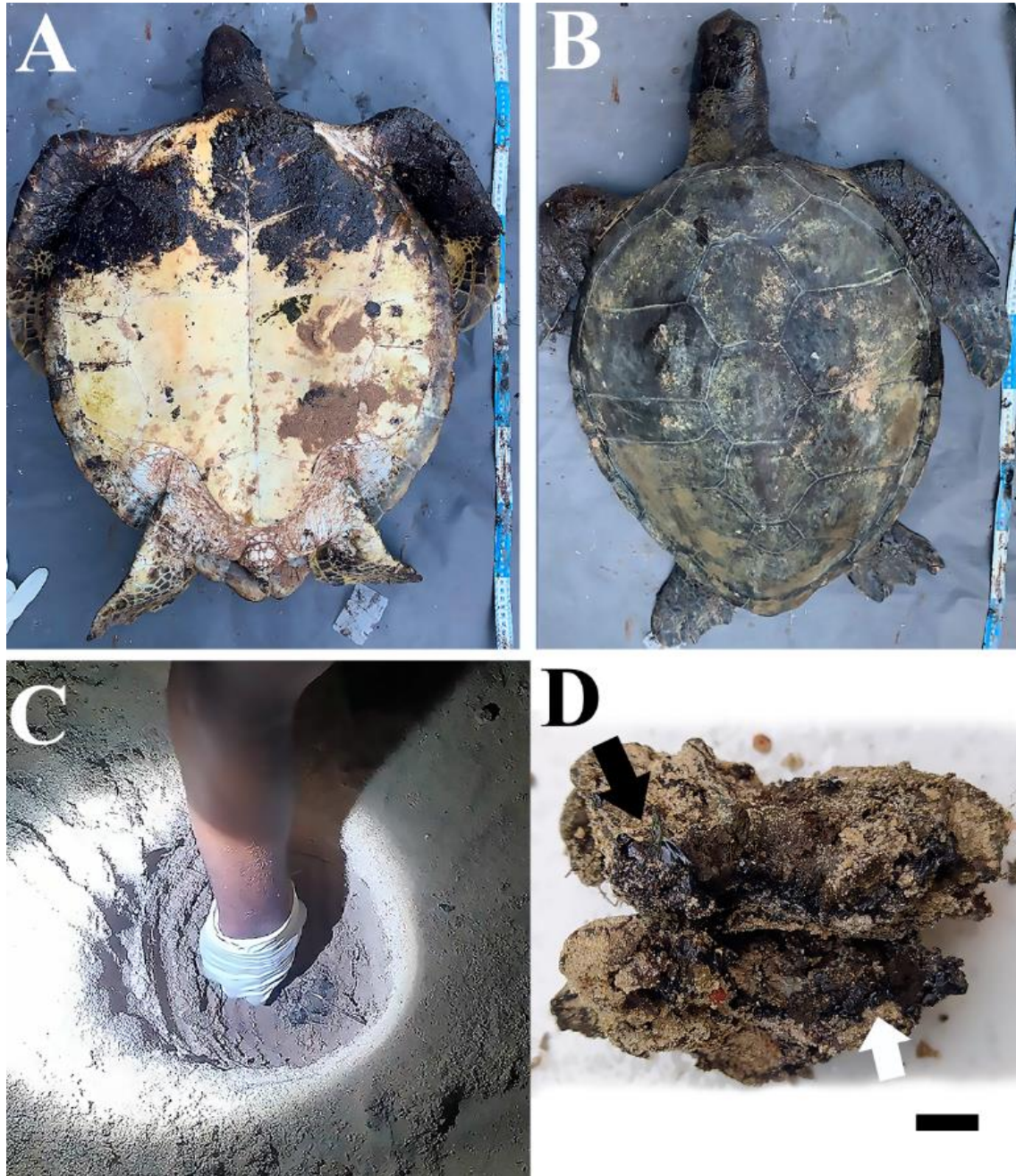
Figure 3. Map of the distribution of beaches affected by oil in association with the density of the kernel (gradient in shades of gray). SIZE: 1,5. Preference for color: online only.



7.4.2 PETROLEUM IN SEA TURTLES: DEAD SPECIMEN, FECES AND NESTING AREA

The survey results point to records of three situations related to oil contamination involving turtles and their surroundings: 1) A dead and oiled specimen found stranded; 2) Presence of oil in the spawning area; and 3) Presence of oil in sea turtle feces. In 2019 (Oct 27), at Cupe beach, a juvenile sea turtle of the *C. mydas* species was found dead and, according to code 2 of the classification of stranded specimens (POPPI; MACHIORI, 2013), the animal was fresh, that is, recently dead. The sea turtle was 63.5 cm long and 57 cm wide and was found to have more than 25% of its body encrusted with oil, especially the head, nostrils, pectoral fins, and, to a lesser extent, the carapace and in the plastron. According to the necropsy report, the animal died of asphyxiation, resulting from the coating of crude oil covering its nostrils and mouth (Figure 4).

Figure 4. Records of contamination of turtles with oil, on the south coast of Pernambuco, Brazil. **A.** Ventral view of the juvenile turtle of the species *Chelonia mydas*, contaminated by oil. **B.** Dorsal view of the juvenile turtle of the species *Chelonia mydas*, contaminated by oil. **C.** Oil fragments adhered to the wall and above the egg chamber in sea turtle nests on the beaches of Muro Alto, Cupe, and Merepe (Ipojuca, Pernambuco). **D.** Turtle faecal containing petroleum particles (arrows), 1cm scale. SIZE: 1,5. Preference for color: online only.



Recently, between March 14th and 19th, 2021, traces of oil were found in five turtle nests on the beaches of Merepe, Cupe, and Muro Alto (Figure 4). The small fragments showed solid consistency (petrified), found above the egg chamber or attached to the roots of the sandbank vegetation; however, not found adhered to the eggs or hatchlings. During the

transfer of the eggs to a safe place in Muro Alto, four pits were made, over 10 m, but petrified oil fragments were also found in this same stretch. Therefore, the transfer was completed in a more distant region that had no oil residue in the sand.

In 46% of the 50 expeditions carried out, fecal samples of sea turtles were found, 18 on the Enseadinha beach and 4 on the Baixa do Mamão reef, both in Serrambi and one in Porto de Galinhas. The stool samples with oil occurred in three expeditions on consecutive days: February 19th, 20th, and 21st, 2020, at Enseadinha beach and were named F1, F2, and F3 samples, respectively. The oil appeared in small fragments (between 1-3 cm), located in the center of the feces, and adhered to the food content, mainly in algae. All the oil found in the feces added up to 20 g, and the largest oil fragment (12 g) was present in the feces collected on the 19th (Figure 4).

7.4.3 CHEMICAL ANALYSIS OF PETROLEUM IN THE TURTLE FECES

Table 1 shows the concentrations of the 16 PAH considered, by the EPA, as priorities in environmental studies, mainly due to high toxicity, in addition to 2-methylnaphthalene, a typical oil compound. In parallel, a sample of residual oil also collected on the south coast of Pernambuco (Pedra Beach, Tamandaré) was analyzed after the spill event in 2019 to investigate the similarities in the relative distribution of individual compounds.

Stool samples from turtles showed high concentrations of PAH, but the most expressive was determined in fecal sample F1. This sample had a total PAH concentration of approximately 1.4 and 6.5 times higher than F2 and F3, respectively (Table 1). The concentrations of PAH in the fecal samples were much higher than the concentrations reported in the residual oil sample (~ 30 times). This fact suggests that probably the oil have already lost part of its compounds through the natural process of degradation and/or weathering (FLOODGATE, 1984). In addition, because it is a residue, the mass analyzed had already incorporated other materials besides oil, such as algae and debris, decreasing its relative concentration.

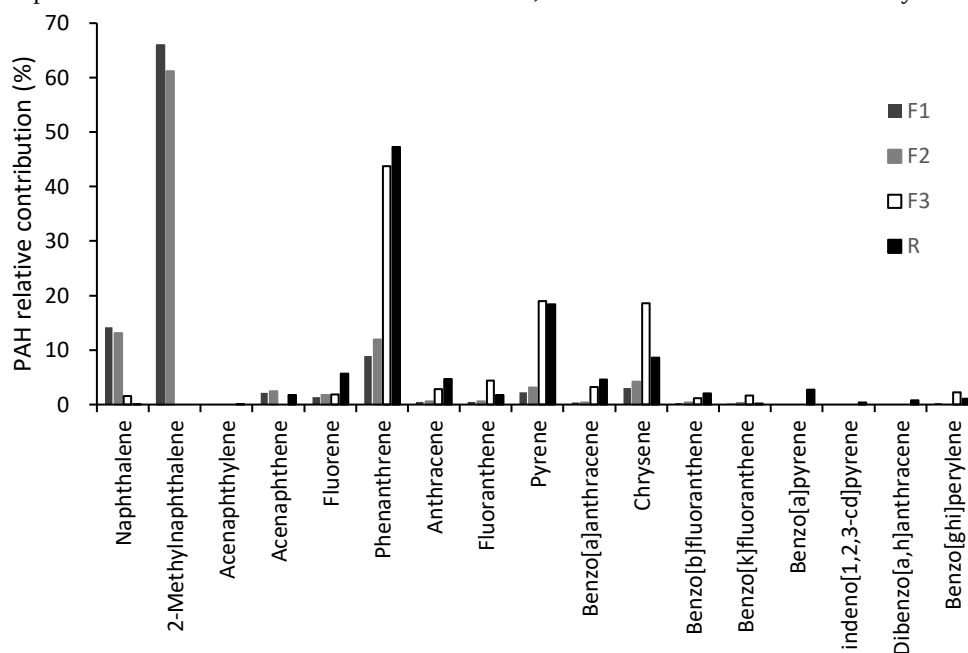
Table 1. The concentration of individual and total PAH (ng g⁻¹) in fecal samples (F1-F3) and oil residue (R), after an oil spill in the southern coast of Pernambuco.

Analyte	Concentration ng g ⁻¹			
	F1	F2	F3	R
Naphthalene	144965	95342	2373	2,3
2-Methylnaphthalene	674978	443684	< 1695	ND
Acenaphthylene	ND	ND	ND	12
Acenaphthene	21651	17730	ND	493
Fluorene	14339	12988	2898	1579
Phenanthrene	91265	86509	68678	13122
Anthracene	4597	4469	4390	1295
Fluoranthene	5013	4448	6915	494
Pyrene	23205	22619	29746	5104
Benzo [a] anthracene	3678	2497	5034	1281
Chrysene	31349	30214	29186	2393
Benzo [b] fluoranthene	2693	3063	1763	579
Benzo [k] fluoranthene	2255	2245	2610	65
Benzo [a] pyrene	ND	ND	ND	752
Indeno [1,2,3-cd] pyrene	ND	ND	ND	106
Dibenzo[a,h]anthracene	ND	ND	ND	212
Benzo [ghi] perylene	3327	ND	3458	287
Total PAH	1.023.314	725.808	1.570.51	27.777

ND: not detected, total PAH: concentrations one of the 17 PAH congeners

An analysis of the individual distribution of the compounds revealed that samples F1 and F2 have the same profile, with a predominance of naphthalene and its methylated pair (methyl-naphthalene), both with 2 aromatic rings (Table 1). Other compounds that stood out were phenanthrene, chrysene, pyrene, acenaphthene, and fluorene, which have 3 and 4 rings in their chemical composition. The F3 sample showed a slightly different profile, with a predominance of phenanthrene, pyrene, and chrysene, and the absence of some lighter compounds, such as methyl naphthalene and acenaphthene, and a much smaller naphthalene concentration. A more detailed evaluation reveals that this sample has a distribution of individual PAH similar to that found in the residual oil (R). In a general view, results showed prevalence of low molecular weight compounds (naphthalene to anthracene) when compared to others analyzed (Figure 5).

Figure 5. Relative distribution of individual PAH in fecal samples from turtles (F1- F3) and weathered oil (R) after an oil spill on the south coast of Pernambuco. SIZE: 1,5. Preference for color: online only.



How will be discussed below, all of these results contemplate Goal 8 and Action 9 of the “National Action Plan for the Conservation of Sea Turtles,” which addresses the increase in scientific knowledge related to the conservation of these animals, intending to identify and assess the impacts caused by different polluting agents on these populations.

7.5 DISCUSSION

From the first record of oil on the coast of Pernambuco (2 Sep. 2019) to the present day, the effects of contamination on coastal organisms, including sea turtles, can still be found. The most critical period was the arrival of large visible oil patches, coming from seawater and reaching the entire coastal ecosystem, its biota, and the local human population (ARAÚJO et al. 2020b). Since then, the frequency of events has decreased, and, in 2021, only fragments were found in these areas, as recorded in this research for the municipality of Ipojuca.

The situation was aggravated by the closure of the Parliamentary Commission of Inquiry (application no. 608/2021) in April 2021, which was investigating the main culprits for this problem. The effects of an oil spill last for a long time and through the ocean reaches many environments; as soon as the oil mixture with seawater, its lighter components evaporate and spreads out in the water or emulsify (ITOPF, 2019). In this case, adhesion to the particles occurs, and biodegradation processes by photochemical oxidation occur, contaminating the entire space affected by the not-so-obvious stains (ITOPF, 2019). As an

initial result of the environmental disaster that affected Brazil in 2019, at least 105 sea turtles were contaminated by oil (IBAMA, 2020).

In the state of Pernambuco, three sea turtles were recorded as oil causing deaths, with only one identified individual, juvenile-sized *C. mydas*, found in Ipojuca (IBAMA, 2020). In the 1980s, in a similar event, *C. caretta* sea turtles that ingested substrate containing spots of crude oil in the central Mediterranean were stranded with almost their entire bodies oiled: mouth, fins, plastron, and shell, as well as their feces along with some anthropogenic waste (GRAMENTZ, 1988). The crude oil investigated in the green turtle (mentioned above) probably originated from the oil spill, as both occurred in October 2019. This individual was found still fresh, with less than 24 hours of death, according to the standard protocol for post-mortem examination on sea turtles (POPPI; MARCHIORI, 2013): “carcass intact and with good body appearance, under a degree of decomposition.” According to the technical report of the necropsy, the specimen died in regions close to the ground, characterized by its clear waters and without records from this oil spill.

The presence of oil in the habitats used by the turtles suggests that they were recently contaminated and that the oil came from this huge oil spill. Ecosystems connected to the coast, in adjacent continental regions, were also affected by this pollution (IBAMA, 2020), increasing the effects of degradation on the local fauna. Strandings of sea turtles (alive or dead) are more frequent when large-scale accidents, such as this one occur near coastal waters (YAGHMOUR, 2019). There are few records of oil-contaminated sea turtles on the coast of Brazil, with less than 1% of green turtles being stranded or dead (BUGONI et al., 2001). Individuals of the species *C. mydas* are susceptible to contamination due to their coastal distribution, where they are concentrated and remain for several years (LUTZ et al., 2002).

On the most critical days of the oil's arrival, there was a great commotion when hundreds of volunteers manually removed the oil masses, without guidance, adequate equipment and government help (ARAÚJO et al., 2020b). On beaches with intense coastal occupation, such as those on the coast of Ipojuca, the oil was retained between the cycles of seas and erosion containment areas, built by the tourism sector and the like, intensifying the contamination of nesting sites. Most likely, these impacts have been causing variable effects in sea turtle nesting areas. In this way, females that come to spawn in these regions, affected by oil, become more exposed to direct contamination and are at greater risk of depositing their eggs in areas with oil fragments in the sediment.

Therefore, oil spills are potential threats to all life stages of turtles (WALLACE et al., 2020; RUBERG et al., 2021) and likely cause a decrease in the hatching rate of eggs (YENDER; MEARNS, 2003). Even so, the nests monitored with oil on the beaches of Ipojuca completed their normal incubation time (45-60 days) (LUTZ et al., 2002); however, the tissue impacts on neonates were not quantified in the present study. The process of transferring the nests from more polluted areas to suitable areas, after the areas of berm or vegetation of restinga, expected to require extra attention to avoid transporting eggs to locations with traces of oil.

In nests, embryos and hatchlings can die from the intoxication of volatile components released with the weathering of the oil (PHILLOTT; PARMENTER, 2001). In experiments carried out with sea turtles' hatchlings, physiological effects were observed as a result of exposure to oil, which resulted in irregular breathing and diving, changes in energy metabolism, increase in white blood cells, and flaking of the skin and mucous membranes (LUTCAVAGE et al., 1995, 1997), and they did not gain weight (HARMS et al., 2019). Indeed, it is possible to consider that contact with this material can affect almost all the main physiological systems of individuals (LUTCAVAGE et al., 1997).

Recent research confirms that the south coast of Pernambuco is a feeding place for juveniles and adults of green turtles, in addition to being a breeding area for this and other sea turtles present in the area (MOURA et al., 2012; ALVES et al., 2013; SIMÕES et al., 2019; See chapter 2). The stroboscopic study reinforces the regular presence of sea turtles feeding and defecating on the coast. Sea turtle feces samples collected for three consecutive days at Enseadinha beach (Serrambi) showed the presence of oil, suggesting that they ingested the oil while foraging macroalgae and oiled seagrass. These animals have great habitat fidelity (BOLTEN, 2002) and probably used, for several days, the same area for evacuation. As juvenile green turtles are commonly found close to the coast (ALVES et al., 2013), they further increase the chances of these animals being exposed to oil during their displacement to foraging and resting areas (RUBERG et al., 2021).

Some authors claim that these animals can ingest their food, even when adhered to oil stains and fragments in the sea (GRAMENTZ, 1988; ZYCHOWSKI; GODARD-CODDING, 2017) or accidentally during foraging (VLEET; PAULY, 1987). The fact that the oil examined in the research is wrapped in algae and the center of the feces indicates that such fragments passed through the entire gastrointestinal tract. These animals have a habit of foraging algae, especially those containing different associated items (WITHERINGTON,

2002). The oil records adhered to the collected feces confirms this habit and constitutes a risk to the health of these animals. In these animals, the transit time of food in the digestive tract can be, on average, eight days and 20 days to evacuate all fecal contents (DI BELLO et al., 2006). Ingestion of the oil can cause physical blockage in the intestines, causing starvation, decreasing the efficiency of the absorption of essential nutrients and absorbing the toxic contents of the oil, promoting gastroenteritis and necrotizing hepatitis, tubulonephrosis in addition to buoyancy problems (MILTON et al., 2003; CASAL; ORÓS, 2009). These articles also report significant changes in hematological and/or biochemical parameters in contaminated animals compared to healthy turtles. During their oceanic life phase, hatchlings were found with oil fragments in the stomach and esophagus (WITHERINGTON, 2002). Future studies should investigate whether the crude oil found in feces samples of adult sea turtles in could last longer in the organism of these animals, bringing them to death.

Confirmation of turtle exposure to leaked oil requires a detailed chemical study, including the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) (WANG; FINGAS, 2003). The chemical analysis of the feces carried out in this study brought evidence of the turtles' internal exposure to the oil in the area impacted by the leak. Although just few PAH were analyzed in the feces, they showed similarity with the oil from the accident, collected in the sands of the region. The individual PAH distribution in each analyzed sample, including the oil residue, showed low molecular weight compounds (2–3 aromatic rings: naphthalene to anthracene) prevalence compared to high molecular weight (4–6 rings: fluoranthene to benzo (ghi) perylene). This is an indicative of petrogenic origin since they are predominantly found in oil composition (YUNKER et al., 2002; HUANG et al., 2011).

Sample F3 showed a similar distribution profile compared to the residual oil (R). The decrease in naphthalene concentration and the absence of 2-methyl naphthalene and acenaphthene, compared to F1 and F2, suggest a more advanced weathering/degradation process in samples F3 and R, since lighter compounds are primarily removed (ITOPF, 2019). The weathering of oil can be the result of the joint or isolated action of several biotic (metabolization of compounds, microbial degradation) or abiotic factors (activities from currents, temperature, winds, structural changes due to light activity) (FLOODGATE, 1984). This phenomenon may have occurred before the oil was ingested by the turtles, during the digestion process, or shortly after being released into the environment via feces.

The PAH selected in this study represent a group of compounds commonly present in oil and that stand out for their highly toxic potential in humans and animals. Information on

the effects of these PAH on sea turtles is scarce, but some studies have reported that they are potentially toxic, depending on the form and degree of exposure (ZYCHOWSKI; GODARD-CODDING, 2017). Phenanthrene and fluoranthene were positively correlated with enzyme activity, total protein, albumin, and globulins in the sea turtle plasma, which could induce adverse metabolic effects (CAMACHO et al., 2013). The authors suggest that these compounds may affect the kidneys of these animals, but more detailed studies are still needed to explore the likely influence of contaminants on their clinical parameters. In this study, the effects that PAH possibly caused on turtles were not evaluated, but the concentrations found in the feces of these animals are high and likely to cause damage, even if sublethal effects. These results report the presence of PAH in sea turtle feces under conditions of natural exposure and will certainly contribute to future studies, whether in situations of chronic contamination or catastrophic events such as what happened in the Brazilian Northeast in 2019.

Unfortunately, records of sea turtle populations contaminated by oil are increasing in the world. Future research should focus on toxicological studies on nests and stranded turtles to understand how the oil affects the populations in these regions at an ecological and physiological level. As a medium and long term measure, data from this survey could be used to support action plans focusing on oil spill disasters, taking into account the nesting and feeding areas of the sea turtles. It is also noteworthy that all species of sea turtles that inhabit this region are included in the Red List of the International Union for Conservation of Nature - IUCN (IUCN, 2020).

7.6 CONCLUSION

This study revealed some effects of the largest oil spill in Brazil on sea turtles. All areas inhabited by turtles and even some *E. imbricata* nests were contaminated with oil fragments. Part of the ingested oil was recorded in feces and had a composition similar to that found in a sample greased with sand, suggesting the same origin. Other ecotoxicological studies should be carried out to investigate the sublethal effects this oil can have on turtles or other organisms.

7.7 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank technical team and volunteers at NOG's Ecoassociados for helping on field work and data collection. Also, we would like to thank Dr Paula Regina Fortunato do Nascimento for macroalgae literature. Faculty Frassinetti in Recife for the loan of collection and sorting equipment. To the Z-12 fishermen and residents of Porto de Galinhas, for indicating the turtle feeding areas. E Zanardi-Lamardo, ME de Araújo and MFSD da Silva are funded by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) (Grants No. 311771/2019-0, No. 309984/2006-5 and No. 133807/2019-3 respectively). The chemical analysis was funded by CNPq, Ilter site 18 peld tams (PELD-TAMS 441632/2016-5) and LAV Rojas was funded by CAPES-PELD (PDJ152416/2020-0).

7.8 REFERENCES

- ALVES, M. D. O. et al. Aerial survey of manatees, dolphins and sea turtles off northeastern Brazil: correlations with coastal features and human activities. **Biological Conservation**, v. 161, p. 91-100, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.015>
- ARAÚJO, M. E. et al. Diversity patterns of reef fish along the Brazilian tropical coast. **Marine Environmental Research**, v. 160, p. 105038, 2020a. doi:10.1016/j.marenvres.2020.105038
- ARAÚJO, M. E. et al. Artisanal fishers, consumers and the environment: immediate consequences of the oil spill in Pernambuco, Northeast Brazil. **Cadernos de saúde pública**, v. 36, p. e00230319, 2020b.
- ARRUDA-SANTOS, R. H. et al. Sources and distribution of aromatic hydrocarbons in a tropical marine protected area estuary under influence of sugarcane cultivation. **Science of the total environment**, v. 624, p. 935-944, 2018. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.12.174
- BJORNDAL, K. A. et al. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. **The biology of sea turtles**, v. 1, 1997.
- BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. **The biology of sea turtles**, v. 2, p. 243-257, 2002. doi:10.1201/9781420040807.ch9
- BRUM, H. D. et al. Brazil oil spill response: Government inaction. **Science**, v. 367, n. 6474, p. 155-156, 2020. DOI: 10.1126/science.aba0369
- BUGONI, L. et al. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 42, n. 12, p. 1330-1334, 2001.
- CAMACHO, M. et al. Potential adverse health effects of persistent organic pollutants on sea turtles: evidences from a cross-sectional study on Cape Verde loggerhead sea turtles. **Science of the total environment**, v. 458, p. 283-289, 2013.
- CASAL, A. B.; ORÓS, J. Plasma biochemistry and haematology values in juvenile loggerhead sea turtles undergoing rehabilitation. 2009.

- CHANG, S. E. et al. Consequences of oil spills: a review and framework for informing planning. **Ecologyand Society**, v. 19, n. 2, 2014.
- CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco, 2020. (acessado em 10/03/2021).
- DI BELLO, A. et al. Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 47, n. 4, p. 351-354, 2006.
- ESCOBAR, H. Mystery oil spill threatens marine sanctuary in Brazil. 2019. Doi: 10.1126/science.366.6466.672.
- FLOODGATE, G. The fate of petroleum in marine ecosystem. **Petroleum Microbiology**, p. 355-398, 1984.
- FRASIER, K. E. et al. Impacts of the deepwater horizon oil spill on marine mammals and sea turtles. In: **Deep Oil Spills**. Springer, Cham, 2020. p. 431-462.
- GRAMENTZ, D. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 19, n. 1, p. 11-13, 1988.
- HALL, R. J. et al. Residues of petroleum hydrocarbons in tissues of sea turtles exposed to the Ixtoc I oil spill. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 19, n. 2, p. 106-109, 1983.
- HARMS, C. A. et al. Crude oil and dispersant cause acute clinicopathological abnormalities in hatchling loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). **Frontiers in veterinary science**, v. 6, p. 344, 2019.
- HUANG, Y. et al. Distribution and source differentiation of PAHs and PCBs among size and density fractions in contaminated harbor sediment particles and their implications in toxicological assessment. **Marine pollutionbulletin**, v. 62, n. 2, p. 432-439, 2011.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, 2020. <https://www.ibama.gov.br/manchasdeoleo-fauna-atingida> (accessed in 15 March 2021).
- International Tanker Owners Pollution Federation - ITOPF. TIP 02: fate of marine oil spills. [https:// www.itopf.org/knowledge-resources/docu ments-guides/document/tip-02-fate-of-marine-oil-spills/](https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-02-fate-of-marine-oil-spills/) (acessadoem 13/Nov/2019).
- IUCN (2020) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <<https://www.iucnredlist.org>>
- LABOREL-DEGUEN, F. et al. Recifes Brasileiros: o legado de Laborel. Rio de Janeiro, Museu Nacional. Série Livros n. 64. 376 p.2019.
- LIRA, L. et al. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. 2010.
- LOURENÇO, R. A. et al. Mysterious oil spill along Brazil's northeast and southeast seaboard (2019–2020): Trying to find answers and filling data gaps. **Marine pollution bulletin**, v. 156, p. 111219, 2020.
- LUTCAVAGE, M. E. et al. Physiologic and clinicopathologic effects of crude oil on loggerhead sea turtles. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 28, n. 4, p. 417-422, 1995.
- LUTCAVAGE, M. E. et al. Human Impacts on Sea. **The biology of sea turtles**, v. 1, p. 387, 1997.
- LUTZ, P. L. et al (Ed.). **The biology of sea turtles, Volume II**. CRC press, 2002.

- MACIEL, D. C. et al. Sources and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in an urbanized tropical estuary and adjacent shelf, Northeast of Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 101, n. 1, p. 429-433, 2015.
- MAGRIS, R. A.; GIARRIZZO, T. Mysterious oil spill in the Atlantic Ocean threatens marine biodiversity and local people in Brazil. **Marine pollutionbulletin**, v. 153, p. 110961, 2020.
- MALLMANN, D. et al. Classificação morfodinâmica das praias arenosas de Ipojuca (Pernambuco, Brasil) através da análise semântica de imagens de satélite pancromáticas. **PesquisasemGeociências**, v. 41, n. 2, p. 169-189, 2014.
- MILTON, S. et al. Oil toxicity and impacts on sea turtles. **Oil and Sea Turtles: Biology, Planning, and response. NOAA National Ocean Service**, p. 35-47, 2003.
- MOURA, C. C. M. et al. Distribuição espaço-temporal e sucesso reprodutivo de *Eretmochelysimbricata* nas praias do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, n. 3, p. 254-260, 2012.
- NASRI SISSINI, M. et al. Brazil oil spill response: Protect rhodolith beds. **Science**, v. 367, n. 6474, p. 156-156, 2020.
- PHILLOTT, A. D.; PARMENTER, C. J. Influence of diminished respiratory surface area on survival of sea turtle embryos. **Journal of Experimental Zoology**, v. 289, n. 5, p. 317-321, 2001. [https://doi.org/10.1002/1097-010X\(20010415/30\)289:5<317::AID-JEZ5>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1097-010X(20010415/30)289:5<317::AID-JEZ5>3.0.CO;2-0)
- POPPI, L.; MARCHIORI, E. Standard protocol for post-mortem examination on sea turtles. **Network for the Conservation of Cetaceans and Sea Turtles in the Adriatic**, 2013.
- RUBERG, E. J. et al. Review of petroleum toxicity in marine reptiles. **Ecotoxicology**, p. 1-12, 2021.
- SFORZA, R. et al. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas: Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de empreendimentos Costeiros e Marinhos. **Brasília: ICMBio**, 2017.
- SILVA, K. O. et al. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 53-64, 2019.
- SIMÕES, T. N. et al. Heavy metals in blood and in nests affect reproduction parameters in *Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766 (Testudines: Cryptodira). **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 14, n. 1, p. 65-72, 2019.
- SOARES, M. O. et al. Brazil oil spill response: Time for coordination. **Science**, v. 367, n. 6474, p. 155-155, 2020a.
- SOARES, M. O. et al. Oil spill in South Atlantic (Brazil): Environmental and governmental disaster. **Marine Policy**, v. 115, p. 103879, 2020b.
- UNEP. Determination of Petroleum Hydrocarbons in Sediments. Reference Methods for Marine Pollution Studies 20, 75 pp.1992.
- VLEET, E. S. V.; PAULY, G. G. Characterization of oil residues scraped from stranded sea turtles from the Gulf of Mexico. **Carib J Sci**, v. 23, p. 77-83, 1987.
- WALLACE, B. P. et al. Oil spills and sea turtles: documented effects and considerations for response and assessment efforts. **Endangered Species Research**, v. 41, p. 17-37, 2020.
- WANG, Z.; FINGAS, M. F. Development of oil hydrocarbon fingerprinting and identification techniques. **Marine Pollution Bulletin**, V., 9–12, p 423-452. 2003.

WITHERINGTON, B. Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. **Marine Biology**, v. 140, n. 4, p. 843-853, 2002.

YAGHMOUR, F. et al. Analysis of polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine pesticides in the tissues of green sea turtles, *Chelonia mydas*, (Linnaeus, 1758) from the eastern coast of the United Arab Emirates. **Marine Pollution Bulletin**, v. 160, p. 111574, 2020.

YENDER, R. A.; MEARNS, A. J. Case studies of spills that threaten sea turtles. **Oil and Sea Turtles: Biology, Planning, and response. NOAA, National Ocean Service, Office of Response and Restoration, Seattle, Washington**, p. 69-86, 2003.

YLITALO, G. M. et al. Determining oil and dispersant exposure in sea turtles from the northern Gulf of Mexico resulting from the Deepwater Horizon oil spill. **Endangered Species Research**, v. 33, p. 9-24, 2017.

YUNKER, M. B. et al. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. **Organic geochemistry**, v. 33, n. 4, p. 489-515, 2002.

ZYCHOWSKI, G. V.; GODARD-CODDING, C. A. J. Reptilian exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and associated effects. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 36, n. 1, p. 25-35, 2017.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO

A presente pesquisa fornece resultados inéditos que indicam estar as tartarugas marinhas bem distribuídas no litoral de Ipojuca. Elas o utilizam em seus ecossistemas recifais para completar seu ciclo de vida para se alimentar, descansar, transitar e nidificar. As macroalgas e fanerógamas marinhas constituem a dieta de várias espécies de tartarugas marinhas, principalmente pela tartaruga-verde, bastante comum nessa costa.

A presença de resíduos antropogênicos e de petróleo em suas fezes e em seus ninhos constata que esses animais estão, cada vez mais, ameaçados por impactos antropogênicos na região. Esta pesquisa cumpriu duas das oito metas do Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas, que foram: Meta 5 que trata da, identificação, proteção e monitoramento das principais áreas de alimentação, migração e descanso das tartarugas marinhas, nos próximos 5 anos e Meta 8 relacionado ao aumento do conhecimento científico relacionado à conservação de tartarugas marinhas, em 5 anos.

Os dados obtidos na presente pesquisa podem ser utilizados como parte ou ferramenta para a gestão do município, considerando o relevante elemento ecológico de ser esta uma área de alimentação de tartarugas-verde, ou seja, uma área a ser protegida. Por fim, recomendamos:

- É necessário dar continuidade a estudos a partir de análises de conteúdos fecais, também do trato gastrointestinal de animais mortos e consequentemente sua saúde.
- Para maior confiabilidade na determinação do padrão alimentar dessas populações de tartarugas jovens e adultas presentes nesse litoral, é preciso interagir com os pescadores e mergulhadores locais para a realização do monitoramento e conservação desses animais.
- É preciso realizar marcações de tartarugas presentes nessas áreas de alimentação recomendada neste trabalho.
- Será necessário ainda acompanhar a distribuição e abundância de bancos de fanerógamas e macroalgas para avaliar a disponibilidade sazonal destes recursos. Paralelamente, sugere-se verificar continuamente os impactos antropogênicos e os efeitos que eles causam na fauna de testudines no litoral pernambucano.

ANEXO A. Relação de espécies de macroalgas encontradas como alimento de tartarugas marinhas no mundo.

OCHROPHYTA

Canistrocarpus sp.

Canistrocarpus cervicornis (Kützinger) De Paula & De Clerck in De Clerck & al.

Chnoospora implexa J.Agardh

Cystoseira sp.

Dictyopteris delicatula J.V.Lamouroux

Dictyopteris plagiogramma (Montagne) Vickers

Dictyopteris sp.

Dictyota dichotoma (Hudson) J.V.Lamouroux

Dictyota flabellata (Collins) Setchell & N.L.Gardner

Dictyota sp.

Hydroclathrus clathratus (C.Agardh) M.Howe in N.L.Britton & C.F.Millsbaugh

Ishige sinicola (Setchell & N.L.Gardner) Chihara

Lobophora sp.

Lobophora variegata (J.V.Lamouroux) Womersley ex E.C.Oliveira

Padina australis Hauck

Padina durvillei Bory

Padina sp.

Petalonia sp.

Pocockiella variegata (J.V.Lamouroux) Papenfuss

Sargassum filipendula C.Agardh

Sargassum fluitans (Børgesen) Børgesen

Sargassum furcatum Kützinger

Sargassum cymosum C.Agardh

Sargassum hystrix J.Agardh

Sargassum johnstonii Setchell & N.L.Gardner

Sargassum sinicola subsp. *camouii* (E.Y.Dawson) J.N.Norris & Yensen in J.N. Norris

Sargassum sp.

Sargassum vulgare C.Agardh

Spatoglossum schroederi (C.Agardh) Kützinger

Sphacelaria sp.

Sporochnus bolleanus Montagne

Sporochnus pedunculatus (Hudson) C.Agardh

Turbinaria sp.

Zonaria sp.

RHODOPHYTA

Acanthophora sp.

Acanthophora spicifera (M.Vahl) Børgesen

Acrochaetium sp.

Agardhiella tenera (J.Agardh) F.Schmitz in F.Schmitz & Hauptfleisch

Amansia sp.

Amansia glomerata C.Agardh

Amansia multifida J.V.Lamouroux
Amphiroa sp.
Arthrocardia sp.
Arthrocardia gardneri Manza
Asparagopsis sp.
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan
Bostrychia moritziana (Sonder ex Kützing) J.Agardh
Bostrychia sp.
Bryocladia sp.
Botryocladia sp.
Botryocladia occidentalis (Børgesen) Kylin
Bryothamnion seaforthii (Turner) Kützing
Bryothamnion sp.
Bryothamnion triquetrum (S.G.Gmelin) M.Howe
Calliarthron sp.
Caulacanthus sp.
Centrocera sp.
Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne
Ceramium sp.
Champia sp.
Champia parvula (C.Agardh) Harvey
Chondracanthus sp.
Chondria sp.
Chondrophycus sp.
Coelothrix sp.
Coralinaceae
Corallina cubensis (Montagne ex Kützing) Kützing
Cryptonemia crenulata (J.Agardh) J.Agardh
Cryptonemia luxurians (C.Agardh) J.Agardh
Cryptonemia seminervis (C.Agardh) J.Agardh
Cryptonemia sp.
Cryptopleura sp.
Cryptopleura ramosa (Hudson) L.Newton
Dasya sp.
Digenea sp.
Enantiocladia duperreyi (C.Agardh) Falkenberg
Eucheuma sp.
Eucheuma muricatum (S.G.Gmelin) Weber Bosse
Eucheuma uncinatum Setchell & Gardner
Galaxaura obtusata (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux
Galaxaura sp.
Gelidiaceae
Gelidiella acerosa (Forsskål) Feldmann & Hamel
Gelidiella sp.

Gelidiella trinitatis W.R.Taylor
Gelidiopsis gracilis (Kützinger) Feldmann
Gelidiopsis sp.
Gelidiopsis acrocarpa (Harvey ex Kützinger) De Toni
Gelidiopsis variabilis (Greville ex J.Agardh) F.Schmitz
Gelidium corneum (Hudson) J.V.Lamouroux
Gelidium johnstonii Setchell & N.L.Gardner
Gelidium lineare Iha & Freshwater in Iha & al.
Gelidium sp.
Gigartina johnstonii E.Y.Dawson
Gigartina pectinata E.Y.Dawson
Gigartina sp.
Gracilaria cervicornis (Turner) J.Agardh
Gracilaria cylindrica Børgesen
Gracilaria crassa Harvey ex J.Agardh
Gracilaria cuneata Areschoug
Gracilaria domingensis (Kützinger) Sonder ex Dickie
Gracilaria ferox J.Agardh
Gracilaria foliifera (Forsskål) Børgesen
Gracilaria mammillaris (Montagne) M.Howe
Gracilaria ornata Areschoug
Gracilaria robusta Setchell in F.S. Collins, Holden & Setchell
Gracilaria sp.
Gracilaria spinigera E.Y.Dawson
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
Gracilariopsis lemaneiformis (Bory) E.Y.Dawson, Acleto & Foldvik
Gracilariopsis sjoestedtii (Kylin) E.Y.Dawson
Gracilariopsis sp.
Grateloupia sp.
Griffithsia sp.
Gymnogongrus sp.
Haliptilon sp.
Haloplegma duperreyi Montagne
Halymenia sp.
Halymenia floresii (Clemente) C.Agardh
Halymenia refugiensis E.Y.Dawson
Heterosiphonia sp.
Hypnea cervicornis J.Agardh
Hypnea musciformis (Wulfen) J.V.Lamouroux
Hypnea pseudomusciformis Nauer, Cassano & M.C.Oliveira
Hypnea sp.
Hypnea spinella (C.Agardh) Kützinger
Hypoglossum sp.
Jania sp.

Laurencia brongniartii J.Agardh
Laurencia filiformis (C.Agardh) Montagne
Laurencia johnstonii Setchell & N.L.Gardner
Laurencia obtusa (Hudson) J.V.Lamouroux
Laurencia sp.
Lenormandiopsis sp.
Lenormandiopsis lorentzii (Weber Bosse) Papenfuss
Leveillea jungermannioides (Hering & G.Martens) Harvey
Lithophyllum sp.
Osmundaria sp.
Palisada perforata (Bory) K.W.Nam
Platysiphonia sp.
Plocamium brasiliense (Grev.) M.Howe & W.R.Taylor
Polysiphonia sp.
Porphyra sp.
Predaea sp.
Prionitis obtusa Sonder
Protokuetzingia schottii W.R.Taylor
Pterocladia beachiae Freshwater in Thomas & Freshwater
Pterocladia capillacea (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand
Pterocladia sp.
Rhodymenia sp.
Rhodymenia pseudopalmata (J.V.Lamouroux) P.C.Silva
Scinaia sp.
Spyridia sp.
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey
Tolypiocladia glomerulata (C.Agardh) F.Schmitz in F.Schmitz & Falkenberg
Vidalia obtusiloba (Mertens ex C.Agardh) J.Agardh
Vidalia sp.
Wrangelia sp.
Wurdemannia miniata (Sprengel) Feldmann & Hamel
Wurdemannia sp.

CHLOROPHYTA

Acetabularia crenulata J.V.Lamouroux
Acicularia sp.
Anadyomne sp.
Avrainvillea sp.
Boodleopsis sp.
Bryopsis pennata J.V.Lamouroux
Bryopsis plumosa (Hudson) C.Agardh
Bryopsis sp.
Caulerpa ashmeadii Harvey
Caulerpa brachypus Harvey
Caulerpa cupressoides (Vahl) C.Agardh

Caulerpa cupressoides var. *flabellata* Børgesen
Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* Weber Bosse
Caulerpa lanuginosa J.Agardh
Caulerpa lentillifera J.Agardh
Caulerpa mexicana Sonder ex Kützing
Caulerpa paspaloides (Bory) Greville
Caulerpa prolifera (Forsskål) J.V.Lamouroux
Caulerpa racemosa (Forsskål) J.Agardh
Caulerpa sertularioides (S.G.Gmelin) M.Howe
Caulerpa sp.
Caulerpa urvilleana Montagne
Chaetomorpha antennina (Bory) Kützing
Chaetomorpha sp.
Chamaedoris peniculum (J.Ellis & Solander) Kuntze
Cladophora sp.
Codium intertextum Collins & Hervey
Codium isthmocladum Vickers
Codium simulans Setchell & N.L.Gardner
Codium taylorii P.C.Silva
Codium sp.
Enteromorpha acanthophora Kützing
Ernodesmis sp.
Halimeda discoidea Decaisne
Halimeda incrassata (J.Ellis) J.V.Lamouroux
Halimeda sp.
Monostroma oxyspermum (Kützing) Doty
Penicillus capitatus Lamarck
Penicillus dumetosus f. *expansus* Børgesen
Udotea sp.
Udotea conglutinata (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux
Udotea flabellum (J.Ellis & Solander) M.Howe
Udotea spinulosa M.Howe
Rhipocephalus phoenix (J.Ellis & Solander) Kützing
Rhizoclonium sp.
Ulva fasciata Delile
Ulva lactuca Linnaeus
Ulva sp.
Valonia sp.

Fonte: Ferreira (1968); Mortimer (1981); Garnett et al, (1985); Forbes (1996); Seminoff et al. (2002a); Reisser et al. (2013); Carman (2014); Romanini (2014); Ferreira (2018); Hearne et al. (2019); Rodrigues et al. (2019); Méndez-salgado et al. (2020).

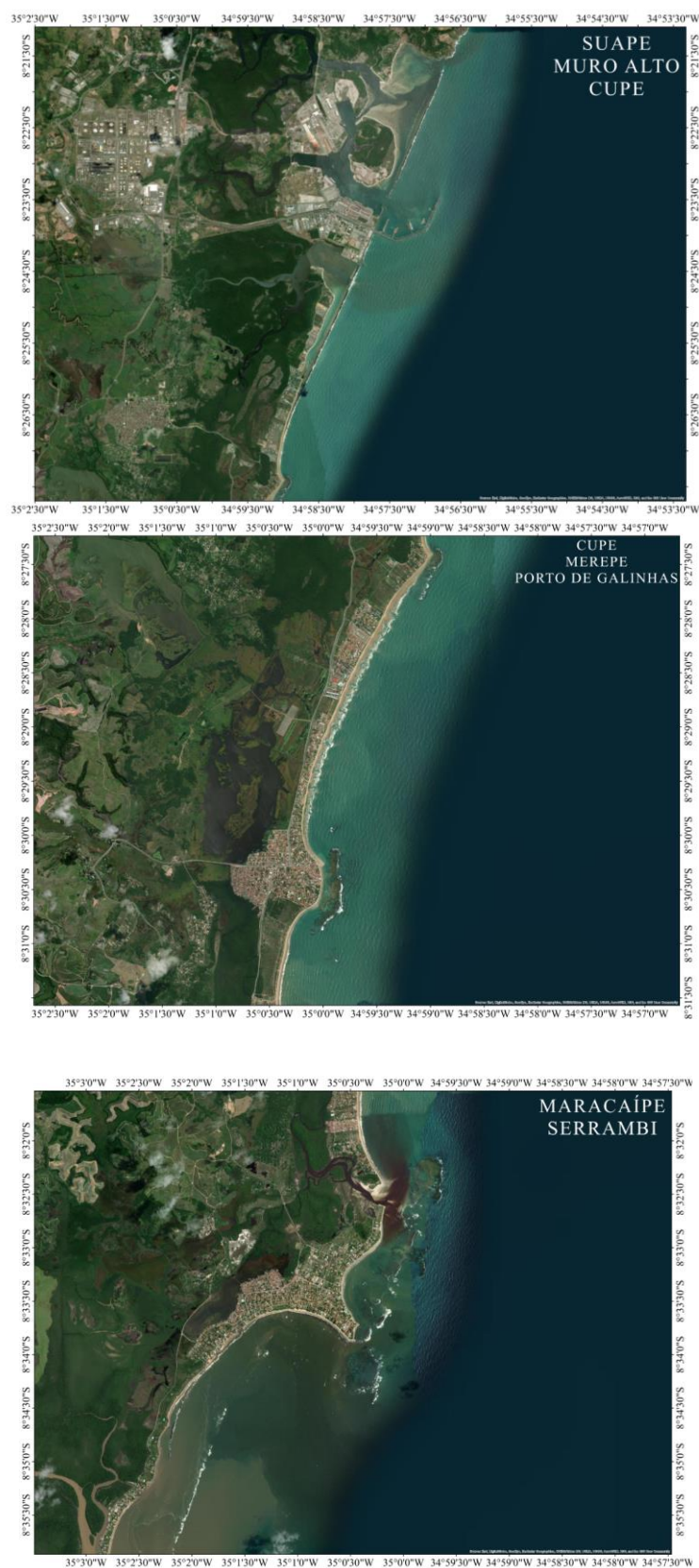
ANEXO B. Ficha de entrevistas utilizadas na metodologia de *Snowball* com os pescadores e mergulhador da cidade de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco.

FICHA DE ENTREVISTAS		Nº _____
Entrevistador (a): _____ Data da Entrevista: __/__/__		
DADOS DO ENTREVISTADO		
Nome ou Apelido (opcional): _____ Idade: _____ Profissão: _____ Sexo: () M () F Naturalidade: _____		
1. Você conhece as tartarugas marinhas da região? () SIM () NÃO 2. Quais as tartarugas que costuma ver? () 1. Pente () 2. Oliva () 3. Cabeçuda () 4. Verde () 5. Couro 3. Como faz para identifica-la? 4. Quais delas são mais frequentes? 1º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 2º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 3º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 5. Quais são os que menos avistadas? 1º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 2º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 3º - () 1. () 2. () 3. () 4. () 5. 6. Qual o tamanho delas? 7. Quais os locais que costumam avistá-las? 8. Quais os períodos em que costuma ver nesses locais? Época/Mês? Ano? Quantidade? 9. Você sabe se elas nestas regiões? Quais? 10. Qual o alimento delas na região? 11. Costuma ver mortas? Espécie? Tamanho? Época? Estado de decomposição? 12. Você já viu fezes delas? () SIM () RARAMENTE () NÃO Qual a região?		

ANEXO C. Prancha das cinco espécies de tartarugas marinhas ocorrentes no Brasil, utilizadas na metodologia de *Snowball* com os pescadores e mergulhador da cidade de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco. Fonte das imagens: *Google Imagens*.



ANEXO D. Mapas da região de Ipojuca, Suape até Serrambi, utilizadas na metodologia de *Snowball* com os pescadores e mergulhador da cidade de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco.



ANEXO E. Espécime taxidemizada de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), utilizada na metodologia de *Snowball* com os pescadores e mergulhador da cidade de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco. **A.** Vista lateral. **B.** Vista dorsal

A**B**

ANEXO F. Sinopse das espécies ocorrentes nos recifes areníticos de Porto de Galinhas e Serrambi, Ipojuca, Pernambuco, realizado por levantamentos bibliográficos. Com (+) e sem (-) registros.

TAXON	PRAIAS DO LITORAL SUL PERNAMBUCO	
	Porto de Galinhas ¹	Serrambi ²
Ochrophyta		
Dyctyotales		
Dyctyotaceae		
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kützinger) De Paula & De Clerck in De Clerck et al.	+	-
<i>Dictyopteris delicatula</i> J. V. Lamour.	+	+
<i>Dictyopteris jolyana</i> Oliveira filho et. Furtado	-	+
<i>Dictyopteris plagiogramma</i> (Montagne) Vickers	-	+
<i>Dictyopteris polypodioides</i> (DC. In Lam. & DC.) J. V. Lamour.	-	+
<i>Dictyota</i> sp.	+	-
<i>Dictyota bartayresiana</i> J. V. Lamour.	+	+
<i>Dictyota ciliolata</i> Sond. ex Kuetz.	+	+
<i>Dictyota jamaicensis</i> W.R.Taylor	-	+
<i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter. Hoer	+	+
<i>Dictyota mertensii</i> (Mart.) Kuetz.	-	+
<i>Dictyota pulchella</i> Hörning & Schnetter	+	+
<i>Lobophora variegata</i> (J. V. Lamour.) Womersley ex E. C. Oliveira	+	+
<i>Padina gymnospora</i> (Kuetz.) Sond.	+	+
<i>Spatoglossum schoroederi</i> Kützinger	-	+
Ectocarpales		
Scytosiphonaceae		
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Roth) Derbès & Solier	+	+
Fucales		
Sargassaceae		
<i>Sargassum</i> sp.	-	+
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh	+	+
<i>Sargassum polyceratum</i> Mont.	+	-
Rhodophyta		
Corallinales		
Coralinaceae		
<i>Amphiroa</i> sp.	+	+
<i>Amphiroa anastomosans</i> Weber Bosse	-	+
<i>Amphiroa beauvoisii</i> J. V. Lamour.	-	+
<i>Amphiroa brasiliensis</i> Decaisne	-	+
<i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) J. V. Lamour.	-	+
<i>Amphiroa rigida</i> J. V. Lamour	-	+
<i>Jania</i> sp.	+	+
<i>Jania adhaerens</i> J. V. Lamour.	-	+
<i>Jania capillaceae</i> Harv.	-	+
<i>Jania subulata</i> (Ellis & Solander) Sonder	-	+

<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing	-	+
Nemaliales		
Galaxauraceae		
<i>Dichotomaria marginata</i> (J.Ellis & Solander) Lamarck	-	+
<i>Galaxaura rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.	+	+
<i>Tricleocarpa cylindrica</i> (J. Ellis & Sol.) Huisman & Borow.	-	+
Liagoraceae		
<i>Ganonema farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang	-	+
<i>Liagora ceranoides</i> J.V.Lamouroux	-	+
Liagoropsidaceae		
<i>Liagoropsis schrammii</i> (P.Crouan & H.Crouan) Doty & I.A.Abbott	-	+
Ceramiales		
Ceramiaceae		
<i>Ceramium nitens</i> (C.Agardh) J.Agardh	+	-
Dasyaceae		
<i>Dictyurus occidentalis</i> J. Agardh	-	+
Rhodomelaceae		
<i>Acanthophora muscoides</i> (L.) Bory	-	+
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Boergesen	-	+
<i>Amansia multifida</i> J. V. Lamour.	-	+
<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kütz.	-	+
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (S. G. Gmel.) M. Howe	+	+
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	-	+
<i>Dipterosiphonia dendritica</i> (C. Agardh) F. Schmitz in Engl. & Prantl	-	+
<i>Enantiocladia duperreyi</i> (C. Agardh) Falkenb.	-	+
<i>Herposiphonia secunda</i> (C. Agardh) Anbronn	-	+
<i>Laurencia</i> sp.	-	+
<i>Laurencia dendroidea</i> J. Agardh	-	+
<i>Laurencia filiformis</i> (C.Agardh) Montagne	-	+
<i>Osmundaria</i> sp.	-	+
<i>Osmundaria obtusiloba</i> (C. Agardh) R.E. Norris	-	+
<i>Palisada flagellifera</i> (J.Agardh) K.W.Nam	-	+
<i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam	-	+
<i>Polysiphonia subtilissima</i> Mont.	-	+
Wrangeliaceae		
<i>Haloplegma duperreyi</i> Mont.	-	+
Gelidiales		
Gelidiaceae		
<i>Gelidium</i> sp.	+	+
Gelidiellaceae		
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldmann & Hamel	-	+
<i>Parviphycus</i> sp.	+	-
Pterocladaceae		
<i>Pterocladella beachiae</i> Freshwater in Thomas & Freshwater	+	-
Gigartinales		

Cystocloniaceae

<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacq.) J. V. Lamour.	+	+
<i>Hypnea pseudomusciformis</i> Nauer, Cassano & M. C. Oliveira	-	+
<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kuetz.	-	+

Gigartinaceae

<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq in Hommersand & al.	-	+
---	---	---

Rhizophyllidaceae

<i>Ochtodes secundiramea</i> (Mont.) M.How	+	+
--	---	---

Solieriaceae

<i>Meristotheca gelidium</i> (J.Agardh) E.J.Faye & Masuda	-	+
<i>Solieria filiformis</i> (Kuetz.) P. W. Gabrielson	-	+

Gracilariales**Gracilariaceae**

<i>Gracilaria</i> sp.	-	+
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh	+	+
<i>Gracilaria cornea</i> J.Agardh	-	+
<i>Gracilaria cuneata</i> Aresch.	-	+
<i>Gracilaria domingensis</i> (Kütz.) Sond. ex Dickie	-	+
<i>Gracilaria foliifera</i> (Forsskål) Børgesen	-	+
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i> (Bory) E.Y.Dawson, Acleto & Foldvik	-	+

Halymeniales**Halymeniaceae**

<i>Cryptonemia bengryi</i> W. R. Taylor	-	+
<i>Cryptonemia crenulata</i> (J. Agardh) J. Agardh	+	+
<i>Cryptonemia lamation</i> (Bertoloni) J. Agardh	+	+
<i>Halymenia</i> sp.	-	+

Rhodymeniales**Champiaceae**

<i>Champia feldmannii</i> Diaz-Pif.	-	+
<i>Champia parvula</i> (C.Agardh) Harvey	-	+
<i>Champia vieillardii</i> Kützing	-	+

Lornentariaceae

<i>Ceratodictyon variabile</i> (J.Agardh) R.E.Norris	-	+
<i>Lomentaria rawitscheri</i> A.B.Joly	-	+

Rhodymeniaceae

<i>Botryocladia occidentalis</i> (Boergesen) Kylin	+	+
<i>Botryocladia pyriformis</i> (Boergesen) Kylin	-	+

Chlorophyta**Bryopsidales****Bryopsidaceae**

<i>Bryopsis pennata</i> J. V. Lamour.	-	+
<i>Bryopsis plumosa</i> f. <i>disticha</i>	-	+
<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh	-	+

Caulerpaceae

<i>Caulerpa ambigua</i> Okamura	-	+
<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i> f. <i>disticha</i>	-	+

<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i> f. <i>lycopodium</i>	-	+
<i>Caulerpa mexicana</i> f. <i>pectinata</i>	-	+
<i>Caulerpa mexicana</i> Sond. ex Kuetz.	-	+
<i>Caulerpa microphysa</i> (Weber Bosse) Feldmann	+	+
<i>Caulerpa prolifera</i> (Forssk.) J. V. Lamour.	-	+
<i>Caulerpa racemosa</i> (Forsk.) J. Agardh	+	+
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>occidentalis</i> (J. Agardh) Borgesen	+	+
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>peltata</i> (J.V. Lamour.) Eubank	+	+
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>racemosa</i> (Forsk.) J. Agardh	+	+
<i>Caulerpa scalpelliformis</i> (R.Brown ex Turner) C.Agardh	-	+
<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) J.Agardh	-	+
<i>Caulerpa sertularioides</i> (S. G. Gmel.) M. Howe	-	+
<i>Caulerpa verticillata</i> J.Agardh	-	+
Codiaceae		
<i>Codium intertextum</i> Collins & Herv.	+	+
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers	-	+
<i>Codium repens</i> P.Crouan & H.Crouan in Vickers	-	+
<i>Codium taylorii</i> P.C.Silva	-	+
Dichotomosiphonaceae		
<i>Avrainvillea longicaulis</i> (Kützinger) G.Murray & Boodle	-	+
<i>Avrainvillea nigricans</i> Decaisne	-	+
Halimedaceae		
<i>Halimeda</i> sp.	+	+
<i>Halimeda gracilis</i> Harv. ex J. Agardh	-	+
<i>Halimeda opuntia</i> (L.) J. V. Lamour.	+	+
<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.	-	+
Udoteaceae		
<i>Penicillus capitatus</i> Lam.	-	+
<i>Boodlopsis pusila</i> (Collins) W. R. Taylor, A. B. Joly & Bernat	-	+
<i>Udotea flabellum</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour.	-	+
<i>Udotea occidentalis</i> A.Gepp & E.S.Gepp	-	+
Cladophorales		
Anadyomenaceae		
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen in Jacq.) C. Agardh	-	+
Boodleaceae		
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh)	-	+
<i>Phyllodictyon anastomosans</i> (Harv.) Kraft & M.J. Wynne	-	+
Cladophoraceae		
<i>Chaetomorpha brachygona</i> Harvey, Nereis Bor. Amer.	-	+
<i>Cladophora coelothrix</i> Kütz.	+	+
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek	-	+
<i>Rhizoclonium riparum</i> (roth) Kuetz ex Harv.	-	+
Siphonocladaceae		
<i>Chamaedoris peniculum</i> (J. Ellis & Solander) Kützinger	-	+
<i>Dictyosphaeria versluisii</i> Weber Boss	-	+
<i>Ernodesmis verticillata</i> (Kütz.) Borgesen	-	+
Valoniaceae		

<i>Valonia aegagropila</i> C. Agardh	-	+
Dasycladales		
Dasycladaceae		
<i>Neomeris annulata</i> Dickie	-	+
Polyphysaceae		
<i>Acetabularia calyculus</i> J.V. Lamour. in Quoy & Gaimard	-	+
<i>Acetabularia pusilla</i> (M.Howe) Collins	-	+
Ulotrichales		
Gayraliaceae		
<i>Gayralia oxysperma</i> (Kützinger) K.L.Vinogradova ex Scagel et al.	-	+
Ulvales		
Ulvaceae		
<i>Ulva fasciata</i> Delile	-	+
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	-	+
<i>Ulva lactuca</i> L.	-	+
Ulvellaceae		
<i>Ulvella scutata</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B. Wysor in R. Nielsen & al.	-	+

FONTE: (1) Porto de Galinhas (PG): Fugi et al. et al (2001); Pereira et al. (2002); Bandeira-pedrosa et al. (2004); Barata (2008); Brayner et al. (2008); Alves (2015); Jamas (2015); (2) Serrambi: Pereira; Accioly (1998); Pereira et al. (2002); Bandeira-pedrosa et al. (2004); Barata (2008); Brayner et al. (2008); Rocha et al. (2013); Farias (2015); Ximenes (2015); Silva (2016); Santos (2017); Geyer (2018); Dos Santos (2020).

ANEXO G. Declaração do SISBIO permitindo as coletas do material biológico no litoral de Ipojuca, Pernambuco.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 70720-1	Data da Emissão: 05/08/2019 16:52:18	Data da Revalidação*: 05/08/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Matheus Felipe de Souza Dias da Silva	CPF: 088.085.784-61
Título do Projeto: A Pesquisa tem o como finalidade o mapeamento de potenciais áreas de forrageio no litoral sul de Pernambuco, e com isto será possível gerar informações que subsidiarão a indicação de áreas prioritárias para a aplicação de políticas públicas ambientais mais eficazes para a proteção dos habitats de alimentação.	
Nome da Instituição: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE	CNPJ: 24.134.488/0001-08

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta do Material Biológico	07/2019	02/2021

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Paula Regina Fortunato do Nascimento	Pesquisadora e Coletora	932.010.524-34	Brasileira
2	MARIA DANISE DE OLIVEIRA ALVES	Pesquisadora e coletora	837.261.873-91	Brasileira
3	MARIA ELISABETH DE ARAÚJO	Coletora e Pesquisadora	139.485.983-04	Brasileira

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0707200120190805

Página 1/4

ANEXO H. Comprovante de submissão do artigo intitulado “Oil spill off the Northeast coast of Brazil: impacts caused on sea turtles” submetido na revista Environmental Pollution.

Environmental Pollution
Oil spill off the northeast coast of Brazil: impacts caused on sea turtles
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	ENVPOL-D-21-04244
Article Type:	Research Paper
Keywords:	Petroleum; South Atlantic; Marine vertebrate; Feces; Testudines
Corresponding Author:	Matheus de Souza Silva, M.D UFPE: Universidade Federal de Pernambuco Paulista, PE BRAZIL
First Author:	Matheus de Souza Silva, M.D
Order of Authors:	Matheus de Souza Silva, M.D Eliete Zanardi-Lamardo Lino Angel Valcarcel Rojas Maria Danise de Oliveira Alves Vivian Chimendes da Silva Neves Maria Elisabeth de Araújo
Abstract:	In 2019, Brazilian Northeast and Southeast coast were hit by crude oil, causing significant impacts on several ecosystems. These coastal zones are spawning and feeding areas for populations of four species of sea turtles, which are susceptible to damage caused by the oil spill. It was investigated whether the oil found in the dead turtles, their nests, and feces were related to this oil disaster. The area of study was the municipality of Ipojuca, located on the south coast of the state of Pernambuco, in the northeast region of the country. Records oil findings were obtained through official public reports (IBAMA and CPRH), a database from the Ecoassociados Non-Governmental Organization and complaints on the social network Instagram. Stool collections were made at four sites, two in the upper mid littoral area and two in the infralittoral reef areas. They were obtained after intensive search and dives. Data referring to stranding and nesting sites were collected in partnership with the NGO's monitoring actions. In total, the 24 oil records allowed for the conclusion that all regions with sea turtles were affected. The oil found in feces collected in February/2020 was analyzed in terms of the concentrations of 16 PAH. The distributions observed in feces samples were similar to that found in a sandy-oiled sample suggesting that both had the same origin. A specimen of <i>Chelonia mydas</i> was found dead and oiled, and five nests of <i>Eretmochelys imbricata</i> were contaminated with oil fragments. Therefore, this research suggests that the aforementioned disaster hit severely and continues to impact breeding and foraging sites for sea turtles negatively. Such results are unprecedented and essential to support future research and alert authorities in the various governmental spheres about the risks and the application of preventive management in the oil industry's environmental damage to marine biodiversity.
Suggested Reviewers:	Ana Cecília Rizzatti de Albergaria Barbosa, doctor Universidade Federal da Bahia cecilia.albergaria@ufba.br Dr. Albergaria-Barbosa has been working with organic contaminants for several years - she has expertise in PAH contamination in several environmental matrices as well as in using diagnostic ratios to identify source of petroleum. Her experience could contribute to the improvement of the manuscript. Céline A. Godard-Coddling, doctor University of Missouri College of Human Environmental Sciences celine.godard@ttu.edu Dr. Godard-Coddling has focused her research on mechanistic toxicology, endangered wildlife ecotoxicology and conservation, endocrinology and biomarkers. Her experience could contribute to the improvement of the manuscript. Ednilza Maranhão Santos, doctor

1 Title: Oil spill off the northeast coast of Brazil: impacts caused on sea turtles

2 Author names and affiliations:

3 Matheus Felipe de Souza Dias da Silva^{a*}, Eliete Zanardi-Lamardo^a, Lino Angel Valcarcel
4 Rojas^a, Maria Danise de Oliveira Alves^b, Vivian Chimendes da Silva Neves^c, Maria
5 Elisabeth de Araújo^a

6
7 ^aOceanography Department, Universidade Federal de Pernambuco
8 Av. Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, Brazil. ZIP Code 50740-550.

9
10 ^bFaculdade Frassinetti do Recife
11 Av. Conde da Boa Vista, 921, Recife – PE, Brazil. ZIP Code 50060-002.

12
13 ^cEcoassociados NGO
14 Rua Caraúna, s/n, Praça 4, Loteamento Porto de Galinhas, Ipojuca, PE, Brazil. Zip Code
15 55590-000.

16
17 ^{*}Corresponding author: Matheus Felipe de Souza Dias da Silva
18 matheus.diassilva@ufpe.br

19
20 Abstract

21 In 2019, Brazilian Northeast and Southeast coast were hit by crude oil, causing
22 significant impacts on several ecosystems. These coastal zones are spawning and feeding
23 areas for populations of four species of sea turtles, which are susceptible to damage
24 caused by the oil spill. It was investigated whether the oil found in the dead turtles, their
25 nests, and feces were related to this oil disaster. The area of study was the municipality of
26 Ipojuca, located on the south coast of the state of Pernambuco, in the northeast region of
27 the country. Records oil findings were obtained through official public reports (IBAMA
28 and CPRH), a database from the Ecoassociados Non-Governmental Organization and
29 complaints on the social network *Instagram*. Stool collections were made at four sites,
30 two in the upper mid littoral area and two in the infralittoral reef areas. They were
31 obtained after intensive search and dives. Data referring to stranding and nesting sites
32 were collected in partnership with the NGO's monitoring actions. In total, the 24 oil
33 records allowed for the conclusion that all regions with sea turtles were affected. The oil
34 found in feces collected in February/2020 was analyzed in terms of the concentrations of
35 16 PAH. The distributions observed in feces samples were similar to that found in a
36 sandy-oiled sample suggesting that both had the same origin. A specimen of *Chelonia*
37 *mydas* was found dead and oiled, and five nests of *Eretmochelys imbricata* were
38 contaminated with oil fragments. Therefore, this research suggests that the
39 aforementioned disaster hit severely and continues to impact breeding and foraging sites
40 for sea turtles negatively. Such results are unprecedented and essential to support future
41 research and alert authorities in the various governmental spheres about the risks and the
42 application of preventive management in the oil industry's environmental damage to
43 marine biodiversity.

44 Keywords: Petroleum. South Atlantic. Marine vertebrate. Feces. Testudines.