



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

ALANA THAÍS TEIXEIRA DA SILVA LEITÃO

**ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO, ECOLOGIA COMPORTAMENTAL E PERCEPÇÃO DE
MERGULHADORES RECREATIVOS SOBRE TARTARUGAS MARINHAS EM
NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Recife 2024

ALANA THAÍS TEIXEIRA DA SILVA LEITÃO

**ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO, ECOLOGIA COMPORTAMENTAL E PERCEPÇÃO DE
MERGULHADORES RECREATIVOS SOBRE TARTARUGAS MARINHAS EM
NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal. Área de Concentração, Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Bruna Martins Bezerra.

Co-orientador: Dr. José Carlos Pacheco dos Santos.

Recife 2024

ALANA THAÍS TEIXEIRA DA SILVA LEITÃO

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Leitao, Alana Thais Teixeira da Silva.

Aspectos da distribuição, ecologia comportamental e percepção de mergulhadores recreativos sobre tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco, Nordeste do Brasil / Alana Thais Teixeira da Silva Leitao. - Recife, 2024.

128f.: il.

Tese (Doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Pós-Graduação em Biologia Animal, 2024.

Orientação: Bruna Martins Bezerra.

1. Repertório comportamental; 2. Mergulho recreativo; 3. Turismo sustentável; 4. Ecoturismo. I. Bezerra, Bruna Martins. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ALANA THAÍS TEIXEIRA DA SILVA LEITÃO

**ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO, ECOLOGIA COMPORTAMENTAL E PERCEÇÃO DE
MERGULHADORES RECREATIVOS SOBRE TARTARUGAS MARINHAS EM
NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Biologia Animal. Área de Concentração, Centro de Biociências, da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Bruna Martins Bezerra

Data de aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Bruna Martins Bezerra (Titular interno) – UFPE

Prof. Dr. Wendel José Teles Pontes (Titular interno) – UFPE

Dr^a. Adriane Pereira Wandeness (Titular externo) – UFPE

Dr^a. Fernanda Loffler Niemeyer Attademo (Titular externa) – ICMBio/CMA

Prof^a. Dr^a. Ednilza Maranhão dos Santos (Titular externo) – UFRPE

Dr^a. Caroline Cibelle Correia Clemente (Suplente externa) - UFPE

Prof. Dr. Pedro Murilo Sales Nunes (Suplente interno) – UFPE

Dedico essa tese a Deus, a meu marido
Daniel e a minha mãe Ana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que é minha base sempre.

A meu marido Daniel e a minha mãe Ana, que são meu porto seguro.

A minha orientadora maravilhosa, Bruna Bezerra, que me ajudou tanto e continua me ajudando nessa vida acadêmica, compartilhando seu conhecimento e experiência, me tranquilizando em tantas vezes que eu achava que tudo ia dar errado, sempre vinha com soluções e me dava ânimo para continuar.

Ao meu Co-orientador Zeca Pacheco, que me auxilia em absolutamente tudo que eu preciso, tanto em campo quanto na parte remota.

A Danise Alves, que me fez seguir em direção a biologia marinha durante a graduação, e me ajuda até hoje nessa caminhada acadêmica.

A minha equipe de mergulho incrível (Zeca Pacheco, Ana Raquel, Max Cavalcanti, George, Natanael, Dayane, Ádamo e Izenaldo), que estão sempre dispostos a mergulhar e me ajudar em campo, sem vocês não seria possível realizar essa pesquisa com tanto êxito.

A FACEPE (IBPG-1517-2.05/18) e também a CAPES (código financeiro 001), pela bolsa de doutorado que possibilitaram o desenvolvimento desse estudo.

As Agências de mergulho parceiras, que me ajudaram na coleta de dados dessa tese, principalmente a Jedvers Recife e a Aquaticos.

E a Henrique Maranhão e Max Cavalcanti que gentilmente cederam as fotos da agência de mergulho.

A todos os amigos que me ajudaram e me incentivaram de forma direta ou indiretamente.

E ao meu laboratório incrível (LECC)!

O meu muito obrigada a todos vocês!

O Senhor é minha força e meu escudo; confio nele de todo o coração. Ele me ajuda, e meu coração se enche de alegria; por isso lhe dou graças com meus cânticos (Salmos 28:7).

RESUMO

Tartarugas marinhas e naufrágios estão frequentemente inseridos em um contexto do turismo de observação de fauna. Os naufrágios, enquanto recifes artificiais, representam uma local fascinante para investigação e esforços de conservação ecológica. O objetivo geral desta tese foi investigar aspectos da distribuição, da ecologia comportamental e da percepção de turistas sobre tartarugas marinhas em naufrágios ao longo do litoral de Pernambuco, no nordeste do Brasil. Para tanto, essa tese apresenta um referencial teórico no primeiro capítulo, onde são apresentadas informações abrangentes sobre as espécies de tartarugas marinhas, abordando sua taxonomia, distribuição, ecologia e conservação. Além disso, foi realizada uma revisão sistemática e bibliométrica sobre o comportamento das tartarugas em naufrágios, destacando a escassez de estudos nessa área e a importância da gestão sustentável do turismo de mergulho. Esta revisão identificou 60 naufrágios com ocorrência de tartarugas marinhas mundialmente, dos quais 34 foram geograficamente localizados, enquanto 26 apresentaram dados de localização insuficientes, dificultando a identificação exata dos locais. Esses dados evidenciam o potencial desses recifes artificiais como locais de observação e estudo das tartarugas marinhas, e estão especialmente concentrados no nordeste do Brasil e nos Estados Unidos. No segundo capítulo, detalhamos a ocorrência das tartarugas marinhas nos naufrágios de Pernambuco, identificando as espécies presentes (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* e *Caretta caretta*, com predominância de juvenis em naufrágios com estruturas físicas mais conservadas). Foram descritos nove comportamentos distintos das tartarugas, incluindo descanso, alimentação, autolimpeza, deslocamento, estação de limpeza, natação na coluna d'água, natação na superfície, natação pelo fundo do mar e fuga. Também foram encontrados recursos alimentares potencialmente explorados pelas tartarugas nos naufrágios, como ascídias, octocorais, esponjas e algas. O terceiro capítulo da tese consiste em um estudo sobre a percepção de 61 mergulhadores recreativos nos naufrágios de Pernambuco, enfatizando a importância da conscientização e da adoção de práticas sustentáveis para a preservação do ambiente marinho. Os naufrágios mais visitados pelos entrevistados foram o Taurus e Virgo. A maioria já realizou entre 11 e 50 mergulhos. A vida marinha, especialmente a presença da megafauna como tubarões e tartarugas, é o principal atrativo para os mergulhadores, já a poluição e a pesca foram vistas como as maiores ameaças ao ambiente. Os respondentes apoiam a instalação de novos naufrágios, para servir como recife artificial, desde que acompanhada de práticas ambientais rigorosas, e destacam a importância da preservação e da conscientização para evitar impactos negativos na fauna marinha. A maioria também concorda que os naufrágios devem ser considerados áreas de proteção ambiental. Por fim, a última parte desta tese resume os principais achados da tese, direciona pesquisas futuras e traz recomendações para construção de políticas públicas para colocar o estado de Pernambuco como protagonista na preservação de sua biodiversidade marinha atrelada ao turismo sustentável de observação de fauna em naufrágios.

Palavra-chave: Repertório comportamental; Mergulho recreativo; Turismo sustentável; Ecoturismo.

ABSTRACT

Sea turtles and shipwrecks are frequently included in the context of wildlife tourism. Shipwrecks, as artificial reefs, represent a fascinating site for research and ecological conservation efforts. The overall objective of this thesis was to investigate aspects of the distribution, behavioral ecology, and tourist perception of sea turtles in shipwrecks along the coast of Pernambuco, in northeastern Brazil. To this end, this thesis presents a theoretical framework in the first chapter, where comprehensive information on sea turtle species is presented, addressing their taxonomy, distribution, ecology, and conservation. In addition, a systematic and bibliometric review of turtle behavior in shipwrecks was carried out, highlighting the scarcity of studies in this area and the importance of sustainable management of diving tourism. This review identified 60 shipwrecks with sea turtle occurrence worldwide, of which 34 were geographically located, while 26 had insufficient location data, making it difficult to accurately identify the locations. These data demonstrate the potential of these artificial reefs as sites for observing and studying sea turtles, and they are particularly concentrated in northeastern Brazil and the United States. In the second chapter, we detail the occurrence of sea turtles in the shipwrecks of Pernambuco, identifying the species present (*Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata* and *Caretta caretta*, with a predominance of juveniles in shipwrecks with better preserved physical structures). Nine distinct turtle behaviors were described, including resting, feeding, self-cleaning, displacement, cleaning station, swimming in the water column, swimming on the surface, swimming on the seabed and escape. Food resources potentially exploited by turtles in the shipwrecks were also found, such as ascidians, octocorals, sponges and algae. The third chapter of the thesis consists of a study on the perception of 61 recreational divers in the shipwrecks of Pernambuco, emphasizing the importance of raising awareness and adopting sustainable practices for the preservation of the marine environment. The shipwrecks most visited by the interviewees were the Taurus and Virgo. Most had already performed between 11 and 50 dives. Marine life, especially the presence of megafauna such as sharks and turtles, is the main attraction for divers, while pollution and fishing were seen as the greatest threats to the environment. Respondents support the installation of new shipwrecks to serve as artificial reefs, as long as it is accompanied by rigorous environmental practices, and emphasize the importance of preservation and awareness to avoid negative impacts on marine fauna. Most also agree that shipwrecks should be considered environmentally protected areas. Finally, the last part of this thesis summarizes the main findings of the thesis, directs future research and provides recommendations for the development of public policies to place the state of Pernambuco as a protagonist in the preservation of its marine biodiversity linked to sustainable wildlife observation tourism in shipwrecks.

Keywords: Behavioural repertoire; Recreational dive; Sustainable tourism; Ecotourism.

Lista de Figuras

Capítulo 1 Referencial Teórico

- Figura 1: As sete espécies de tartarugas marinhas encontradas no mundo: (A) *Eretmochelys imbricata*; (B) *Lepidochelys olivacea*; (C) *Dermochelys coriacea*; (D) *Caretta caretta*; (E) *Chelonia mydas*; (F) *Lepidochelys kempii*; (G) *Natator depressus*. 20
- Figura 2: Características diagnósticas de identificação das espécies de tartarugas marinhas. 22

Capítulo 1 Revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios

- Figura 1: Exemplos de recifes artificiais utilizados no mundo. 1) blocos de concreto; 2) pneus; 3) tela vazada; 4) naufrágio). 33
- Figura 2: Exemplo de biodiversidade marinha que pode ser encontrada nos naufrágios. 1) Raia prego - *Dasyatis americana*; 2) Tartaruga verde - *Chelonia mydas*; 3) Tubarão lixa - *Ginglymostomacirratum*; 4) Esponjas - *Porifera*; 5) Cardume de peixes; 6) Lagosta – *Palinuridae*; 7) Macroalgas e invertebrados incrustantes. 34
- Figura 3: Esquema de coleta de dados da pesquisa. O período de abril de 2021 até novembro de 2022 foi o período de busca dos artigos..... 37
- Figura 4: Número de publicações que relacionavam tartaruga marinha em naufrágio: A) Número de publicações com espécies de tartarugas marinhas descrita; B) Número de publicações com faixa etária de tartaruga marinha descrita; C) Número de publicações com sexo de tartaruga marinha descrito. ... 39
- Figura 5: Localização onde o estudo foi realizado dentre as 35 publicações analisadas e a quantidade de naufrágios identificados com ocorrência de tartaruga marinha em cada local. 42
- Figura 6: Localização dos naufrágios, dentre as 35 publicações analisadas. com localização exata (tartaruga) e sem localização exata (âncora) com ocorrência de tartaruga marinha em cada local. 48
- Figura 7: Número de Publicações por área de conhecimento científico sobre tartarugas em naufrágios. 488

Capítulo 2 Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco

- Figure 1: Images of the shipwrecks targeted for systematic behavioural observation of sea turtles in Pernambuco, North-eastern Brazil. Shipwrecks with preserved physical structure: A) Virgo and B) Taurus; shipwrecks with degraded physical structure: C) Pirapama and D) Vapor de Baixo. 57
- Figure 2: Remote Underwater Behavioural Recorder (RUBR). (A) The structure used to collect sea turtle behaviours consisted of a metal support for an underwater camera and a flashlight as indicated by the white arrows. (B) RUBR positioned on the wreck Taurus – white arrow points to the structure; (C) Example of an image captured by the camera, with two white arrows pointing to two sea turtles. 59
- Figure 3: Example of the quadrant used to obtain images of the wreck walls to characterize the substrate to estimate the percentage of large, encrusted groups. Green marks in the image were randomly performed by CPCe software (Kohler and Gill 2006). 60
- Figure 4: Distribution and frequency of sea turtle sightings throughout the day in the shipwrecks of Pernambuco. 63
- Figure 5: Sea turtle detection in shipwrecks. Sea turtles were detected in 11 of 19 wrecks depicted by the diving agencies during recreational dives. *In some dives, more than one turtle specimen was found. 64
- Figure 6: Shipwrecks in Pernambuco, Northeast Brazil, with confirmed presence of sea turtles. Presence data compiled from the present study, Leitão et al. (2022), Sazima and Sazima (2010), and Santos et al. (2019). A: Ipojuca city, South coast of Pernambuco; B: Recife and Olinda, Metropolitan Region; C: Municipality of Goiana. Wrecks: 1- Canal da rata; 2- Porto; 3- Vapor Bahia; 4- Reboque Florida; 5- Vapor de baixo; 6- Pirapama; 7- Taurus/Virgo; 8- Saveiros; 9- Servemar; 10- Mercurius; 11- Servemar X; 12- Lupus; 13- Belatrix; 14- Navio de Gás; 15- Marte; 16- Galeão Serrambi; 17- Gonçalo Coelho. 65
- Figure 7: Percentage coverage of incrustation in the wrecks in Pernambuco. 70

Capítulo 3 Turismo de observação de tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco: percepção e perfil dos mergulhadores recreativos

- Figura 1: Mapa dos naufrágios de Pernambuco mais utilizados para o mergulho recreativo. 1) Marte; 2) Galeão Serrambi; 3) Gonçalo Coelho; 4) Navio de Gás; 5) Galeão São Paulo; 6) Draga Massangana; 7)

Lupos; 8) Vapor dos 48; 9) Walsa; 10) Minuano; 11) Servmar X; 12) Servmar; 13) Saveiros; 14) Mercurius; 15) Areieiro - Margaritte; 16) Vapor de Baixo; 17) Pirapama; 18) Taurus/Virgo; 19) Phonix/Belatrix; 20) São José; 21) Reboque Florida; 22) Chata Noronha; 23) Corveta Camaquã; 24) Vapor Bahia; 25) Navio do Leão; 26) Corveta Ipiranga; 27) Navio do Porto -Maria Stathatus; 28) Eleni Stathatus; 29) Navio do Canal da Rata. Mapa: Alana Leitão / José Carlos Pacheco.	82
Figura 2: Perfil dos mergulhadores que responderam nosso questionário: (A) Idade dos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco; (B) Escolaridade dos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco.....	84
Figura 3: Nível de certificação de mergulho dos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco.....	85
Figura 4: Quantidade de mergulhos realizados pelos respondentes em naufrágios.....	86
Figura 5: A) Naufrágios mais visitados recentemente (entre 2019 e 2023) pelos mergulhadores recreativos de Pernambuco; B) Naufrágio favorito dos mergulhadores recreativos de Pernambuco....	87
Figura 6: Percepção e satisfação de mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco: A) quantidade de pessoas nos naufrágios durante o mergulho que pode influenciar na experiência da atividade; B) número máximo de pessoas que acham ideal durante o mergulho.	89
Figura 7: A) Animais avistados pelos mergulhadores recreativos nos naufrágios de Pernambuco; B) Animais que os mergulhadores recreativos mais gostam de encontrar nos naufrágios de Pernambuco durante seus mergulhos.....	91
Figura 8: Interação dos mergulhadores recreativos com os animais durante seus mergulhos nos naufrágios de Pernambuco.....	92
Figura 9: A) Número de tartarugas marinhas encontradas pelos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco em um mergulho; B) Sexo das tartarugas marinhas avistadas pelos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco.	94
Figura 10: Média do tamanho das tartarugas marinhas avistadas pelos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco.....	95
Figura 11: Comportamento de tartarugas marinhas observadas pelos mergulhadores recreativos dos naufrágios de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A) Descanso; B) Deslocamento/Natação; C) Alimentação; D) Auto-limpeza; E) Fuga; F) Reprodução. As imagens foram geradas pela Inteligência Artificial Microsoft Copilot - Ferramenta Designer, Plataforma DALL E 3. As estruturas de naufrágios presentes ao redor das tartarugas marinhas são meramente ilustrativas, e não necessariamente correspondem aos naufrágios da nossa amostra na costa Pernambucana.....	95
Figura 12: Gráfico mostrando a percepção dos mergulhadores sob a influência da pesca, poluição, turismo, embarcações, mergulhadores e pesquisa em áreas de naufrágios.....	97

Lista de Tabelas

Capítulo 1 Referencial Teórico

Tabela 1: Resumo das características morfológicas e da dieta das sete espécies de tartarugas marinhas. 26

Capítulo 1 Revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios

Tabela 1: Coordenadas dos naufrágios com ocorrência conhecida de tartaruga marinha no mundo, baseando-se nas 35 publicações resultantes de nossa busca sistemática considerando palavras-chaves específicas sobre o tema “tartarugas marinhas e naufrágios”. 44

Capítulo 2 Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco

Table 1: Inspected photos obtained from 867 dives performed during the years 2015, 2016, 2019, 2020 and 2021 in shipwrecks on the coast of Pernambuco, northeast Brazil. 62

Table 2: Records (in minutes) of sea turtles in three shipwrecks during the systematic passive video recordings. 67

Table 3: List of behaviours observed in sea turtles in shipwrecks in Pernambuco, Northeast Brazil. ... 68

Table 4: Activity budget (Relative frequency of the behaviours - turtle occurrence - shooting time) of the three species of sea turtles observed in three shipwrecks in Recife, Pernambuco. 69

Table 5: Resources found on shipwrecks related to the diet of sea turtles. 70

Highlights do estudo e recomendações para conservação de tartarugas marinhas em naufrágios de PE.

Tabela 1: Recomendações para a conservação de tartarugas marinhas nos naufrágios de Pernambuco.

Sumário

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. Introdução	15
1.1. Referências	17
2. Objetivos.....	19
2.1. Objetivo geral	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. Referencial Teórico	20
3.1. Tartarugas marinhas e habitats usados por elas	20
3.1.1. <i>Tartarugas marinhas</i>	20
3.1.2. <i>Família Cheloniidae</i>	23
3.1.3. <i>Família Dermochelyidae</i>	25
3.1.4. <i>Status de conservação das espécies de tartarugas marinhas</i>	27
3.1.5. Referências	28
3.2. Revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios	33
3.2.1. Introdução.....	33
3.2.2. Metodologia.....	36
3.2.3. Resultados e Discussão.....	37
3.2.4. Conclusão	49
3.2.5. Referências	50
4. Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco	54
4.1. Introduction	54
4.2. Methods	56
4.2.1. <i>Identification of shipwrecks with sea turtle occurrence in Pernambuco</i>	56
4.2.2. <i>Behavioural observations</i>	56
4.2.3. <i>Data on organisms incrustated in shipwrecks</i>	59
4.3. Data analysis.....	61
4.3.1. <i>Ethical note</i>	61
4.4. Results	62
4.4.1. <i>Sea turtles in shipwrecks</i>	62
4.4.2. <i>Systematic observation of sea turtles in shipwrecks</i>	66
4.4.3. <i>Shipwreck incrustation</i>	69
4.5. Discussion.....	71
4.6. Conclusion.....	73
4.7. References	74
5. Turismo de observação de tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco: percepção e perfil dos mergulhadores recreativos	80
5.1. Introdução.....	80
5.2. Metodologia.....	81
5.2.1. Áreas de estudo.....	81

5.2.2. Coleta de dados.....	83
5.2.3. Análise de dados.....	83
5.3. Resultados e discussão.....	83
5.3.1. <i>Perfil dos mergulhadores</i>	83
5.3.2. <i>Naufrações</i>	86
5.3.3. <i>Percepção ecológica / comportamento e interação humana</i>	90
5.3.4. <i>Tartarugas marinhas</i>	93
5.3.5. <i>Turismo sustentável de observação</i>	96
5.4. Conclusão	99
5.5. Referências	100
6. <i>Highlights</i> do estudo e recomendações para conservação de tartarugas marinhas em naufrágios de PE... 103	103
6.1. <i>Highlights</i> do estudo	103
6.1.1. Capítulo 1. Referencial e revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios.....	103
6.1.2. Capítulo 2. Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco	104
6.1.3. Capítulo 3. Turismo de observação de tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco: percepção e perfil dos mergulhadores recreativos	104
6.2. Recomendações para estudos e conservação de tartarugas marinhas em naufrágios de PE.....	106
6.2.1. Direcionamentos de estudos	106
6.2.2. Recomendações para conservação.....	107
6.3. Referências	113
ANEXO I: Questionário usado para obtenção de dados do capítulo 3 da tese.....	114

1. Introdução

O setor turístico foi impactado pela degradação ambiental, despertando e mostrando a necessidade da conservação dos ambientes naturais (Brasil, 2010). Por isso foi idealizado o ecoturismo, que é o segmento da atividade turística que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural e cultural (EMBRATUR, 2002). O ecoturismo incentiva à conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista por meio da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações (EMBRATUR, 2002), conciliando turismo, conservação e sustentabilidade (Donohoe; Needham, 2006; Diamantis, 2010). O mergulho recreativo, uma das modalidades do ecoturismo, se tornou um importante segmento da indústria global do turismo (Garrod; Stefan, 2008). Atualmente, é uma das atividades de aventura mais praticadas no Brasil (FISEPE, 2006; Santos *et al.*, 2010; Brotto *et al.*, 2012), devido ao seu cenário diversificado e estimulante (Uyarra; Watkinson, 2009; Ong; Musa, 2011).

A interação entre tartarugas marinhas e naufrágios, inserida no contexto do turismo de mergulho, representa uma área fascinante para investigação e esforços de conservação ecológica. Segundo Klima & Wickham (1971), a presença de naufrágios pode levar a concentração de diferentes espécies de peixes que normalmente não seriam encontrados na área. Estruturas artificiais, como naufrágios, podem abrigar populações de peixes mais abundantes e diversas em comparação com recifes de coral próximos (Correia *et al.*, 2018; Dubbs *et al.*, 2012). Esses habitats artificiais são essenciais para várias fases da vida desses animais. Devido à sua estrutura tridimensional, esses habitats fornecem suporte para uma diversidade de organismos em diferentes níveis da cadeia alimentar (Dubbs *et al.*, 2012). Além dos peixes, esses ambientes também são explorados por tartarugas marinhas (Leitão *et al.*, 2022) e mamíferos marinhos, que os utilizam como fonte de alimento (Dubbs *et al.*, 2012).

A indústria do turismo, em particular o mergulho recreativo, tem experimentado um crescimento significativo globalmente (França *et al.*, 2021; Vasilis *et al.*, 2009), impulsionado pelo desejo das pessoas em explorar naufrágios históricos e pela oportunidade de vivenciar de perto a vida marinha diversificada que esses locais oferecem (Leitão *et al.*, 2022). Contudo, esse aumento nas atividades recreativas também traz desafios e oportunidades significativos para a conservação marinha. Compreender a dinâmica entre tartarugas marinhas e naufrágios no contexto do turismo de mergulho é fundamental para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de gestão, equilibrando a preservação ambiental com os benefícios econômicos.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm como meta central promover a sustentabilidade em diversos setores, incluindo o ambiente marinho, até 2030. A sustentabilidade no contexto marinho refere-se à conservação dos ecossistemas oceânicos e costeiros, garantindo que suas funções ecológicas sejam mantidas enquanto se possibilita o uso responsável de seus recursos. O turismo sustentável, em especial o turismo de observação, pode ser uma ferramenta eficaz para fomentar a conscientização ambiental, desde que práticas adequadas sejam implementadas. As metas relacionadas ao ODS 14, que visa conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos,

incluem a implementação de práticas de pesca sustentável, a proteção de ecossistemas marinhos e a redução da poluição nos oceanos. Para o turismo de observação, isso significa estabelecer limites claros para a exploração, evitando a degradação dos habitats marinhos. Através de regulamentações e educação ambiental, é possível equilibrar a apreciação das belezas naturais com a proteção da biodiversidade, contribuindo assim para a concretização dos ODS no ambiente marinho e promovendo um turismo que respeite os limites do ecossistema (ODS, 2024).

Esta tese de doutorado se propôs a explorar a ecologia comportamental das tartarugas marinhas nos naufrágios ao longo da costa de Pernambuco, nordeste do Brasil. O estudo visou entender a relação entre tartarugas e naufrágios, focando em mapear naufrágios com ocorrência conhecida de tartarugas marinhas, investigar a composição de espécies que usam os naufrágios, entender padrões comportamentais, ecologia alimentar e os potenciais impactos do mergulho recreativo nesses ambientes artificiais. A pesquisa integra observações de campo, dados ecológicos, dados da literatura e percepções dos mergulhadores (turistas e operadores) para oferecer recomendações fundamentadas para a conservação das populações de tartarugas marinhas e de seus habitats nos naufrágios.

Esta tese está estruturada em quatro partes principais. A primeira parte apresenta um referencial teórico detalhado, abordando o estado da arte sobre tartarugas marinhas e naufrágios. Inicialmente, são apresentadas as espécies de tartarugas marinhas que são foco deste estudo, seguido por uma revisão sistemática sobre a relação entre tartarugas marinhas e naufrágios do mundo. Em formato tradicional de tese. A segunda parte da tese apresenta os dados coletados sobre a ecologia comportamental das tartarugas marinhas em quatro naufrágios específicos do estado de Pernambuco e que são rota comum de operadoras de mergulho no estado. Em formato de artigo. A terceira parte da tese explora a percepção dos mergulhadores sobre a observação de tartarugas em naufrágios e outros aspectos sobre esse visitante. Em formato de artigo. Por fim, a quarta parte da tese não só resume os principais achados das três partes anteriores, mas também propõe direcionamentos de pesquisas futuras e direcionamento de medidas importantes para tomadores de decisão aprimorarem a atividade de turismo de observação de fauna marinha em naufrágios, com um foco especial na segurança e bem-estar dos animais, garantindo assim a sustentabilidade da atividade recreativa. Em formato tradicional de tese, que posteriormente será construído um documento oficial de boas práticas em interação com tartarugas marinhas, para ser encaminhado para os órgãos estaduais, afim de criar um decreto para o turismo de observação, principalmente em áreas de naufrágios.

Por meio dessa abordagem integrada, a tese busca contribuir com insights valiosos para a conservação e gestão da biodiversidade marinha em naufrágios. Destaca-se a importância de práticas sustentáveis no turismo de mergulho para assegurar a viabilidade a longo prazo desses ecossistemas únicos e de seus habitantes carismáticos, as tartarugas marinhas.

1.1. Referências

- Brasil. (2010). Ministério do Turismo & Instituto Casa Brasil de Cultura. Destinos referência em segmentos turísticos. Goiânia. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br>. Acessado no dia 12.09.2020.
- Brotto, D. S. *et al.* (2012). 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.
- Correia, J. R. M. B. *et al.* (2018). Ecologia de peixes recifais em Pernambuco. In: Naufrágios e os peixes a eles associados. 11, 319-344.
- Diamantis, D. (2010). The concept of ecotourism: evolution and trends. *Current Issues in Tourism*. 2, 93-122.
- Donohoe, H.; Needham, R. (2006). Ecotourism: the evolving contemporary definition. *Journal of Ecotourism*. 5, 192-210.
- Dubbs, L. *et al.* (2012). Building capacity for marine hydrokinetic energy: atlas of potential synergistic and conflicting environmental ecological, and human use considerations. Report by University of North Carolina. Report for the North Carolina Renewable Ocean Energy Program. 88.
- EMBRATUR. Brasil - FIPE. (2002). Estudo sobre o turismo praticado em ambientes naturais conservados. São Paulo. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/dadosefatos>. Acessado no dia 04.08.2020.
- FISEPE. (2006). Pernambuco consolida-se como destino de turismo subaquático. Noticiário do poder executivo – Diário Oficial do Estado de Pernambuco 24/08/2006. Disponível em: <http://www.fisepe.pe.gov.br/cepe/materias2006/ago/exec06240806.htm>. Acessado no dia 01.10.2019.
- França, J. M. P. S.; Lima, M. C.; Mariano, E. F. (2021). Uma visão da percepção dos mergulhadores recreativos no litoral paraibano. *Revista Brasileira de Ecoturismo*. 14, 40-54.
- Garrod, B.; Stefan, G. (2008). *New frontiers in marine tourism: diving experiences, sustainability, management*. Amsterdam: The Netherlandslocal. Routledge.
- Klima, E. F.; Wickham, D. A. (1971). Attraction of coastal pelagic fishes with artificial structures. *Transactions of the American Fisheries Society*. 100, 86-89. 29.
- Leitão, A. T. T. S. *et al.* (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747.
- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Objetivo 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/ods14/>. Acessado no dia 05.09.2024.

Ong, T. F.; Musa, G. (2011). An examination of recreational divers' underwater behaviour by attitude-behaviour theories. *Current Issues in Tourism*. 8, 779-795.

Santos, D. H. C. *et al.* (2010). Artificial reefs, diving and artisanal fishing: some aspects on the conflict in the Pernambuco Coast – Brazil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. 10, 7–22.

Uyerra, M. C. *et al.* (2009). Managing dive tourism for the sustainable use of coral reefs: validating diver perceptions of attractive site features. *Environmental Management*. 43, 1–16.

Vasilis, G. *et al.* (2009). Marine protected areas & diving tourism in the greek seas: practices and perspectives. *Tourismos: an International Multidisciplinary Journal of Tourism*. 4, 181-197.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Esta tese teve como objetivo geral entender a relação entre tartarugas marinhas e naufrágios, focando em aspectos ecológicos, comportamentais e de coexistência com o ser humano através do turismo de observação desse grupo de animais nesses ambientes artificiais.

2.2. Objetivos específicos

- Compilar o estado atual do conhecimento sobre tartarugas marinhas em naufrágios, identificando as áreas de naufrágios com potencial para observação de tartarugas marinhas;
- Entender a relação de tartarugas marinhas com naufrágios do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, realizando o levantamento dos naufrágios com ocorrência conhecida de tartarugas, elucidando o repertório e o orçamento comportamental de tartarugas nesses ambientes artificiais e investigando a disponibilidade de recursos alimentares para as tartarugas nesses naufrágios;
- Entender a percepção dos mergulhadores recreativos de Pernambuco sobre a atividade de mergulho em naufrágios para observação de tartarugas marinhas;
- Trazer recomendações para pesquisa e políticas públicas voltadas para conservação de tartaruga marinha e sustentabilidade da atividade de turismo de observação desses animais em naufrágios.

3. Referencial Teórico

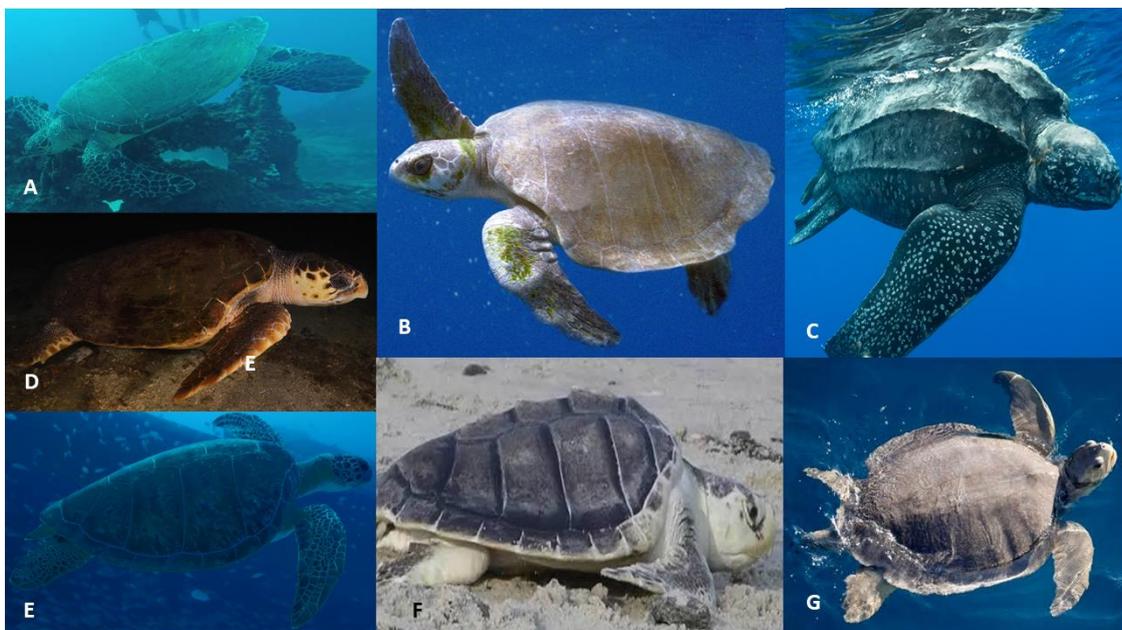
3.1. Tartarugas marinhas e habitats usados por elas

Esse capítulo traz informações sobre espécies de tartarugas marinhas, organismos-alvo desta tese, detalhando aspectos como taxonomia, distribuição, ecologia comportamental e conservação conforme detalhado abaixo.

3.1.1. Tartarugas marinhas

Conhecidas internacionalmente como espécies-bandeira, as tartarugas marinhas apresentam grande longevidade, são usualmente solitárias e migratórias (Fish; Wildlife, 1999; Bolten, 2003). São consideradas excelentes nadadoras, podendo percorrer milhares de quilômetros durante as migrações entre as áreas de descanso, alimentação e reprodução (Bolten, 2003; Makowski *et al.*, 2006). No mundo existem sete espécies de tartarugas marinhas: *Lepidochelys kempii* (Gaman, 1880), *Natator depressus* (Mc Culloch, 1908), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) e *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), todas pertencentes à família Cheloniidae, e *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) a única representante da família Dermochelyidae (Figura 1). No Brasil, são encontradas as últimas cinco citadas, sendo *C. mydas* a mais comum na região nordeste (Marcovaldi; Marcovaldi, 1999; Leitão *et al.*, 2022).

FIGURA 1: AS SETE ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS ENCONTRADAS NO MUNDO: (A) *ERETMOCHELYS IMBRICATA*; (B) *LEPIDOCHELYS OLIVACEA*; (C) *DERMOCHELYS CORIACEA*; (D) *CARETTA CARETTA*; (E) *CHELONIA MYDAS*; (F) *LEPIDOCHELYS KEMPII*; (G) *NATATOR DEPRESSUS*.



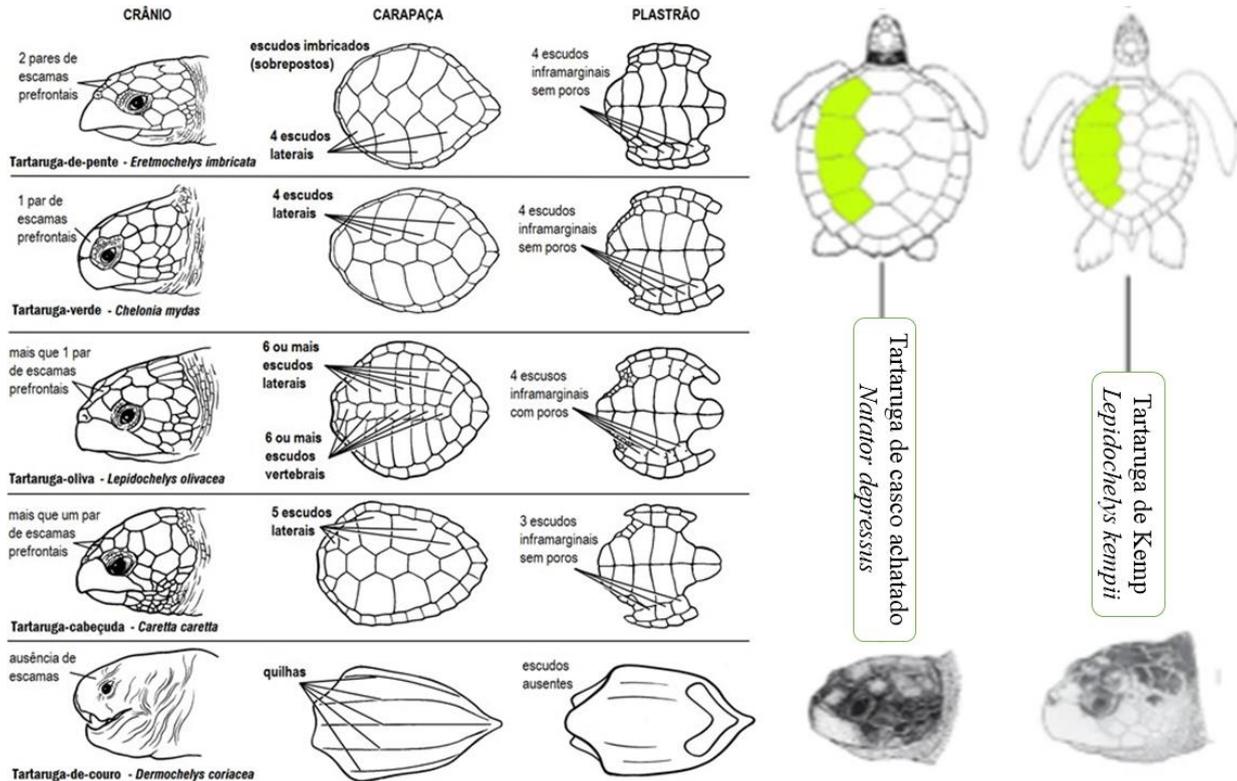
As tartarugas marinhas apresentam alta adaptabilidade ao ecossistema marinho, com modificação das nadadeiras e casco para longos períodos de natação (Wyneken, 2001). Estruturas morfológicas externas são utilizadas no diagnóstico de identificação das espécies, como o formato e a quantidade de escudos da carapaça e do plastrão, e das escamas pré-frontais e pós-orbitais da cabeça (Figura 2). O formato da mandíbula e o número de unhas nas nadadeiras também auxiliam nessa identificação (Wyneken, 2001). Características sexuais externas são visíveis apenas em tartarugas adultas (Hirth, 1980; Pritchard; Mortimer, 2000). Machos adultos apresentam uma cauda mais longa, onde se localiza o pênis, plastrão côncavo e unhas maiores nas nadadeiras anteriores, que auxiliam no momento da cópula (Wibbels, 2000). Os indivíduos adultos possuem o comprimento curvilíneo da carapaça entre 55 cm e 210 cm, e os juvenis entre 28,2 a 52,5 cm, com média de 36,8 cm, dependendo da espécie (Miller; Dinkelacker, 2007; Kondak, 2012).

As migrações das tartarugas variam de acordo com a qualidade e disponibilidade de recursos do local, a profundidade e horário do dia (Plotkin, 2003; Makowski *et al.*, 2006). Batimetria, correntes marinhas, temperatura (Mendonça, 1983; Hays *et al.*, 2002) e presença de predadores (Heithaus *et al.*, 2005) também influenciam a ocorrência desses animais na área. Quando o ambiente é favorável, as tartarugas criam uma fidelidade ao local para realizar suas atividades em função da fase da vida (Fuentes *et al.*, 2006; Seminoff; Jones, 2006; Palaniappan; Haziq Harith, 2017). Após vários anos em mar aberto, juvenis migram para ambientes costeiros e rasos, onde se alimentam e descansam durante longo período do seu desenvolvimento (Makowski *et al.*, 2006). Nessa zona nerítica pode haver o aumento de recursos alimentares, mas também aumenta o risco de predação (Bolten, 2003).

As fêmeas saem do mar apenas para desovar e são raros os registros de machos em terra (Kopitsky *et al.*, 2000). No Brasil, o período reprodutivo vai de setembro até março (Silva *et al.*, 2007). Durante uma temporada reprodutiva, uma mesma fêmea pode desovar várias vezes (geralmente de 2 a 8 vezes), e provavelmente retornará para a mesma praia em nova temporada (Fish; Wildlife, 1999). Cada ninho possui em média 120 ovos com tempo de incubação entre 45 e 60 dias (Marcovaldi; Marcovaldi, 1999; Xavier *et al.*, 2006; Santos, 2008).

Após a eclosão os filhotes saem do ninho e rapidamente se orientam em direção ao mar aberto, juntando-se às comunidades pelágicas à deriva (Simões *et al.*, 2017; Bolten, 2003). Os primeiros anos de vida são denominados pelos pesquisadores como *-lost years*, que significa anos perdidos, pois pouco se sabe do seu comportamento e habitat neste período. Até alcançarem a idade adulta, entram e saem de diversos habitats oceânicos e costeiros. Este ciclo de vida complexo dificulta estudos sobre sua biologia e ecologia (Schofield *et al.*, 2007; Luschi, 2009; Reis *et al.*, 2010; Marcovaldi *et al.*, 2018; Dodge *et al.*, 2018; Stubbs *et al.*, 2019).

FIGURA 2: CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS DE IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS.



Fonte: Adaptado de Wyneken (2001).

São conhecidos quatro comportamentos solitários e dois comportamentos sociais das tartarugas marinhas, que Schofield *et al.* (2007) dividiu em 14 subcategorias. O comportamento solitário inclui descanso, natação, alimentação e limpeza (Schofield *et al.*, 2007; Leitão *et al.*, 2022). O comportamento social inclui interações antagônicas e atividade reprodutiva (Schofield *et al.*, 2007). Em uma pesquisa utilizando um veículo subaquático autônomo para a investigação de comportamentos e habitats de tartarugas marinhas, Dodge *et al.*, (2018) relatou que as tartarugas se incomodaram com a presença do veículo autônomo em mar aberto (que estava a cerca de 2 m de distância). As tartarugas modificaram o comportamento para evitar o veículo, nadando e/ou apresentando uma postura defensiva (virando sua carapaça em direção a ele) (Dodge *et al.*, 2018). Porém elas rapidamente retomavam o seu comportamento normal de mergulho e alimentação, mesmo com a presença do veículo autônomo ainda na água (Dodge *et al.*, 2018; Leitão *et al.*, 2022).

As tartarugas não permanecem muito tempo na superfície do mar, mas sobem com frequência, podendo ocasionar colisões com embarcações (Hazel; Gyuris, 2006). Elas também correm grandes riscos de emaranhamento pela sua má visibilidade, principalmente na hora da alimentação (na pré-captura / manuseio do alimento) por confundirem vários objetos com seu alimento habitual (Dodge *et al.*, 2018). A preferência alimentar desses animais pode influenciar nos tipos e na quantidade de ingestão de detritos (Schuyler *et al.*, 2014), no entanto, mesmo pequenas ingestões podem resultar em

obstrução intestinal e mortalidade (Bjorndal *et al.*, 1994). O plástico é o mais frequentemente encontrado no conteúdo estomacal de tartarugas mortas durante as necropsias, corda, linha de pesca, isopor e anzóis também são outros itens ingeridos por elas (Schuyler *et al.*, 2014), estando esta ingestão ligada a altas taxas de mortalidade (Nelms *et al.*, 2015; Clukey *et al.*, 2017). Além disso, tartarugas juvenis em estágio oceânico são mais propensas a ingerir detritos do que indivíduos adultos mais costeiros, e as espécies que são carnívoras são menos predispostas a ingerir detritos do que os indivíduos onívoros ou herbívoros. (Schuyler *et al.*, 2014).

3.1.2. Família Cheloniidae

Tartarugas marinhas desta família são caracterizadas por um crânio muito forte, presença de palato secundário, nadadeiras não retráteis cobertas por numerosas placas pequenas, dedos alongados e firmemente presos por tecido conjuntivo, unhas reduzidas a uma ou duas em cada nadadeira; e carapaça recoberta por placas córneas diferenciadas (Wyneken, 2001). Juvenis e adultos desta família são comumente avistados em ecossistemas costeiros ao longo do seu desenvolvimento, locais ideais para oferecer recursos alimentares e locais de descanso e reprodução aos animais (Cuttriss, 2014; Makowski *et al.*, 2006; Castro, 2000).

Indivíduos da espécie *Eretmochelys imbricata* podem ser encontradas em todos os oceanos de águas tropicais, sendo comumente avistadas em profundidades rasas até cerca de 40m (TAMAR, 1999). Possui carapaça oval com uma margem posterior serrilhada, caractere que deu origem ao nome específico. É conhecida como tartaruga-de-pente, devido à utilização da suacarapaça para confeccionar adornos, como pentes (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985). Sua coloração varia no decorrer do seu desenvolvimento, de tons amarronzados a uma pigmentação atrativa, com listras cor de âmbar e marrom quando juvenis e adultos (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). O peso chega até 80 kg e comprimento curvilíneo da carapaça até 90 cm (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). Sua alimentação varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento. Os filhotes se alimentam principalmente de pequenos crustáceos, enquanto os juvenis e adultos têm uma dieta onívora, consumindo algas, ovos de peixes, crustáceos, moluscos, briozoários, celenterados, ouriços, corais e esponjas (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985; Marcovaldi *et al.*, 2011).

A espécie *Caretta caretta* distribui-se em todos os oceanos de águas temperadas e, por vezes, tropicais e subtropicais, em profundidades rasas chegam a pelo menos 60m (TAMAR, 1999). Morfológicamente possui uma grande cabeça, sendo chamada também de tartaruga-cabeçuda. A coloração é uniformemente marrom avermelhada em juvenis e adultos, geralmente sem manchas, e amarelada a laranja na superfície ventral (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). O peso máximo é de aproximadamente 150 kg e comprimento curvilíneo da carapaça até 105 cm (Pritchard; Mortimer,

2000; Wyneken, 2001). Seu comportamento alimentar é onívoro, alimentando-se de crustáceos, moluscos, águas-vivas, hidrozoários, ovos de peixes e algas (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985).

A espécie *Chelonia mydas* pode ser encontrada em todos os oceanos tropicais e subtropicais, sendo indivíduos normalmente avistados em profundidades rasas de até 20 m (TAMAR, 1999). Seu peso máximo é de aproximadamente 230 kg e comprimento curvilíneo da carapaça de até 120 cm (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). São conhecidas como tartarugas-verdes, devido à coloração verde-acinzentada de sua carapaça, com o plastrão totalmente branco (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). A alimentação varia de acordo com o estágio de desenvolvimento, com filhotes onívoros e tendência à carnivoría (Bjorndal; Zug, 1995; Almeida *et al.*, 2011a), tornando-se essencialmente herbívoros na fase juvenil e adulta (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985; Almeida *et al.*, 2011a). Casualmente podem se alimentar de organismos planctônicos, como salpas, águas-vivas, moluscos, esponjas e ovos de peixes (Mortimer, 1981). Habita áreas neríticas, associadas a bancos de algas durante a fase juvenil e também na fase adulta (Bugoni, 2003).

A espécie *Lepidochelys olivacea* é encontrada em águas tropicais do Pacífico, Índico e Atlântico Sul, sendo a menor dentre as espécies de tartarugas marinhas encontradas em águas brasileiras (ICMBio, 2017). Normalmente são avistadas em regiões estuarinas e em profundidades entre 80 e 100m (TAMAR, 1999). Seu peso varia entre 35 e 50 kg e pode chegar ao tamanho de aproximadamente 72 cm no comprimento curvilíneo da carapaça (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001; Castilhos; Tiwari, 2006). Sua coloração dorsal é verde oliva e o ventre é amarelo claro (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). É carnívora e onívora, se alimentando de peixes, moluscos, crustáceos, algas, águas-vivas e ovos de peixe (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985; Castilhos *et al.*, 2011).

A espécie *Natator depressus* é conhecida popularmente como tartaruga de casco achatado, como o nome já diz, possui o casco ligeiramente achatado, de coloração verde oliva ao cinza e com as bordas viradas para cima. Além de 4 pares de placas laterais (Pritchard; Mortimer, 2000). Os filhotes possuem carapaças cinzas com a borda branca e as placas distintamente delineadas de preto (Pritchard; Mortimer, 2000). Ela é encontrada exclusivamente entre a Austrália, Papua-Nova Guiné e Indonésia. E se reproduz, apenas em algumas praias no norte da Austrália (Pendoley *et al.*, 2014; Whittock *et al.*, 2014). Mede de 95 a 130 cm e pesa cerca de 90 kg (Pritchard; Mortimer, 2000). Sua dieta baseada em pepinos do mar, conchas e medusas faz dela uma tartaruga carnívora (Thums *et al.*, 2017).

A espécie *Lepidochelys kempii* ou tartaruga de Kemp é a mais rara de ser observada. É também a menor, medindo cerca de 45 a 70 cm e pesando de 30 a 50 kg (Wyneken, 2001; Pritchard; Mortimer, 2000). Desova principalmente na praia mexicana de *Playa de Rancho Nuevo* (Shaver;

Rubio, 2008). E é carnívora (Servis *et al.*, 2015).

3.1.3. Família Dermochelyidae

A espécie *Dermochelys coriacea* pode ser encontrada em todos os oceanos, em zonas pelágicas subárticas e tropicais (Almeida *et al.*, 2020). São melhores adaptadas a águas frias do que as outras espécies (Melo; Lima, 2008). No Brasil desovam principalmente no litoral do Espírito Santo (Thomé *et al.*, 2007). São avistadas comumente em profundidades entre 50 e 80 m, mas podem ser vistas em águas rasas até 4 m de profundidade, próximas à costa (TAMAR, 1999). Sua carapaça alongada, com sete quilhas longitudinais, apresenta pele lisa coriácea, devido à ausência de placas, sendo, por isso, conhecida como tartaruga-de-couro (Wyneken, 2001). Os espécimes podem pesar até 700 kg e chegar até 180 cm de comprimento curvilíneo da carapaça (ICMBio, 2017). A cabeça triangular possui duas cúspides superiores distintas na mandíbula superior. Sua coloração é predominantemente preta, com manchas brancas, azuladas e rosadas (Pritchard; Mortimer, 2000; Wyneken, 2001). Alimentam-se de águas-vivas, salpas e medusas (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985).

A tabela 1 traz um resumo comparativo dessas tartarugas marinhas detalhadas acima.

TABELA 1: RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E DA DIETA DAS SETE ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS.

Família	Espécie	Peso corporal (kg)	Comprimento curvilíneo da carapaça (cm)	Profundidade onde é encontrada (m)	Dieta (filhote)	Dieta (adulto)	Fonte
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i>	230 kg	120 cm	20 m	Onívoros, com tendência à carnívoros	Herbívoros, mas podendo se alimentar de organismos planctônicos	Wyneken (2001); Tamar (1999); Pritchard; Mortimer (2000); Bjorndal; Zug (1995); Marcovaldi; Marcovaldi (1985)
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	150 kg	105 cm	60 m	Onívoros	Onívoros	Wyneken (2001); Tamar (1999); Pritchard; Mortimer (2000); Marcovaldi; Marcovaldi (1985)
Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	80 kg	90 cm	40 m	Pequenos crustáceos	Onívoros	Wyneken (2001); Tamar (1999); Pritchard; Mortimer (2000); Marcovaldi; Marcovaldi (1985)
Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	50 kg	72 cm	100 m	Onívoros, com tendência a Carnívoros	Onívoros com tendência a Carnívoros	Castilhos; Tiwari (2006); Castilhos <i>et al.</i> (2011); Wyneken (2001); Tamar (1999); Pritchard; Mortimer (2000); Marcovaldi; Marcovaldi (1985)
Cheloniidae	<i>Natator depressus</i>	90 kg	100 cm	90 m	Carnívoros	Carnívoros	Pritchard; Mortimer(2000); Thums <i>et al.</i> (2017)
Cheloniidae	<i>Lepidochelys kempii</i>	50 kg	70 cm	-	Carnívoros	Carnívoros	Pritchard; Mortimer(2000); Servis <i>et al.</i> (2015)
Derموchelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	700 kg	180 cm	80 m	Águas-vivas, salpas e medusas	Águas-vivas, salpas e medusas	TAMAR (1999); ICMBio (2017); Marcovaldi; Marcovaldi (1985)

Fonte: A autora (2024).

3.1.4. Status de conservação das espécies de tartarugas marinhas

Quatro das cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil estão ameaçadas de extinção, segundo a Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. As espécies *C. caretta* e *L. olivacea* passaram para a categoria "Vulnerável" saindo da categoria "Criticamente em Perigo", a *E. imbricata* está na categoria "Em Perigo" saindo da categoria "Criticamente em perigo", e a *D. coriacea* permanece na categoria "criticamente em perigo". Já a *C. mydas* saiu da lista de espécies ameaçadas e passou para a categoria "Quase Ameaçada", mas depende de ações de conservação para poder permanecer nessa condição. A espécie *L. kempii* foi avaliada mais recentemente para a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN em 2019, ficando classificada como Criticamente Ameaçada. E a *N. depressus* é listada como "Dados Deficientes" pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2019).

É importante ressaltar que todas as espécies de tartarugas marinhas continuam sendo ameaçadas no mundo por atividades humanas, como a poluição do mar (Álvarez-Varas *et al.*, 2016), a captura incidental pela pesca (Bugoni *et al.*, 2008; Casale, 2008), e a degradação e ocupação de áreas de desova (Kocabaş; Acarli, 2019). Desde séculos passados, a carapaça dessas tartarugas tem sido valorizada em diversas culturas, levando à sobreexploração das populações. A exploração comercial é uma das principais origens dessa ameaça, particularmente a caça para a confecção de objetos, como pentes, armações de óculos e outros adornos, no caso da espécie *Eretmochelys imbricata*, que no Brasil tem seu nome popular "tartaruga de pente", justamente por conta disso (Lopes; Santos, 2017). A combinação dessas pressões ambientais e humanas não só afeta a saúde dos ecossistemas marinhos, mas também resulta em um desequilíbrio ecológico, uma vez que as tartarugas desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade.

As mudanças na lista de espécies ameaçadas, comprovam que ações de conservação e de longo prazo, são fundamentais e devem ser continuadas para garantir a existência desses animais. Portanto, projetos de monitoramento para esses animais aumentaram em todo o mundo (Ergene *et al.*, 2016; Lara *et al.*, 2016; Salmon *et al.*, 2016). O Plano de Ação Nacional Para a Conservação de Tartarugas Marinhas foi lançado em 2010, o qual já se encontra em seu segundo ciclo, e acumula importantes avanços na proteção das cinco espécies de tartarugas que ocorrem no litoral brasileiro. Como ações conservacionistas previstas no plano estão: (1) Estudar de forma integrada o uso do ambiente marinho pelas espécies; (2) Identificar áreas de alimentação de tartarugas marinhas prioritárias para conservação e pesquisa; e (3) Apoiar a criação de áreas protegidas em áreas prioritárias para tartarugas marinhas (Portaria ICMBio nº 287, de 26 de abril de 2017).

3.1.5. Referências

- Almeida, A. P. *et al.* (2011a). Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 1, 12-19.
- Almeida, A. *et al.* (2020). Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 1, 90.
- Álvarez-Varas, R. *et al.* (2016). Sea turtles of South America. SWOT report: the state of the World's sea turtles. Special feature south America, USA. 11, 14-27.
- Bolten, A. B. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In: *The biology of sea turtles*. CRC Press. 9, 243-257.
- Bugoni, L. (2003). Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. 4, 685-688.
- Bugoni, L. *et al.* (2008). Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fisheries Research*. 90, 217-224.
- Bjorndal, K. A. *et al.* (1994). Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin*. 28, 154-158.
- Bjorndal, K. A.; Zug, G. R. (1995). Growth and age of sea turtles. In: BJORNDAL, K. A. (Ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press. 1, 23–30.
- Casale, P. (2008). Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities. WWF Mediterranean Marine Turtle Programme c/o WWF Rome, Italy. 1-64.
- Castilhos, J. C.; Tiwari, M. (2006). Preliminary data and observation from an increasing olive ridley population in Sergipe, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, Durham. 113, 6-7.
- Castilhos, J. C. *et al.* (2011). Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 1, 89.
- Castro, C. B. (2000). Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Departamento de Invertebrados. Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Clukey, K. *et al.* (2017). Investigation of plastic debris ingestion by four species of sea turtles collected as bycatch in pelagic Pacific longline fisheries. *Marine Pollution Bulletin*. 120, 117-125.
- Cuttriss, K. A. (2014). Sea turtle ecology in the gold coast region, Australia: habitat use, nesting behaviour and movement patterns. Griffith school of environment in science, Environment, Engineering and Technology Group Griffith University. 1-140.
- Dodge, K. L. *et al.* (2018). Turtle Cam: A – Smart autonomous underwater vehicle for investigating

behaviors and habitats of sea turtles. *Frontiers in Marine Science*. 5, 1-10.

Ergene, S. *et al.* (2016). Identification of a new nesting beach in mersin, Turkey: Nesting activity of green and loggerhead sea turtles over 6 Nesting Seasons (2009 - 2014) at davultepe beach. *Marine Turtle Newsletter*. 149, 6-9.

Fish, U. S.; Wildlife, S. (1999). South Florida multi-species recovery plan. Hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*. Atlanta, Georgia. 615-647.

Fuentes, M. M. P. B. *et al.* (2006). Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. *Wildlife Research*. 33, 671-678.

Hays, G. C. *et al.* (2002). Behavioural plasticity in a large marine herbivore: contrasting patterns of depth utilization between 2 green turtle (*Chelonia mydas*) populations. *Marine Biology*. 141, 985-990.

Hazel, J.; Gyuris, E. (2006). Vessel-related mortality of sea turtles in Queensland, Australia. *Wildlife Research - WILDLIFE RES*. 3, 105-113.

Heithaus, M. R. *et al.* (2005). Biology of sea turtles under risk from tiger sharks at a foraging ground. *Marine Ecology Progress Series*. 288, 285-294.

Hirth, H. F. (1980). Some aspect the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles. *American Zoologist*. 20, 507-523.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2017). Plano de ação nacional para a conservação de tartarugas marinhas. 419, 10.

IUCN – Red List. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/search?query=sea%20turtle&searchType=species>. Acessado no dia 03.07.2024.

Kocabaş, S.; Acarli, D. (2019). First observation of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) around the shipwreck used as an artificial reef in the coasts of Gokceada Island, North Aegean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*. 8, 36-39.

Kondak, H. C. (2012). Análise da proporção sexual e do desenvolvimento gonadal da tartaruga-verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul. Trabalho de conclusão de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Biociências. Programa de Pós- Graduação em Biologia Animal.

Kopitsky, K. *et al.* (2000). Investigations on at-sea mating and reproductive status of olive ridleys, *Lepidochelys olivacea*, captured in the eastern tropical Pacific. In: *Proceedings of the 19th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA. 291.

Lara, P. H. *et al.* (2016). Continued light interference on loggerhead hatchlings along the southern Brazilian coast. *Marine Turtle Newsletter*. 149, 1-5.

Leitão, A. T. T. S. *et al.* (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747.

Lopes, M. M. M.; Santos, L. O. S. (2017). Meio ambiente, extinção e preservação da tartaruga de pente. *Anais IV CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora, Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/37428>. Acessado no dia 20.09.2024.

Luschi, P. (2009). Biodiversity conservation and habitat management – initiatives for the conservation of marine turtles. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. 2, 424.

Makowski, C. *et al.* (2006). Home range and habitat use of juvenile Atlantic Green turtles (*Chelonia mydas*) on shallow reef habitats in Palm Beach, Florida, USA. *Marine Biology*. 148, 1167-2279.

Marcovaldi M. A.; Marcovaldi G. G. (1985). Projeto Tamar: área de desova, ocorrência e distribuição das espécies, época de reprodução, comportamento de postura e técnicas de conservação das tartarugas marinhas no Brasil. *Brasília: MA-IBDF*. 46, 95-104.

Marcovaldi, M. A.; Marcovaldi, G. G. (1999). Marine turtles of Brazil: the history and structure of Project TAMAR-IBAMA. *Biology Conservation*. 91, 35–41.

Marcovaldi, M. A. *et al.* (2011). Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. 1, 20-27.

Marcovaldi, M. A. *et al.* (2018). Novel research techniques provide new insights to the sea turtle life cycle. 7, 169-189. In: Rossi-Santos, M. R. *Advances in marine vertebrate research in Latin América. Technological Innovation and Conservation*.

Mendonça, M. T. (1983). Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida Lagoon. *Copeia*. 3, 1013-1025.

Melo, M. T. D.; Lima, E. H. S. M. (2008). Encalhes de tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*, vandelli, 1761) registrados pela base do projeto tamar-icmbio no ceará entre os anos de 2004 A 2007. III Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO‘ 2008. I Congresso Ibero-Americano de Oceanografia – I CIAO.

Miller, J. D.; Dinkerlacker, S. A. (2007). Reproductive structures and strategies of turtles. In: Wyneken, J.; M. H. Godfrey; V. Bels. (eds), *Biology of Turtles*. 10, 225-278.

Mortimer, J. A. (1981). Feeding ecology of sea turtles. 103-109. In: Bjorndal, K. A. (Ed.) *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press. 13, 49–58.

Nelms, S. *et al.* (2015). Plastic and marine turtles: A review and call for research. *ICES Journal of Marine Science*. 73, 165-181.

Palaniappan, P. E.; HARITH, H. A. H. (2017). Spatial site fidelity of sea turtles at a foraging ground in Mabul Island, Sabah, Malaysia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5, 140-144.

Pendoley, K. L. *et al.* (2014) Reproductive biology of the flatback turtle *Natator depressus* in Western Australia. *Endangered Species Research*. 23, 115-123.

Plotkin, P. (2003). Adult migrations and habitat use. In: Lutz, P. L.; Musick, J. A.; Wyneken, J. (Ed.) *The biology of sea turtles II*. CRC Press 510. 8, 225-242.

Portaria MMA nº 148. (2022). Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Acessado no dia 16.07.2022.

Pritchard, C. H. P.; Mortimer, A. J. (2000). Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies In: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A.; Donnelly, M. (Ed.) *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. UICN/CSE Grupo especialista en tortugas marinas. 4, 23-41.

Reis, E. C. *et al.* (2010). Evidence of migratory movements of olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) along the Brazilian coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo. 3, 255-259.

Salmon, M. *et al.* (2016). The evolution of hatchling morphology. *Marine Turtle Newsletter*. 149, 9-12.

Santos, A. J. B. (2008). Aspectos da biologia reprodutiva de *Eretmochelys imbricata* (Testudines, Cheloniidae) no litoral sul do Rio Grande do Norte, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Schofield, G. *et al.* (2007). Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. *Endangered Species Research*. 3, 71–79.

Schuyler, Q. *et al.* (2014). Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. *Conservation Biology*. 1, 129-139.

Shaver, D. J.; Rubio, C. (2008) Movimento pós-nidificação de tartarugas marinhas kemp's ridley selvagens e de cabeça para baixo *Lepidochelys kempii* no Golfo do México. *Endangered Species Research*. 4, 43-55.

Seminoff, J. A.; Jones, T. T. (2006). Diel movements and activity ranges of green turtles

(*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*. 1, 81-86.

Servis, J. A.; Lovewell, G.; Tucker, A. D. (2015). Diet analysis of subadult kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) turtles from West-Central Florida. *Chelonian Conservation and Biology*. 14, 173-181.

Silva, A. C. C. D. *et al.* (2007). Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*. 87, 1047-1056.

Simões, T. N. *et al.* (2017). Influence of artificial lights on the orientation of hatchlings of *Eretmochelys imbricata* in Pernambuco, Brazil. *Zoologic*. 34, 13727.

Stubbs, J. L. *et al.* (2019). A full life cycle dynamic energy budget (DEB) model for the green sea turtle (*Chelonia mydas*) fitted to data on embryonic development. *Journal of Sea Research*. 143, 78-88.

TAMAR. (1999). Tartarugas marinhas do Brasil: história de uma parceria. Recurso multimídia. Multitrend Technology Information. (eds.), Projeto Tamar Ibama & Fundação Pró- Tamar.

Thomé, J. C. A. *et al.* (2007). Nesting Biology and conservation of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) in Espírito Santo State, Brazil, 1988-1989 to 2003-2004. *Chelonian Conservation and Biology*, Massachusetts. 1, 15-27.

Thums, M. *et al.* (2017) Predadores ambientais de comportamento de forrageamento e trânsito em tartarugas-de-costas-chatas *Natator depressus*. *Endangered Species Research*. 32, 333-349.

Whittock, P. A.; Pendoley, K. L.; Hamann, M. (2014) Distribuição inter-nidificação de tartarugas-de-costas-chatas *Natator depressus* e desenvolvimento industrial na Austrália Ocidental. *Endangered Species Research*. 26, 25-38.

Wibbels, T. (2000). Diagnosing the sex of sea turtles in foraging habitats. In: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A.; Donnelly, M. (Ed.) *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. 4, 139-142.

Wyneken, J. (2001). The anatomy of sea turtles. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC. 470, 1-172.

Xavier, R. *et al.* (2006). Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus 1766) and green turtle (*Chelonia mydas* Linnaeus 1754) nesting activity (2002-2004) at El Cuyo beach, Mexico. *Amphibia-Reptilia*. 27, 539-547.

3.2. Revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios

Esse capítulo traz uma revisão bibliométrica que visa compreender o uso de naufrágios por tartarugas marinhas. Aqui, compilamos o estado atual do conhecimento sobre tartarugas marinhas em naufrágios, identificamos áreas atualmente conhecidas com potencial para observação de tartarugas marinhas e fornecemos futuros locais para estudos sobre tartarugas marinhas que habitam esses recifes artificiais.

3.2.1. Introdução

Os naufrágios são embarcações afundadas totalmente ou parcialmente, devido à entrada de água em seus espaços internos, por motivos diversos, como negligência a bordo, desconhecimento da batimetria local, formação rochosa submersa e mudanças de ventos e correntezas (Rios, 2010; Rios, 2007). Os naufrágios são considerados recifes artificiais que atuam de forma similar a um recife natural (Jensen *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2018). Eles vêm sendo implantados propositalmente em todo o mundo (Figura 1), visando recuperar áreas degradadas, aumentar a pescaria local e o ecoturismo subaquático, possibilitar novos ambientes para diversos organismos, desenvolver pesquisas científicas voltadas para sobrepesca, preservação e interações ecológicas (Santos; Passavanti, 2007; Santos *et al.*, 2008; Bohnsack *et al.*, 1997; Ilieva *et al.*, 2019).

FIGURA 1: EXEMPLOS DE RECIFES ARTIFICIAIS UTILIZADOS NO MUNDO. 1) BLOCOS DE CONCRETO; 2) PNEUS; 3) TELA VAZADA; 4) NAUFRÁGIO).



Fonte: A autora (2016).

Para a fauna associada, os naufrágios fornecem condições favoráveis para sustentar ou melhorar a desova, reprodução, alimentação e crescimento até a maturidade, bem como para aumentar a produtividade de outras comunidades, tornando esses recifes artificiais fontes que suportam pescarias (Barnette, 2017; Acarli *et al.*, 2020). Dentre os animais comumente encontrados em naufrágios ao redor do mundo (Figura 2), temos uma diversidade de organismos bentônicos e nectônicos, como macroalgas, corais, equinodermos, peixes, tubarões, raias e tartarugas marinhas (Leitão *et al.*, 2022; Acarli *et al.*, 2020; Correia *et al.*, 2018; Sazima *et al.*, 2010; Lira *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010).

FIGURA 2: EXEMPLO DE BIODIVERSIDADE MARINHA QUE PODE SER ENCONTRADA NOS NAUFRÁGIOS. 1) RAIÁ PREGO - *DASYATIS AMERICANA*; 2) TARTARUGA VERDE - *CHELONIA MYDAS*; 3) TUBARÃO LIXA - *GINGLYMOSTOMA CIRRATUM*; 4) ESPONJAS - *PORIFERA*; 5) CARDUME DE PEIXES; 6) LAGOSTA - *PALINURIDAE*; 7) MACROALGAS E INVERTEBRADOS INCRUSTANTES.



Fonte: A autora (2020).

O mergulho recreativo vem cada vez mais contribuindo com informações sobre grupos zoológicos em ambientes marinhos (Santos *et al.*, 2019; Leitão *et al.*, 2022). É notável que os naufrágios atraem vida selvagem marinha e proporcionam locais de pesca e atividades de mergulho excepcionais (Santos *et al.*, 2010; Brotto *et al.*, 2012; Loureiro *et al.*, 2012; Janér, 2012). Na Carolina do Norte, por exemplo, vários naufrágios de guerras foram usados, aproveitando as vantagens de suas estruturas submersas para facilitar a pesca e atividades recreativas (Babits, 2002; Wilde-Ramsin; Angley, 1985).

No Brasil, são registrados diversos naufrágios funcionando como recifes artificiais nos estados do Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Ceará e Pernambuco (Araújo; Brotto, 1997; Brandini, 2000; Godoy; Coutinho, 2002; Conceição *et al.*, 1998). No entanto, destaca-se a costa de Pernambuco com mais de 100 naufrágios, com aproximadamente 29 desses sendo mais utilizados pelas operadoras de mergulho do estado. O litoral do estado foi historicamente escolhido como um porto náutico natural, devido à força das marés e dos ventos mínimos propiciados pelos recifes costeiros lineares (Guerra, 1954). Por isso, a maioria dos navios que vinham para o Brasil passava pelo estado (Cavalcanti; Kempf, 1970), ocorrendo centenas de naufrágios desde o ano de 1503 (Araújo, 2000; Pereira, 1983).

Em 2002 foi implementado o Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE), com parcerias entre as empresas de mergulho do estado, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade de Pernambuco (UPE) (Carvalho, 2022). O PNAPE basicamente consiste no afundamento de rebocadores para criação de recifes artificiais. Neste contexto, o Servemar X foi o primeiro rebocador a ser afundado propositalmente em Pernambuco, seguido do Minuano e do Lupus (Carvalho, 2022). Mais três embarcações (Mercurius, Saveiros e Taurus) foram afundadas propositalmente na plataforma continental em 2006, com o propósito de acompanhar o processo de colonização e sucessão ecológica nesses ambientes (Santos, 2012). O rebocador Walsa foi afundado no ano de 2009, na faixa dos 40 metros, mais fundo do que os anteriores, para valorizar atividades de mergulho profundo e técnico. Em 2017 os rebocadores, Phoenix, Bellatrix, São José e Virgo juntam-se aos demais rebocadores afundados propositalmente como recife artificial no PNAPE (Correia *et al.*, 2018). Em 2019 mais dois navios (Riobaldo e Natureza) do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (Cepene) foram afundados na APA Costa de Corais, a

cerca de 7 km da costa, a uma profundidade de 27 metros, trazendo mais opção para pesquisa e turismo na região de Tamandaré, no litoral sul do Estado (ICMBio, 2019). Desde 2001 a pesca em áreas de naufrágios e seus arredores é proibida em Pernambuco para proteger esses recifes artificiais e sua biodiversidade associada, conforme estabelecido no Decreto Estadual 23.394.

3.2.2. Metodologia

Para essa revisão sistemática, selecionamos oito palavras-chaves (shipwreck and sea turtle; shipwreck and *chelonina mydas*; shipwreck and *eretmochelys imbricata*; shipwreck and *caretta caretta*; shipwreck and *lepidochelys olivácea*; shipwreck and *Dermochelys coriácea*; shipwreck and *Lepidochelys kempii*; shipwreck and *Natator depressus*), que são os nomes científicos das sete espécies de tartarugas marinhas e a palavra naufrágio em inglês. Fizemos buscas em plataformas como Google Scholar, Scopus e Web of Science (Figura 3). Baixamos todas as publicações encontradas nas primeiras 20 páginas da busca gerada por cada palavra-chave, usando o critério de relevância de todas as plataformas, a qualquer momento e em qualquer idioma, no período de abril de 2021 até novembro de 2022. As publicações resultantes da busca foram inspecionadas e os artigos (e outras publicações cinza – e.g. resumos de congressos, trabalhos de conclusão de curso, boletim, etc) que relacionam tartaruga marinha em naufrágio foram compiladas e enumeradas em uma planilha.

Nessa planilha, coletamos as seguintes informações: plataforma de busca onde a referência foi encontrada (Scopus, Web of Science ou Google Scholar); palavras chaves utilizadas; data que nós analisamos cada publicação; título da publicação; ano da publicação; localidade do estudo; duração do estudo; áreas do conhecimento científico que a publicação aborda (e.g., comportamento, ecologia, conservação, arqueologia, turismo, etc); espécie de tartaruga encontrada na publicação; quantidade de espécimes de tartarugas encontrados na publicação; faixa etária da tartaruga; sexo da tartaruga; comportamento da tartaruga no naufrágio; nome e profundidade do naufrágio onde a tartaruga foi relatada; tipo de publicação (e.g., artigo, tese, boletim...); nome da revista da publicação quando artigo ou local de publicação quando outros; impacto da publicação (percentil do periódico e fator de impacto); instituições realizando a pesquisa publicada e referência completa (citação) (Figura 3).

FIGURA 3: ESQUEMA DE COLETA DE DADOS DA PESQUISA. O PERÍODO DE ABRIL DE 2021 ATÉ NOVEMBRO DE 2022 FOI O PERÍODO DE BUSCA DOS ARTIGOS.



Fonte: A autora (2024).

3.2.3. Resultados e Discussão

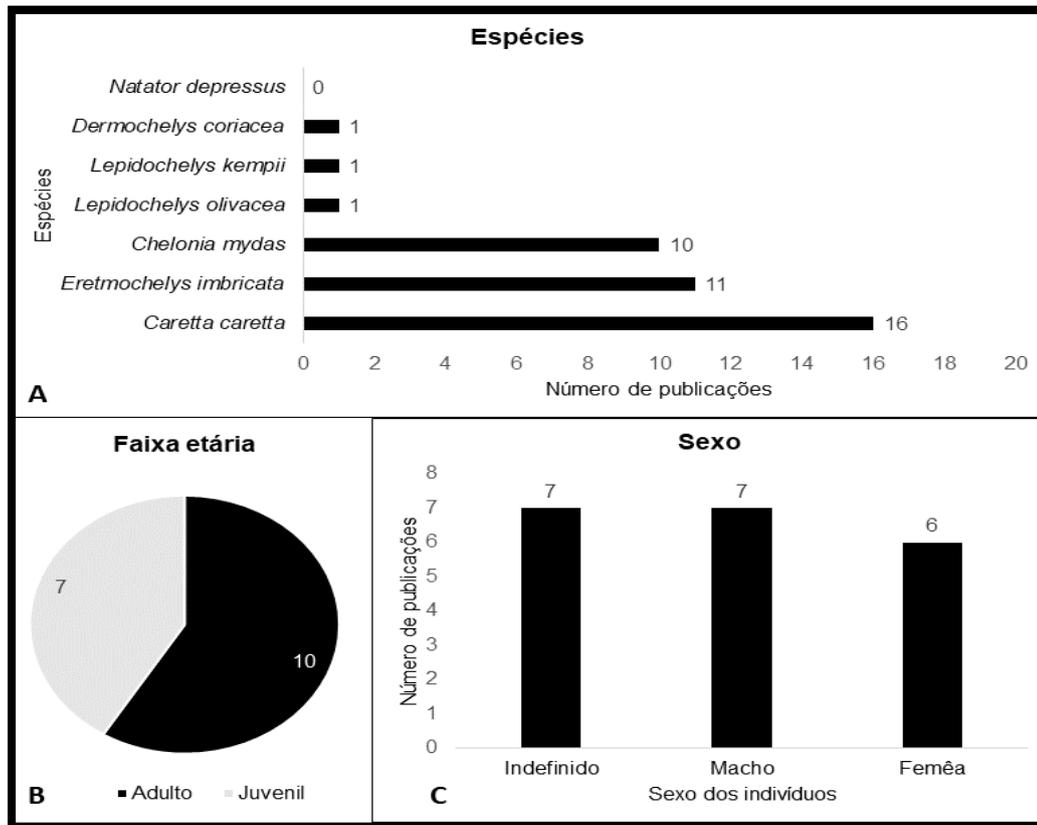
A busca na plataforma Google Scholar foi a mais numerosa, resultando em 1470 publicações de acordo com as palavras-chaves selecionadas, onde 1077 publicações foram baixadas para posterior inspeção (os que não baixamos, foi por não ter acesso liberado (n=31), ou já está repetido na amostra – em outras palavras chaves, e houve casos também, onde achamos uma dissertação/tese e depois a publicação em revista – nesse caso, consideramos a publicação na revista como fonte da informação final). Dessas 1077 publicações, de acordo com as palavras-chaves, apenas 35 que relacionavam tartaruga marinha em naufrágio, durante os anos de 1982 a 2022, e entraram na nossa análise de dados (Figura 3). Já as plataformas de busca Scopus e Web of Science, não foram tão eficientes quanto o Google Scholar, pois nos resultaram apenas 13 artigos cada plataforma, de acordo com as palavras-chaves selecionadas.

Além de ter um número de publicações reduzidas em comparação com a plataforma Google Scholar, todos os artigos encontrados nessas plataformas, já haviam sido encontrados no Google Scholar.

Considerando as publicações que não entraram na amostra final de 35 artigos direcionados, uma grande parte desses artigos eram sobre tartarugas marinhas e/ou naufrágios, mas não relacionavam a ocorrência de tartaruga em naufrágio (n= 899), por exemplo, falavam que a região da praia era área de desova. Outras (n= 114) eram sobre arqueologia, que geralmente contavam a história de um naufrágio, como, por exemplo, como a tripulação conseguia sobreviver, se alimentando de tartaruga marinha. Outros só falaram de ocorrência em recifes artificiais no geral, não especificando que era um naufrágio (n= 29). Todas essas publicações foram triadas e analisadas, porém, não entraram para o nosso banco de dados e não foram planilhadas.

Uma parte das publicações informaram a relação de tartarugas em naufrágios, de modo geral (n=7), geralmente retratavam tartarugas marinhas, mas não especificaram a espécie, faixa etária, nem sexo dos indivíduos encontrados. Sobre as espécies, a mais encontrada foi a *Caretta caretta*, seguida de *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas*, respectivamente (Figura 4a). Entre a faixa etária, os adultos foram mais encontrados (Figura 4b), e outros 14 trabalhos não especificaram a faixa etária. E entre os sexos definidos dos indivíduos, obtivemos mais machos (Figura 4c) e outras 15 publicações não especificaram o sexo dos indivíduos. Mais de uma espécie, faixa etária e sexo pode ter sido encontrado em uma única publicação, e foi contabilizada separadamente. Isso retrata a falta de informações fornecidas na literatura atual.

FIGURA 4: NÚMERO DE PUBLICAÇÕES QUE RELACIONAVAM TARTARUGA MARINHA EM NAUFRÁGIO: A) NÚMERO DE PUBLICAÇÕES COM ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS DESCRITA; B) NÚMERO DE PUBLICAÇÕES COM FAIXA ETÁRIA DE TARTARUGA MARINHA DESCRITA; C) NÚMERO DE PUBLICAÇÕES COM SEXO DE TARTARUGA MARINHA DESCRITO.



Fonte: A autora (2024).

Das 35 publicações encontradas e consideradas na amostra final como qualificadas para responder o objetivo desta revisão, 16 estudos foram realizados em naufrágios dos Estados Unidos (Figura 5). Essa relação dos Estados Unidos com estudos de tartarugas marinhas em naufrágios, refletida na maior quantidade de publicações e pesquisas realizadas no país, poderia estar relacionada a riqueza de naufrágios no país. Por exemplo, a Flórida e Carolina do Norte são estados com muitos naufrágios e recifes artificiais, que servem como habitats para uma variedade de espécies marinhas (Dubbs *et al.*, 2012; Barnette, 2017). Fornecendo assim, laboratórios naturais para a pesquisa, facilitando estudos sobre ecologia e os impactos e benefícios desses recifes para o ecossistema marinho.

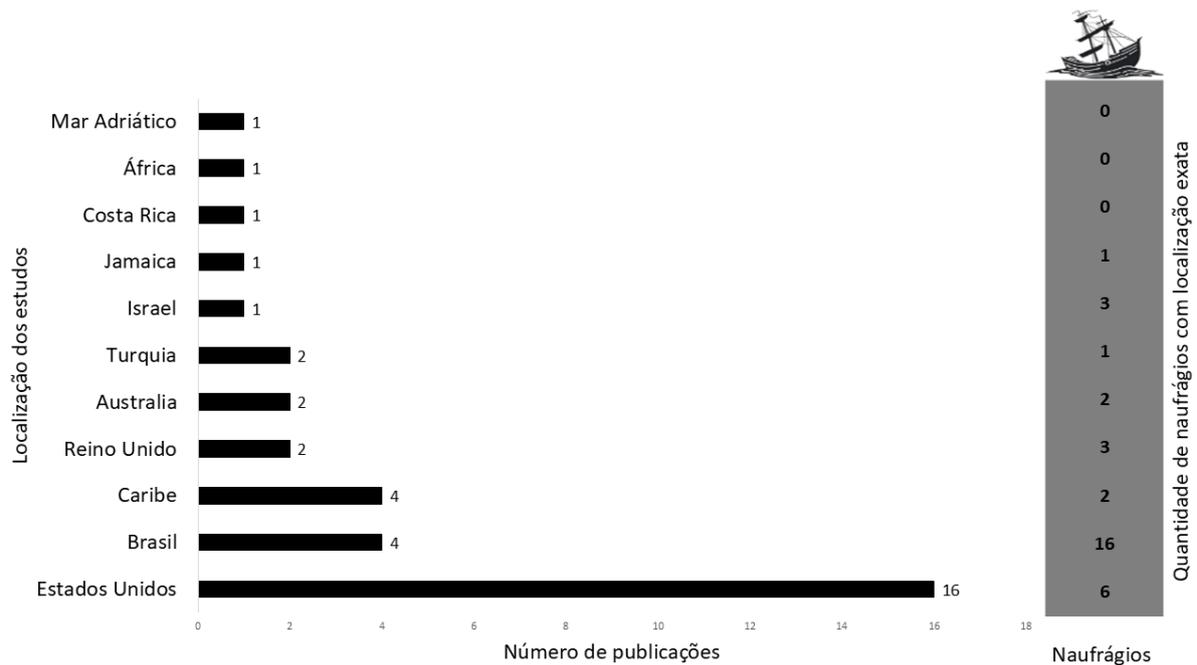
Além disso, os estados costeiros dos EUA têm programas extensivos para criar e manter recifes artificiais (Reef Ball Foundation, 1993). Eles têm uma grande quantidade de centros de pesquisa dedicados à biologia marinha. Como, por exemplo, a Scripps Institution of Oceanography, que é uma das instituições mais renomadas para a pesquisa em oceanografia e biologia marinha, conhecida por suas contribuições significativas para a compreensão dos oceanos e dos sistemas marinhos. A Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI), é um dos maiores e mais antigos centros de pesquisa em oceanografia nos Estados Unidos, com foco em uma ampla gama de tópicos relacionados ao oceano, incluindo a biologia marinha. A Smithsonian Marine Station que faz parte do Smithsonian Institution realiza pesquisas em ecologia marinha e biologia marinha, com ênfase em espécies e ecossistemas da região do Atlântico. O NOAA Fisheries (Administração Nacional Oceânica e Atmosférica) que possui vários centros de pesquisa focados em biologia marinha, incluindo o NOAA Fisheries Science Centers, que conduzem pesquisas sobre a conservação de peixes, mamíferos marinhos e habitats. Marine Biological Laboratory (MBL) conhecida por seu trabalho em biologia marinha e pesquisa de organismos marinhos, além de ser um centro de treinamento e educação para cientistas marinhos. Florida Institute of Technology oferece programas e realiza pesquisas extensivas em biologia marinha, focando em vários aspectos da vida marinha e dos ecossistemas. University of Miami Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science é um importante centro de pesquisa e educação em ciências marinhas e atmosféricas. Hawaii Institute of Marine Biology (HIMB) que foca na pesquisa dos ecossistemas marinhos do Pacífico e no estudo da biodiversidade marinha. Esses centros colaboram frequentemente em projetos de pesquisa e conservação, e desempenham um papel vital na compreensão e proteção dos oceanos e da vida marinha.

Tanto a quantidade de naufrágios como a quantidade de instituições de pesquisas voltadas para ciências do oceano podem ajudar a explicar a maior quantidade de estudos nos EUA. Essa liderança é impulsionada por diversos fatores, como investimento financeiro significativo em pesquisa e desenvolvimento por parte do governo federal, empresas privadas, universidades e instituições de pesquisa (De Negri; Cavalcante, 2012). Esse apoio financeiro cria um ambiente favorável para a produção de artigos científicos. Isso se torna evidente quando consideramos o caso do Brasil, onde apesar de possuir muitos naufrágios, o país não se destacou na quantidade de publicações, potencialmente pela falta de investimento

econômico nas pesquisas realizadas por centros de pesquisas e universidades nessa linha. A colaboração internacional também desempenha um papel importante, pois pesquisadores de todo o mundo buscam oportunidades de colaboração com instituições e pesquisadores nos Estados Unidos (Santin *et al.*, 2015; Silva; Oliveira, 2010). Essa colaboração promove a diversidade e a amplitude da produção científica (Oliveira *et al.*, 2020). Os pesquisadores nos Estados Unidos são incentivados a publicar seus trabalhos e recebem reconhecimento por suas contribuições, devido ao sistema de ensino superior que valoriza a produtividade científica (Zeichner, 1998; Oliveira *et al.*, 2020). Além disso, a reputação de excelência acadêmica das universidades e instituições de pesquisa nos Estados Unidos com a rica tradição de pesquisa em várias disciplinas acadêmicas, atrai talentos de todo o mundo, incluindo pesquisadores altamente qualificados, que contribuem para a produção científica do país (Oliveira *et al.*, 2020).

Os EUA também abrigam seis, das sete espécies de tartarugas marinhas existentes no mundo, cada uma encontrando habitats específicos ao longo das costas e em áreas costeiras, como a Flórida e o Havai (Broadbent *et al.*, 2020; Barnette, 2017; Kam, 1986). Porém, a maior diversidade de espécies é geralmente encontrada em regiões como o Indo-Pacífico, áreas como o Grande Barrier Reef e as ilhas do Pacífico possuem uma variedade mais ampla de espécies devido à complexidade e riqueza dos ecossistemas marinhos da região. Como, por exemplo, a Austrália, que embora abrigue todas as espécies de tartarugas, fazendo dela um dos poucos países onde todas as sete espécies podem ser encontradas (Pendoley *et al.*, 2014; Whittock *et al.*, 2014; Limpus *et al.*, 1992), não foi o país com maior número de estudos com essa relação entre tartarugas e naufrágios (Figura 5).

FIGURA 5: LOCALIZAÇÃO ONDE O ESTUDO FOI REALIZADO DENTRE AS 35 PUBLICAÇÕES ANALISADAS E A QUANTIDADE DE NAUFRÁGIOS COM LOCALIZAÇÃO EXATA COM OCORRÊNCIA DE TARTARUGA MARINHA EM CADA LOCAL.



Fonte: A autora (2024).

Das 35 publicações com ocorrência de tartarugas marinhas em naufrágios, apenas 13 publicações forneceram o nome exato do naufrágio ou suas coordenadas geográficas (Figuras 5 e 6 e Tabela 1). Oito publicações não especificaram a localização exata, mas detalharam o local de forma mais ampla, mencionando a cidade ou a ilha (Tabela 1 e Figura 6). Outras 14 abordaram a localização de maneira geral, indicando apenas o estado ou o país (Tabela 1 e Figura 6).

Dentre as 13 publicações onde os naufrágios foram devidamente localizados geograficamente, conseguimos identificar um total de 34 naufrágios (com localização exata) com ocorrência de tartaruga marinha ao redor do mundo (Figura 5 e 6 e Tabela 1), incluindo Estados Unidos (n= 6) em Palm Beach County Waters, Flórida, sendo o país mais popular entre as publicações encontradas (Figura 5 e 6), o Brasil (n= 16) que embora não seja o país mais popular dentre as localizações dos estudos encontradas nas publicações, foi o país onde tiveram a maior quantidade de naufrágios identificados com ocorrência de tartarugas marinhas, todos na região Nordeste do País. Identificamos naufrágios também no Reino Unido (n=3), um nas Ilhas Virgens Britânicas e dois na costa da Cornualha - Grã-Bretanha nas Ilhas de Scilly na

Inglaterra. Também em St. Eustatius National Parks no Caribe (n=2), em Eilat em Israel (n=3), na Austrália, perto da grande barreira de corais (n=2), Turquia, na Ilha de Gökçeada no Mar Egeu do Norte (n=1) e Jamaica (n=1).

Na análise dos dados, em um único artigo, havia registro de 15 naufrágios com ocorrência de tartaruga marinha em Pernambuco, o que contribuiu para esse maior número de naufrágios identificados no Brasil da amostra. No país são registrados diversos naufrágios funcionando como recifes artificiais, nos estados do Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Ceará, Bahia e Pernambuco (Araújo; Brotto, 1997; Brandini, 2000; Godoy; Coutinho, 2002; Conceição; Monteiro Neto, 1998). No entanto, destaca-se a costa de Pernambuco, pois esse litoral foi historicamente escolhido como um porto náutico natural devido aos recifes costeiros lineares que proporcionam marés e ventos amenos (Guerra, 1954). Portanto, a maioria dos navios que chegaram ao Brasil passaram pelo estado (Cavalcanti; Kempf 1970), com centenas de naufrágios ocorrendo a partir de 1503 (Araújo, 2000; Pereira, 1983). A cidade do Recife, é considerada a capital brasileira dos naufrágios (Carvalho, 2022), possuindo 165 naufrágios conhecidos em Pernambuco, com variações de profundidade entre 1 e 40 metros, compreendendo navios naufragados intencionalmente e acidentalmente (Carvalho, 2022; Santos *et al.*, 2010). Com aproximadamente 29 desses sendo mais utilizados pelas operadoras de mergulho do estado (Carvalho, 2022; Leitão *et al.*, 2022). O Brasil, também abriga cinco das sete espécies de tartarugas existente no mundo (Marcovaldi; Marcovaldi, 1985).

Nos Estados Unidos, cinco dos naufrágios identificados estão localizados em um único ponto de mergulho conhecido como “*The Corridor*”. Esse local é bastante popular entre os mergulhadores porque permite a visitação de cinco naufrágios em um único mergulho que ficam posicionados como se fosse um corredor de naufrágios. No entanto, muitas publicações americanas não detalharam quais naufrágios estavam sendo mencionados, dificultando a identificação precisa dos naufrágios com ocorrências de tartarugas marinhas no país, explicando potencialmente o número menor de registros de naufrágios específicos identificados com ocorrência das tartarugas.

Dentre as oito publicações que não especificaram a localização exata do naufrágio com ocorrência de tartaruga marinha, mas detalharam o local de forma mais ampla. Três foram nos Estados Unidos, mencionando naufrágios nas Costas do Texas e Louisiana e no Havaí, nas

ilhas Laysan, Lisianski, Lanai e no Atol Pearl e Hermes. Uma outra publicação mencionou três partes de um naufrágio no Atol de St. Brandon nas Ilhas Maurício na África. Uma publicação no Brasil mencionou dois naufrágios em Fernando de Noronha – Pernambuco, um na Baía do Sueste e um em Caieiras. E as outras três publicações foram no Caribe, mencionando naufrágios na Reserva Marinha de Folkestone, Barbados, Índias Ocidentais, na ilha de Saba e na ilha Bermudas.

Dentre as 14 publicações que descreveram a localização de maneira geral, indicando apenas o estado ou o país. A maioria foi nos Estados Unidos (n=12), sendo sete publicações na Flórida, onde falaram que teve ocorrência em vários naufrágios nessa região, três na Carolina do Norte, um no Texas e outro falou só o país (EUA). Outras publicações mencionaram naufrágios na Costa Rica (n=1) e no Mar Adriático (n=1).

Com isso, foram identificados 34 naufrágios (com localização exata) mundialmente com ocorrência de tartaruga marinha, além de pelo menos mais 26 naufrágios cuja localização foi imprecisa (Tabela 1 e Figura 6). Esses locais têm potencial para a observação de tartarugas marinhas e podem servir como futuros pontos de estudo sobre esses animais que habitam recifes artificiais.

TABELA 1: COORDENADAS DOS NAUFRÁGIOS COM OCORRÊNCIA CONHECIDA DE TARTARUGA MARINHA NO MUNDO, BASEANDO-SE NAS 35 PUBLICAÇÕES RESULTANTES DE NOSSA BUSCA SISTEMÁTICA CONSIDERANDO PALAVRAS-CHAVES ESPECÍFICAS SOBRE O TEMA “TARTARUGAS MARINHAS E NAUFRÁGIOS”.

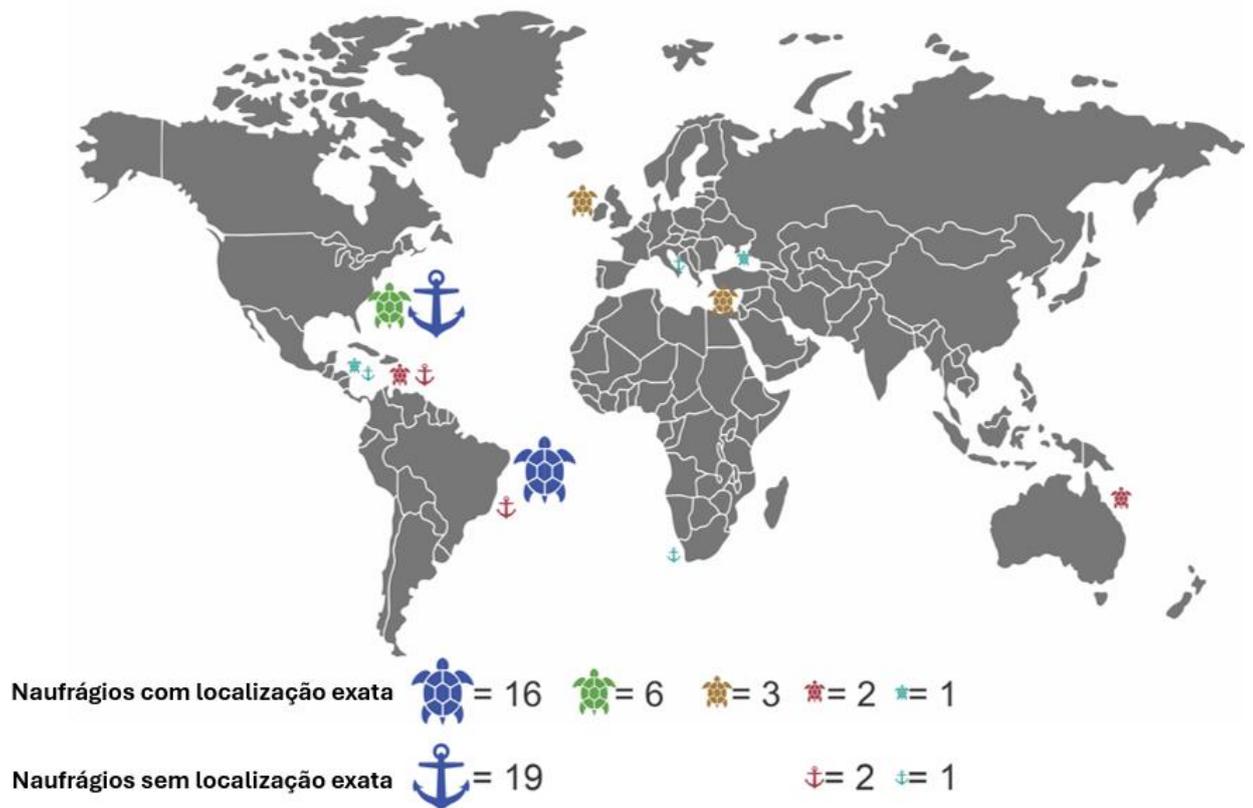
Nome do Naufrágio	Localização descrita na publicação	Coordenadas (GPS)	Número de naufrágios no ponto	Profundidade do naufrágio (m)
TCSG 132	Ilha de Gokceada, Mar Egeu do Norte - Turquia	40193602 / 25904554	1	25
Pirapama	Recife, Pernambuco - Brasil	08°03.364' / 034°46.992'	1	23
Taurus	Recife, Pernambuco - Brasil	08°04.206' / 034°45.181'	1 (próximo ao Virgo)	25
Virgo	Recife, Pernambuco - Brasil	08°04.193' / 034°45.196'	1 (próximo ao Taurus)	25
Vapor Bahia	Recife, Pernambuco - Brasil	07°34.786' / 034°42.152'	1	25
Vapor de Baixo	Recife, Pernambuco - Brasil	08°03.290' / 034°47.660'	1	23
Servemar	Recife, Pernambuco - Brasil	08°06.025' / 034°46.795'	1	25

Servemar X	Recife, Pernambuco - Brasil	08°07.104' / 034°46.368'	1	25
Saveiros	Recife, Pernambuco - Brasil	08°04.520' / 034°44.322'	1	28
Mercurius	Recife, Pernambuco - Brasil	08°04.735' / 034°44.009'	1	29
Phoenix	Recife, Pernambuco - Brasil	08°02.388' / 034°43.577'	1 (próximo ao Bellatrix)	29
Bellatrix	Recife, Pernambuco - Brasil	08°02.325' / 034°43.597'	1 (próximo ao Phoenix)	29
Lupos	Recife, Pernambuco - Brasil	08°09.525' / 034°43.305'	1	36
Marte	Recife, Pernambuco - Brasil	08°35.524' / 034°54.712'	1	33
Navio do Canal da Rata	Fernando de Noronha, Pernambuco - Brasil	03° 49 / 032° 25'	1	13
Navio do Porto	Fernando de Noronha, Pernambuco - Brasil	03° 50 / 032° 24' 24"	1	5
Curuzu	Guarajuba, Camaçari, Bahia - Brasil	-12.668.604 / -38.080.861	1	Informação não disponível
Port Royal	Jamaica	18.438.485 / -72.899.901	1	Informação não disponível
Shles Reef	Eilat, Israel	29.507.405 / 34.949.375	1	15
Yatush	Eilat, Israel	29.516.518 / 34.956.756	1	15
Satil	Eilat, Israel	29.504.117 / 34.941.778	1	21
Informação não disponível	Dentro da Grande Barreira de Corais ao sul de Queensland, Austrália	23°199 / 151°579	1	Informação não disponível
Naufração I	Australia	-24771536,2	1	25
Amaryllis	Palm beach county waters, Flórida, USA	26° 47.30' / 80° 00.960'	1	25
The Corridor	Palm beach county waters, Flórida, USA	26°42'20.4" / 80°01'51.2"	5	25
Hathor & Plympton	Costa da Cornualha - Grã-Bretanha - Reino Unido	49°52'51" / 6°20'49"	2	28
Wreck of the Rhone (RMS Rhone)	Ilhas Virgens Britânicas - Reino Unido	18° 22' 7" / 64° 32' 8"	1	23
Double Wreck	St. Eustatius National Parks (STENAPA) CARIBE	17 ° 28.792' / 62 ° 59.641'	1	30
Triple Wreck	St. Eustatius National Parks (STENAPA) CARIBE	17 ° 28.750' / 62 ° 59.660'	1	30
Informação não disponível	ilha das Bermudas - Caribe	Informação não disponível	1	Informação não disponível

Informação não disponível	Sudoeste da ilha de Saba e 25 km a oeste de St. Eustatius - Caribe	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Atol de St. Brandon, Maurício, Oceano Índico - Africa	Informação não disponível	1 (3 partes próximo um do outro de um mesmo naufrágio)	3
Informação não disponível	Baía do Sueste, Fernando de Noronha, Pernambuco - Brasil	Informação não disponível	1	1-23
Informação não disponível	Cabeço da Caieiras, Fernando de Noronha, Pernambuco - Brasil	Informação não disponível	1	1-23
Informação não disponível	Polihua beach, northern Lanai - EUA	Informação não disponível	1	6
Informação não disponível	Louisiana Coasts - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Texas Coasts - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Folkestone Marine Reserve, Barbados, West Indies - Caribe	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Pearl and Hermes reef - Havai - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Laysan island - Havai - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Llslanski ISLAND - Havai - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Fernando de Noronha, Pernambuco - Brasil	Informação não disponível	1	20
Informação não disponível	Flórida - EUA	Informação não disponível	Vários	30m / 15m / 25m / 25-195m
Informação não disponível	Carolina do Norte - EUA	Informação não disponível	3	Informação não disponível
Informação não disponível	Águas costeiras do sudeste dos EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Oyster Creek - Texas - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Town of Holden Beach - Carolina do Norte - EUA	Informação não disponível	1	Informação não disponível
Informação não disponível	Costa Rica	Informação não disponível	1	30
Informação não disponível	The Adriatic Sea	Informação não disponível	1	Informação não disponível

Fonte: A autora (2024).

FIGURA 6: LOCALIZAÇÃO DOS NAUFRÁGIOS, DENTRE AS 35 PUBLICAÇÕES ANALISADAS. COM LOCALIZAÇÃO EXATA (TARTARUGA) E SEM LOCALIZAÇÃO EXATA (ÂNCORA) COM OCORRÊNCIA DE TARTARUGA MARINHA EM CADA LOCAL.



Fonte: A autora (2024).

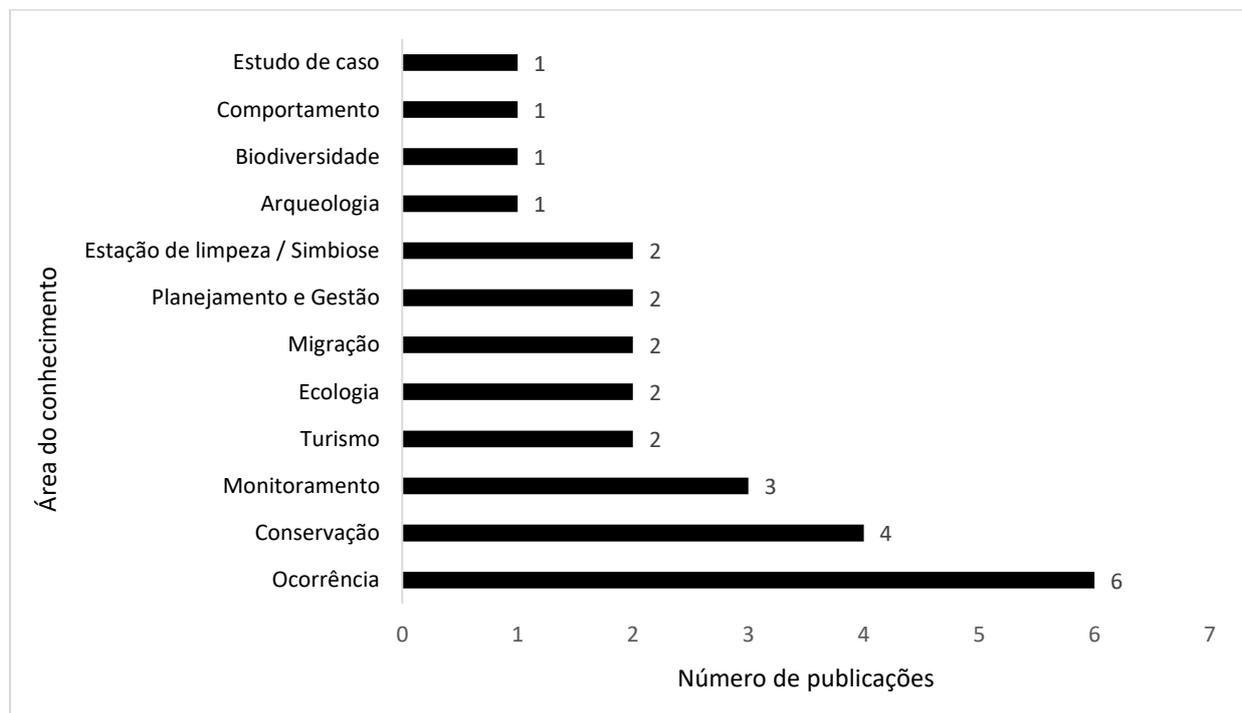
O turismo de mergulho é uma parte importante da indústria do turismo (Davis; Tisdell, 1995; Dixon *et al.*, 1993; Rathnayake, 2015). A presença de naufrágios aumenta a diversidade de opções de mergulho, atraindo mergulhadores interessados em experiências diferentes e enriquecedoras (Rathnayake, 2015; Leitão *et al.*, 2022). Os naufrágios podem impulsionar a economia local, atraindo turistas e mergulhadores de outras regiões e países (Santos *et al.*, 2019). A indústria do turismo de mergulho envolve diversos setores, como operadoras de mergulho, hotéis, restaurantes, transporte e comércio local (Rathnayake, 2015). Os naufrágios podem contribuir para o desenvolvimento de infraestrutura turística e a criação de empregos relacionados ao turismo (Rathnayake, 2015).

Alguns naufrágios possuem valor histórico e cultural significativo (Elkin *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2017). Ao promover o turismo de mergulho em naufrágios, esses locais são

valorizados e sua preservação é incentivada (Rathnayake, 2015). Os naufrágios podem ser considerados patrimônios culturais subaquáticos, que contam histórias e oferecem insights sobre o passado (Elkin *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2017). O turismo de mergulho também pode ajudar a conscientizar a importância da preservação do patrimônio marítimo e incentivar ações de conservação. Os mergulhadores também têm a oportunidade de aprender sobre a vida marinha que se estabeleceu nos naufrágios e compreender a importância dos ecossistemas marinhos. Esse tipo de experiência pode promover a conscientização ambiental e a conservação dos recifes e dos oceanos.

Em relação às áreas de estudo, a maioria das publicações focou na ocorrência de espécies em naufrágios (n=6), seguida por estudos voltados para a conservação e monitoramento das tartarugas nesses ambientes (Figura 7). Além disso, quatro estudos foram pareceres biológicos, dois relatórios, um boletim e uma capacitação.

FIGURA 7: NÚMERO DE PUBLICAÇÕES POR ÁREA DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE TARTARUGAS EM NAUFRÁGIOS.



Fonte: A autora (2024).

3.2.4. Conclusão

O estado atual do conhecimento sobre tartarugas marinhas em naufrágios é ainda muito limitado, revelando uma carência significativa na literatura científica sobre essa relação ecológica específica. Este estudo identificou 60 naufrágios, dos quais 34 foram geograficamente localizados com precisão, enquanto 26 apresentaram dados de localização insuficientes, dificultando a identificação exata dos locais. Apesar do maior número de naufrágios identificados no Brasil, a maioria das pesquisas focadas em tartarugas marinhas nesse ambiente artificial foi conduzida nos EUA, com a maioria das publicações não detalhando a localização exata do naufrágio. Essa maior quantidade de publicações pode ser um resultado do maior investimento econômico em pesquisa nesse país e a maior quantidade de instituições de pesquisa nessa linha. A maior concentração de naufrágios no nordeste do Brasil torna esse local um ponto quente e modelo para estudos da relação entre a fauna marinha e naufrágios em diferentes níveis de profundidade. Essas áreas são importantes locais para mergulho recreacional, desde que essa atividade seja realizada de maneira sustentável e responsável, com um equilíbrio adequado entre o desenvolvimento econômico e a preservação dos ambientes marinhos. A gestão adequada dos naufrágios, a implementação de diretrizes de mergulho sustentável e a colaboração entre as autoridades locais, operadoras de mergulho e a comunidade são fundamentais para garantir a proteção desses locais e seu valor a longo prazo para a indústria do turismo de mergulho.

3.2.5. Referências

Acarli, D. *et al.* (2020). Biodiversity of TCSG-132 shipwreck artificial reef (Gökçeada, North Aegean Sea). *Acta Aquatica Turcica*. 16, 313-329.

Araújo, F. G; Brotto, D. S. (1997). Uso de estruturas artificiais como habitat por organismos marinhos. *Anais do VII Congresso Latino Americano sobre Ciências do Mar*. 1, 46-47.

Araújo, J. de G. (2000). Catálogo de naufrágios e afundamentos na costa do Brasil, 1503 a 1995. Salvador. 134- 152.

Babits, L. E. (2002). Maritime archaeology in North Carolina. In: RuPPÉ, C. V., Barstad, J. F. (eds) *International Handbook of Underwater Archaeology*. The Springer Series in Underwater Archaeology. Springer, Boston, MA. 9, 119-126.

Barnette, M. C. (2017). Potential impacts of artificial reef development on sea turtle conservation in Florida. *NOAA Technical Memorandum NMFS-SER*. 5, 36.

Bohnsack, J. A. *et al.* (1997). Artificial reef research: There more than the attraction-production issue?. *Fisheries*. 4, 14-12.

Brandini, F. P. (2000). Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/ March 1984). *Hydrobiologia*. 196, 111-148.

Broadbent, H. A. *et al.* (2020) West Florida Shelf pipeline serves as sea turtle benthic habitat based on in situ towed camera observations. *Aquatic Biology*. 29, 17-31.

Brotto, D. S. *et al.* (2012). 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.

Carvalho, M. (2022). SINAU. Naufrágios do Brasil. Disponível em: <http://www.naufragiosdobrasil.com.br>. Acessado no dia 21.03.2022.

Cavalcanti, L. B.; Kempf, M. (1970). Estudos da plataforma continental na área do Recife (Brasil) – II. *Meteorologia e Hidrologia*. 464, 813-41.

Conceição, R. N. L.; Monteiro Neto, C. (1998). Recifes artificiais marinhos. *Biotechnology*. 6, 14-17.

Correia, J. R. M. B. *et al.* (2018). Ecologia de peixes recifais em Pernambuco. In: *Naufrágios e os peixes a eles associados*. 11, 319-344.

Davis, D.; Tisdell, C. 1995. Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine

protected areas. *Ocean and Coastal Management*. 26, 19-40. 2.

De Negri, F.; Cavalcante, L. R. (2012). Sistemas de inovação e infraestrutura de pesquisa: considerações sobre o caso brasileiro. *Radar*. 7-17.

Dixon, J. A.; Scura, L. F.; Van't Hof, T. (1993). Meeting ecological and economic goals: marine parks in the Caribbean. *Ambio*. 22, 117-125.

Dubbs, L. *et al.* (2012). Building capacity for marine hydrokinetic energy: atlas of potential synergistic and conflicting environmental ecological, and human use considerations. Report by University of North Carolina. Report for the North Carolina Renewable Ocean Energy Program. 88.

Elkin, D.; Murray, C.; Y Grosso, M. (2017). Arqueología de naufragios históricos en la costa atlántica fueguina. 11, 1-31.

Godoy, E. A. S.; Coutinho, R. (2002). Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of sargassum furcatum? *Journal of Marine Science*. 59,111-115.

Guerra, F. (1954). Arrecife de Sam Miguel. Recife: Arquivo Público Estadual.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2017). Plano de ação nacional para a conservação de tartarugas marinhas. 419, 10.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2019). Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10555-navios-sao-afundados-para-pesquisa-e-turismo>. Acessado no dia 05.10.2020.

Ilieva, I. *et al.* (2019). A global database of intentionally deployed wrecks to serve as artificial reefs. *Data in Brief*. 23, 103584.

Janér, A. (2012). Assessing the market for ecotourism in the Brazilian Amazon with focus on Tefé and Santarém. *UAKARI*. 8, 7-25.

Jensen, A. *et al.* (2000). Artificial reefs in European seas. Kluwer Academic Publishers, London. 29, 489-499.

Kam, A. K. H. (1986). The green turtle, *Chelonia mydas*, at Laysan island, IIsland, and Pearl and Hermes reef, summer 1982. NOAA Technical Memorandum NMFS.

Lee, M. O. *et al.* (2018). Transition of artificial reefs (ARs) research and its prospects. *Ocean & Coastal Management*. 154, 55-65.

Leitão, A. T. T. S. *et al.* (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in

shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747.

Limpus, C. J. *et al.* (1992). Migration of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) turtles to and from eastern Australian rookeries. *Wildlife Research*. 19, 347–58.

Lira, S. M. de A. *et al.* (2010). Macrofauna sésil e sedentária do Naufrágio Pirapama, Pernambuco, Brasil. *Biota Neotropica*. 4, 155-165.

Loureiro, M. L. *et al.* (2012). Assessing the impact of biodiversity on tourism flows: an econometric model for tourist behaviour with implications for conservation policy, *Journal of Environmental Economics and Policy*. 2, 174 -194.

Marcovaldi M. A.; Marcovaldi G. G. (1985). Projeto Tamar: área de desova, ocorrência e distribuição das espécies, época de reprodução, comportamento de postura e técnicas de conservação das tartarugas marinhas no Brasil. Brasília: MA-IBDF. 46, 95-104.

Oliveira, G. X. *et al.* (2020). Internacionalização das universidades: estudo sobre a produção científica. *Revista Gestão E Desenvolvimento*. 17, 196–217.

Pendoley, K. L. *et al.* (2014) Reproductive biology of the flatback turtle *Natator depressus* in Western Australia. *Endangered Species Research*. 23, 115-123.

Pereira, F. A. da C. (1983). *Anais Pernambucanos*. 2ª Ed. Recife: Fundarpe.

Rathnayake, M. V. R. M. S. (2015). Beach tourism and its positive environmental impacts (related to Unawatuna coastal area). 3rd Biennial Conference of the International Association for Asian Heritage. Centre for Asian Studies, University of Kelaniya & International Association for Asian Heritage (IAAH). 50.

Reef Ball Foundation. Disponível em: <https://reefballfoundation.org/>. Acessado no dia 20.08.2023.

Rios, C. C. S. (2007). Identificação arqueológica de um naufrágio localizado no lamarão externo do Porto do Recife – PE, Brasil. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Rios, C. C. S. (2010). Arqueologia subaquática: Identificação das causas de naufrágios nos séculos XIX e XX na costa de Pernambuco. Tese de doutorado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Santin, D. M.; Vanz, S. A. S.; Stumpf, I. R. C. (2015). Internationalization of scientific production in Biological Sciences at UFRGS: 2000-2011. *Transinformação*. 27, 209-218.

Santos, D. H. C.; Passavanti, J. Z. O. (2007). Recifes artificiais marinhos, modelos e utilizações no Brasil e no mundo. Boletim técnico científico. CEPENE. 1, 113-124.

Santos, D. C. *et al.* (2008). The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca. 3, 91-97.

Santos, D. H. C. *et al.* (2010). Characterization of phytoplankton biodiversity in tropical shipwrecks off the coast of Pernambuco, Brazil. Acta Botanica Brasilica, Feira de Santana. 4, 924-934.

Santos, D. H. C. (2012). Estrutura da comunidade fitoplanctônica em recifes artificiais da plataforma continental de Pernambuco, Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências. Departamento de Oceanografia Programa de Pós- Graduação em Oceanografia.

Santos, R. L. *et al.* (2019). Tartarugas marinhas sob a ótica dos mergulhadores recreativos no litoral do Ipojuca (Pernambuco – Brasil). Revista Brasileira de Meio Ambiente. 1, 92- 110.

Sazima, C. *et al.* (2010). Turtle cleaners: reef fishes foraging on epibionts of sea turtles in the tropical Southwestern Atlantic, with a summary of this association type. Neotropical Ichthyology. 1, 187-192.

Silva, A. P.; Oliveira, J. T. A. (2010). The USA cooperative extension service: possible contributions to Brazil. Economia e Extensão Rural. Revista Ceres. 57, 297-306.

Torres, R. *et al.* (2017). Mapeando em profundidade: a integração de técnicas digitais para a pesquisa arqueológica de sítios de naufrágios históricos. Vestígios - Revista Latino-Americana De Arqueologia Histórica. 11, 107–134.

Whittock, P. A.; Pendoley, K. L.; Hamann, M. (2014) Distribuição inter-nidificação de tartarugas-de-costas-chatas *Natator depressus* e desenvolvimento industrial na Austrália Ocidental. Endangered Species Research. 26, 25-38.

Wilde-Ramsing, M; Angley W. (1985). Cape fear civil war period shipwreck district, national register of historic places nomination. Manuscript on file, National Register, U.S. Department of the Interior, Washington.

Zeichner, K. M. (1998). Tendências da pesquisa sobre formação de professores nos Estados Unidos. Universidade de Wisconsin, Madison, Estados Unidos. XX Reunião Anual da ANPEd, Caxambu. Revista Brasileira de Educação. 9, 76- 87.

4. Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco

4.1. Introduction

Sea turtles have a complex life cycle, wide distribution, solitary, and migratory habits, and remain submerged for long periods of time (Akesson et al. 2003; Bolten 2003; Almeida et al. 2011), which makes behavioural studies difficult. Research on sea turtles has been carried out in nesting areas investigating patterns of spawning sites by females, egg and hatchling ecology (Guimarães et al. 2011; Tacchi et al. 2019; Vilanova 2019), in shallow foraging areas (Wood et al. 2013), using satellite movement tracking (Hays and Hawk 2018), using cameras (Hays et al. 2006), and direct behavioural observations underwater (Sholfield et al. 2007; Reisser et al. 2008).

Turtles use shipwrecks in various parts of the globe as artificial habitats (Kirkbride-Smith et al. 2016; Kocabaş and Acarli 2019; Schyff et al. 2020; Leitão et al. 2022). Studies suggest that turtles use shipwrecks for night-time shelter (Wood et al. 2017), resting (Kocabaş and Acarli 2019), feeding (Schyff et al. 2020), breeding (Jessop et al. 1999) and cleaning (Grossman et al. 2006). The presence of a shipwreck results in the aggregation of several species of fish that would not necessarily be found in a region (Klima and Wickham 1971). Artificial structures, including shipwrecks, can harbour more numerous and diverse fish populations compared to adjacent coral reefs, which makes these artificial habitats important for the different developmental life stages of these animals (Correia et al. 2018; Dubbs et al. 2012). Due to their three-dimensional structure, these habitats support a diversity of organisms at various levels of the food chain (Dubbs et al. 2012). Wrecks, with their crevices and holes of varying sizes, can provide favourable conditions for certain species, in parallel to coral reefs (Hobson 1991; Dubbs et al. 2012). In addition, the height of the reef is also an important factor to consider (Tresher 1983) since the wrecks can have a higher relief than the nearby coral reefs. Therefore, artificial and natural reefs can play different roles with regard to shelter and food providers.

Shipwrecks can also be very beneficial in degraded areas, due to the potential of recovering impacted places, for example, by overfishing, excessive tourism, work or even the action of nature and in locations where there is only sand, considered deserts, at the bottom of

the sea (Bianchini and Ragonese 2011). The entire benthic community can be influenced by the presence of artificial reefs since these structures can change the speed and direction of currents, sediment erosion, sedimentation rates, distribution, and size of sand grains, as well as the classification and content of the available organic matter (Turner et al. 1969; Davis et al. 1982; Silva 2019). This may also influence the behaviour of sea turtles, since their migrations vary according to the quality and availability of local resources (Plotkin 2003; Makowski et al. 2006). Bathymetry, time of day, marine currents, temperature (Hays et al. 2002; Plotkin 2003; Makowski et al. 2006) and the presence of predators (Heithaus et al. 2005) also influence the presence of these animals in the environment. When the environment is favourable, turtles become loyal to specific locations, to carry out their activities according to their life stage (Palaniappan and Haziq Harith 2017).

Although shipwrecks are important for various species, including sea turtles, we still do not fully understand how and why animals use these environments. Future information on species migration and the biogeographical aspects of shipwrecks could clarify the relationship between encrusting organisms and the fauna occurring within or around them (Silva 2019). It is also essential to understand how turtles use these shipwrecks and what resources are available. This will help elucidate the behavioral ecology of turtles in artificial environments and provide comparative data for studies in natural environments.

Thus, the present study aims to understand the relationship between sea turtles and shipwrecks, focusing on the state of Pernambuco, North-eastern Brazil. The capital of Pernambuco, Recife, is considered the Brazilian capital of shipwrecks (Carvalho 2022). There are 165 known wrecks in Pernambuco, with depth variations between 1 and 40 meters, comprising intentionally and accidentally wrecked ships (Santos et al. 2010; Carvalho 2022). Therefore, in this study, we specifically aimed to i) list shipwrecks with known occurrence of sea turtles in Pernambuco, ii) describe the behavioural repertoire and activity budget of turtles in shipwrecks in Pernambuco, and iii) investigate the organisms incrustated in shipwrecks that could be potential resources for turtles. Since shipwrecks have been considered as shelter and feeding places for several marine species (Rocha et al. 1998; Correia et al. 2018; Máximo et al. 2019), including turtles (Wood et al. 2017; Kocabaş and Acarli 2019; Schyff et al. 2020; Metcalfe et al. 2020), we expected to find more records of sea turtles in wrecks with a preserved physical structure compared to wrecks with degraded structure – especially during the juvenile

phase where individuals can take advantage of the preserved structures to avoid predation or the strong water currents (Wood et al. 2017). Furthermore, considering the encrustation of organisms on shipwrecks, which may include organisms known in the diet of sea turtles (e.g., ascidian, salps, pyrosomes, crustaceans and macroalgae – Bugoni et al. 2003; Wood et al. 2013; Wood 2014; Schyff et al. 2020), we expected that Pernambuco shipwrecks would be used as feeding areas by sea turtles.

4.2. Methods

4.2.1. Identification of shipwrecks with sea turtle occurrence in Pernambuco

To obtain data on the presence of turtles in the Pernambuco shipwrecks, we inspected 54,145 photos provided by two local diving agencies, Aquáticos and Jedivers. These companies provide recreational diving in the wrecks of Pernambuco and employ professional underwater photographers to obtain images of the diving customers, which are sold to tourists after the dive. To create the final map of sea turtle occurrence in shipwrecks, we considered data from the images provided by the diving agencies detailed above and compiled data from the literature (specifically from Leitão et al. 2022, which used citizen science); Santos et al. 2019 (an ethnobiology focused study) and Sazima and Sazima 2010 (a study based on direct observations at sea). All shipwrecks described in the literature were depicted in the images provided by diving agencies. Finally, we used the software Adobe Illustrator to construct the final map.

4.2.2. Behavioural observations

For systematic behavioural observations of the animals, we selected four shipwrecks from Pernambuco: Pirapama, Vapor de Baixo, Taurus and Virgo (Figure 1). These wrecks were selected for logistical reasons, because these wrecks are closer to the coast, closer to each other and with similar depths that would facilitate fieldwork and the standardisation of data collection. In addition, data from Leitão et al. (2022) and data from the photos provided by the two local diving agencies suggested a higher occurrence of turtles in these wrecks (see results). Therefore, choosing these wrecks would supposedly increase our chances of obtaining

behavioural records. The Virgo wreck is 20 m from the Taurus wreck (Figure 1 A and B), both are located at a depth of 25 m and 8 km from the coast. The Pirapama shipwreck (Figure 1 C) is 9.65 km off the coast and 23 meters deep. The Vapor de Baixo shipwreck (Figure 1 D), is 8.4 km off the coast and 23 m deep.

FIGURE 1: IMAGES OF THE SHIPWRECKS TARGETED FOR SYSTEMATIC BEHAVIOURAL OBSERVATION OF SEA TURTLES IN PERNAMBUCO, NORTH-EASTERN BRAZIL. SHIPWRECKS WITH PRESERVED PHYSICAL STRUCTURE: A) VIRGO AND B) TAURUS; SHIPWRECKS WITH DEGRADED PHYSICAL STRUCTURE: C) PIRAPAMA AND D) VAPOR DE BAIXO.



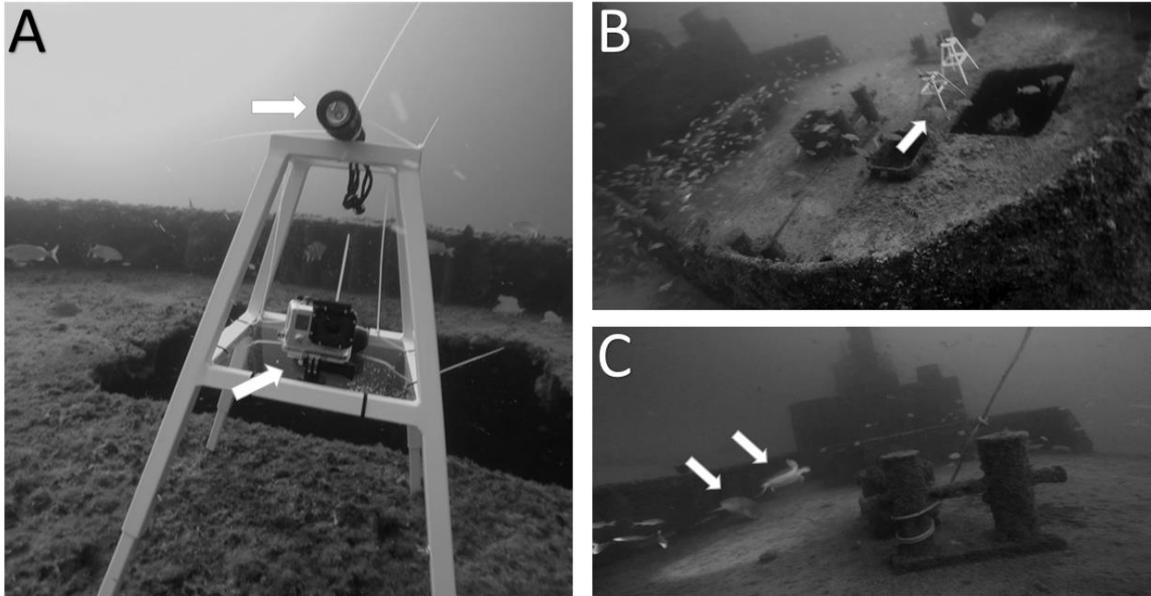
Fonte: A autora (2024). *images a, b and c of the underwater photographer Max Glegiston.

To collect behavioural data, we conducted a total of 18 expeditions and 21 dives in the years 2020 (N= 3 dives), 2021(N= 10 dives) and 2022 (N= 8 dives), in the afternoon and at night (between 4 pm and 8 pm). During these dives, we installed GoPro Hero 3, 4 and 7 Camcorders (Gopro Inc) and flashlights attached to a metal frame (Figure 2) that we named RUBR (Remote Underwater Behavioral Recorder) – an adaptation of BRUV (Baited Remote Underwater Video) (Lowry et al. 2012; Taylor et al. 2013; Andradi-Brown et al. 2016). The RUBR is not baited as it only aims to record the behaviours of the animals naturally using the

wrecks (i.e., the aim is not to attract the animals). The RUBR was fixed to the wreck at approximately 4 pm and removed at 8 pm. We changed the flashlights and cameras twice during each expedition to obtain approximately 4 hours of video recordings. We also actively looked for sea turtles during moments of equipment maintenance, and whenever we spotted one, we would place a RUBR closer to the individual to record more detailed behaviours. The dives were filmed to facilitate the identification of the turtles when they were observed during the installation of the RUBRs.

We used the all-occurrences method (Altmann 1974) to extract the behaviours of sea turtles from the video footage. Sea turtle behaviours were classified based on Schofield et al. (2007) and Leitão et al. (2022). The identification of turtle species was achieved based on external morphology: colouration, shape and quantity of horny plates, infra-marginal shields, and pre-frontal shields (based on Bolten 1999). The life phase of each turtle (juvenile and adult) was estimated by the length of the carapace (Curvilinear length and Curvilinear width) (based on Bolten 1999), using the surrounding organisms (divers, fish, and shipwreck structures) as a parameter. The concavity of the plastron and the a long tail were the characteristics used for sexual distinction (Mesén and Cruz Márquez 1993). The classification of conservation level of shipwrecks (degraded, partially degraded and conserved) were classified based on Leitão et al. (2022).

FIGURE 2: REMOTE UNDERWATER BEHAVIOURAL RECORDER (RUBR). (A) THE STRUCTURE USED TO COLLECT SEA TURTLE BEHAVIOURS CONSISTED OF A METAL SUPPORT FOR AN UNDERWATER CAMERA AND A FLASHLIGHT AS INDICATED BY THE WHITE ARROWS. (B) RUBR POSITIONED ON THE WRECK TAURUS – WHITE ARROW POINTS TO THE STRUCTURE; (C) EXAMPLE OF AN IMAGE CAPTURED BY THE CAMERA, WITH TWO WHITE ARROWS POINTING TO TWO SEA TURTLES.



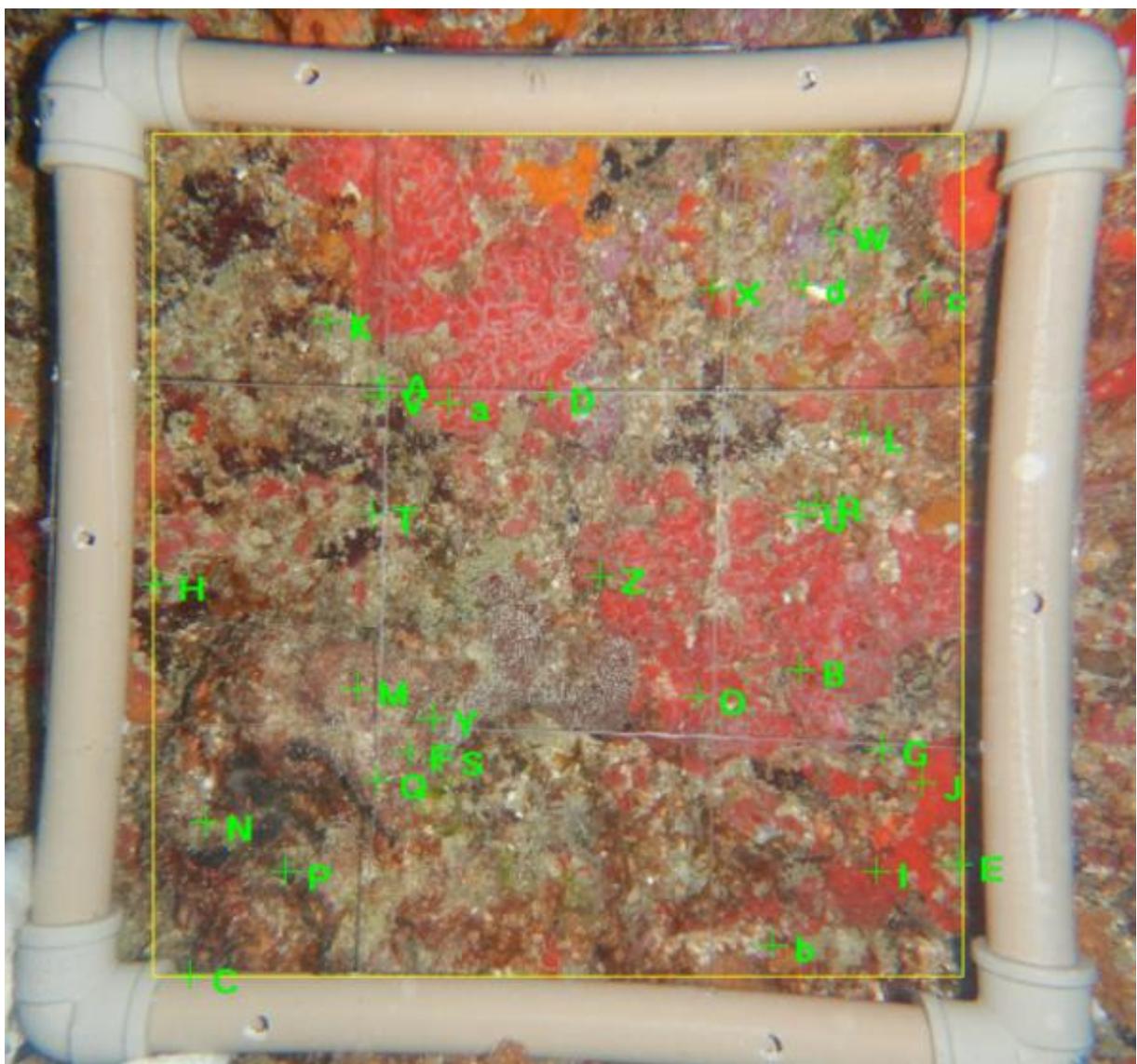
Fonte: A autora (2024).

4.2.3. Data on organisms incrustated in shipwrecks

We took photos of different parts of the wrecks to characterize the substrate and obtain information about the availability of potential food resources for the turtles. A PVC quadrant with a total area of 25x25 was used to delimit and standardize the area (Figure 3). We standardized the selection of photos to have only vertical images. We selected 13 out of 107 images. Six photos of the Pirapama shipwreck, four photos of the Virgo shipwreck and three photos of the Taurus shipwreck were selected based on the quality of the images to allow organism identification. To characterize the encrusted organisms, these images comprise different parts of each wreck (both the internal and external parts). We included more photos of the Pirapama shipwreck because it is the largest shipwreck in terms of length, compared to the others. We used CPCe software (Coral Point Count with Excel Extensions – Kohler and Gill 2006) to mark 30 randomly distributed points in each image, and then identified the organisms under these marks. We characterized the substrate by the percentage of the main

groups found (for example, algae, porifers, bryozoans, ascidians, polychaetes, scleractinia, hydrozoans and octocorallia). The images were obtained on February 19, 2024. To record the photos, we used the Nikon COOLPIX W300 camera at the highest resolution.

FIGURE 3: EXAMPLE OF THE QUADRANT USED TO OBTAIN IMAGES OF THE WRECK WALLS TO CHARACTERIZE THE SUBSTRATE TO ESTIMATE THE PERCENTAGE OF LARGE, ENCRUSTED GROUPS. GREEN MARKS IN THE IMAGE WERE RANDOMLY PERFORMED BY CPCe SOFTWARE (KOHLER AND GILL 2006).



Fonte: A autora (2024).

4.3. Data analysis

The data was electronically tabulated using Excel software. We performed chi-square tests (with Yates correction when appropriate) to assess whether the number of sea turtle records in the images obtained from diving agencies differed from an even distribution when considering species, life phase, animal sex, and time of day. We also used Chi-square tests (with Yates correction when appropriate) for data obtained from the systematic observations of the three out of four selected wrecks to test: i) whether the species and the life phase and sex of animals that use the wrecks varied; and ii) whether there were more records of the sea turtles in degraded or preserved wrecks. To calculate the activity budget of the turtle species recorded in the target wrecks, we used the formula $y=(n_y/N)*100$, where n_y corresponds to the number of records for the behavioural category y , and N the total number of records of behaviours (adapted from Kluiver et al. 2022; Gba et al. 2019; Rímoli et al. 2012; Bezerra et al. 2011; Gomes et al. 2008). We compared the activity budgets between the three sea turtle species detected in the target wrecks using chi-square tests.

4.3.1. Ethical note

The collection of behavioural data and the availability of food resources were carried out in a non-invasive manner, following Brazilian legislation under license (SISBIO/ICMBio 68760). We signed a partnership to obtain images from diving agencies and inspect the images in accordance with the ethics committee of the Federal University of Pernambuco (Plataforma Brazil-CEP/UFPE: 5.517.898). We maintained the identity of the people who appeared in the images provided by the diving agencies anonymous.

4.4. Results

4.4.1. Sea turtles in shipwrecks

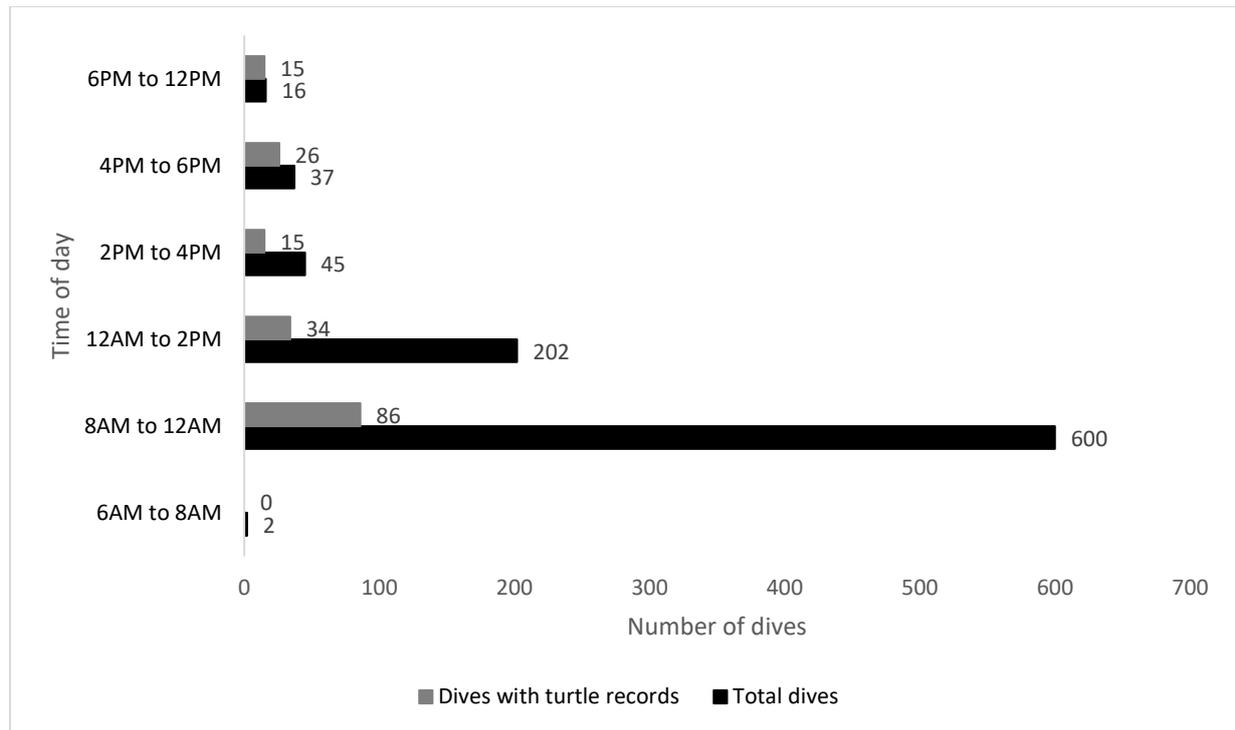
The inspected photos provided by diving agencies were obtained from 867 dives (Table 1). The dives occurred in 19 of the 165 shipwrecks in Pernambuco. However, only 29 of these 165 wrecks are often used by dive operators in Pernambuco. Among these dives, the distribution and frequency of sea turtle sightings varied significantly throughout the day (Figure 4). The period with the highest number of sightings was between 6PM and 12PM, compared to the period from 6AM to 8AM, where no turtle sightings were recorded. Turtle sightings also increased as the day progressed, with more observations during the afternoon and early evening.

TABLE 1: INSPECTED PHOTOS OBTAINED FROM 867 DIVES PERFORMED DURING THE YEARS 2015, 2016, 2019, 2020 AND 2021 IN SHIPWRECKS ON THE COAST OF PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL.

Years	Number of dives	Photos/dive (Mean ± SD)	Photos/dive (Range)
2015	452	67.04 ± 22.51	02-145
2016	254	54.82 ± 24.44	02-144
2019	18	52 ± 25.09	08-98
2020	113	66.26 ± 24.62	16-139
2021	30	49.7 ± 24.82	15-111

Fonte: A autora (2024).

FIGURE 4: DISTRIBUTION AND FREQUENCY OF SEA TURTLE SIGHTINGS THROUGHOUT THE DAY IN THE SHIPWRECKS OF PERNAMBUCO.



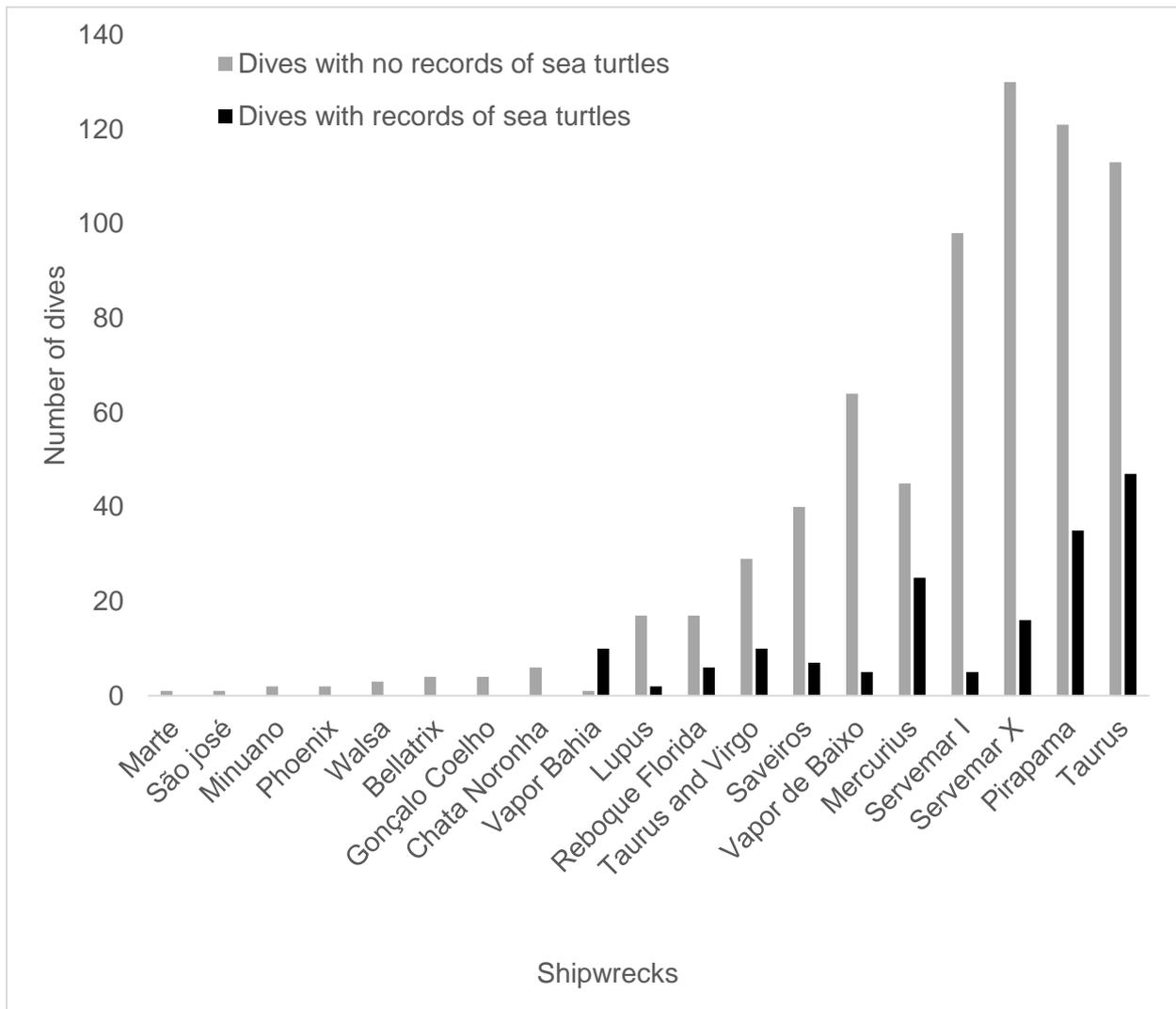
Fonte: A autora (2024).

The images from 867 recreational dives in 19 wrecks in the state of Pernambuco revealed the presence of three sea turtle species: *Chelonia mydas* (juveniles, adult males and females; N= 95 dives with a record of the species), *Eretmochelys imbricata* (juveniles, adult male and females; N= 56 dives with a record of the species), *Caretta caretta* (only adult male and females; N= 30 dives with a record of the species) and non-identifiable species (one juvenile; N= 1 dive). There could be more than one turtle depicted in the same dive. The number of reports per species varied ($\chi^2= 34.53$; $df= 3$; $p= 0.05$), with *Chelonia mydas* accounting for most of the records. We also found a variation in the life phase class of the sea turtles ($\chi^2= 126.2363$; $df= 2$; $p= 0.05$), obtaining more records of juveniles (N= 126) than adults (N=75). Excluding the juveniles (because we cannot identify the sex accurately), we obtained more records of adult males (N= 52) than adult females (N= 21) ($\chi^2= 13.17808$; $df= 2$; $p= 0.05$).

We detected sea turtles in 11 of the 19 shipwrecks depicted by the diving agencies: Vapor Bahia, Vapor de Baixo, Pirapama, Taurus, Virgo, Saveiros, Mercurius, Servemar I, Servemar X, Lupus and Reboque Florida (Figure 5). Together with data published by Leitão et

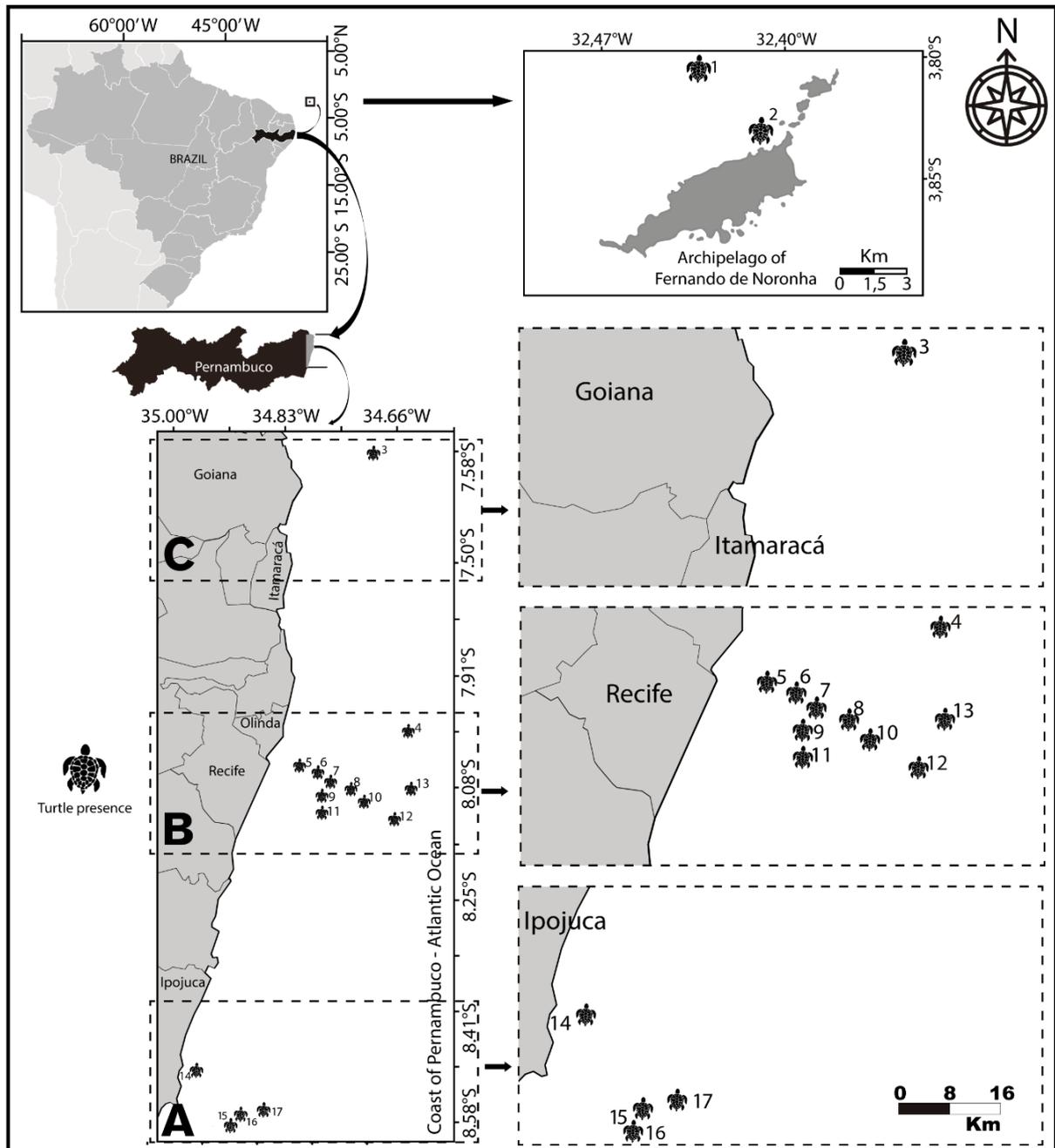
al. (2022) (citizen science), Sazima and Sazima (2010) (ethnobiology) and Santos et al. (2019) (direct observation at sea), we list 18 shipwrecks in Pernambuco known to be used by sea turtles (Figure 6).

FIGURE 5: SEA TURTLE DETECTION IN SHIPWRECKS. SEA TURTLES WERE DETECTED IN 11 OF 19 WRECKS DEPICTED BY THE DIVING AGENCIES DURING RECREATIONAL DIVES. *IN SOME DIVES, MORE THAN ONE TURTLE SPECIMEN WAS FOUND.



Fonte: A autora (2024).

FIGURE 6: SHIPWRECKS IN PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL, WITH CONFIRMED PRESENCE OF SEA TURTLES. PRESENCE DATA COMPILED FROM THE PRESENT STUDY, LEITÃO ET AL. (2022), SAZIMA AND SAZIMA (2010), AND SANTOS ET AL. (2019). A: IPOJUCA CITY, SOUTH COAST OF PERNAMBUCO; B: RECIFE AND OLINDA, METROPOLITAN REGION; C: MUNICIPALITY OF GOIANA. WRECKS: 1- CANAL DA RATA; 2- PORTO; 3- VAPOR BAHIA; 4- REBOQUE FLORIDA; 5- VAPOR DE BAIXO; 6- PIRAPAMA; 7- TAURUS/VIRGO; 8- SAVEIROS; 9- SERVEMAR; 10- MERCURIUS; 11- SERVEMAR X; 12- LUPUS; 13- BELATRIX; 14- NAVIO DE GÁS; 15- MARTE; 16- GALEÃO SERRAMBI; 17- GONÇALO COELHO.



Fonte: A autora (2024).

4.4.2. Systematic observation of sea turtles in shipwrecks

We obtained 97h and 36 min of video recordings distributed across the four shipwrecks (49h and 15 min on Taurus and Virgo wrecks, 41h on Pirapama and 7h and 41 min on Vapor de Baixo). The reduced number of hours of recording at the Vapor de Baixo wreck was due to prioritising the shipwrecks with the highest incidence of turtles, considering the first three dives in each wreck. From this, we obtained 18h and 19 min of video images with the presence of sea turtles in four wrecks (Taurus, Virgo, Pirapama and Vapor de Baixo), which we used for behavioural analysis. The species *Chelonia mydas* was observed in four wrecks. *Caretta caretta* individuals were at Taurus, Virgo and Pirapama wrecks. *Eretmochelys imbricata* specimens were only observed in the Pirapama wreck (Table 2). Overall, we obtained more records (longest shooting time) of juveniles than adults ($X^2= 86.33$; $df= 1$; $p= 0.05$). Nevertheless, this information was biased due to the number of records of *Chelonia mydas*. When considering the other two species, we only had records of adult individuals, mostly males (Table 2). We found that the conserved wrecks had more records of sea turtles ($X^2= 336.79$; $df= 1$; $p= 0.05$).

TABLE 2: RECORDS (IN MINUTES) OF SEA TURTLES IN THREE SHIPWRECKS DURING THE SYSTEMATIC PASSIVE VIDEO RECORDINGS.

Shipwrecks	Total length of video recorded (min)	Total amount of time with sea turtle presence (min)	Species and total time with video records (in min)											
			<i>Chelonia mydas</i>			<i>Caretta caretta</i>			<i>Eretmochelys Embricata</i>			Not identified		
			Adult		Juvenile	Adults		Juvenile	Adult		Juvenile	Adult		Juvenile
			Male	Female		Male	female		Male	Female		Male	Female	
Taurus and Virgo	2950.31	849.29	3.7	26.83	696.88	102.66	6.73	0	0	0	0	12.49	0	0
Pirapama	2446.59	239.99	7.51	3.19	0	48.85	36.28	0	144.01	0	0	0.15	0	0
Vapor de Baixo	444.92	2.4	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	5841.82	1091.68	11.21	30.02	699.28	151.51	43.01	0	144.01	0	0	12.64	0	0

Fonte: A autora (2024).

We observed nine different behaviours performed by sea turtles in shipwrecks (Table 3). Even though “resting” was the predominant behaviour for all three species observed in the wrecks (Tables 3 and 4), the overall activity budget varied between species ($X^2= 84.30$; df: 16; $p< 0.001$).

TABLE 3: LIST OF BEHAVIOURS OBSERVED IN SEA TURTLES IN SHIPWRECKS IN PERNAMBUCO, NORTHEAST BRAZIL.

Supplementary material: https://drive.google.com/file/d/1A3dCt4nkeXLjhmD8_G6Phjrl72XBD2Zv/view?usp=sharing

Behaviour	Description	Species and time (in minutes) for which the behaviour was recorded								
		<i>C. mydas</i>			<i>E. imbricata</i>			<i>C. caretta</i>		
		Juvenile	Adult		Juvenile	Adult		Juvenile	Adult	
	Male	Female		Male	Female		Male	Female		
Resting	The turtle remains stationary, often placing the head, body and/or limbs under wreck structures or maintaining the front limbs over the body.	426.49	4.74	25.73	0	87.84	0	0	138.5	36.35
Foraging-feeding	The turtle bites the substrate, obtaining pieces and ingesting them.	2	0	0.15	0	23.09	0	0	0	0
Self-cleaning	The turtle repeatedly rubs its head, mouth, limbs and/or carapace against the shipwreck's parts, usually leaning on the substrate; The animal may also nibble its limbs, removing unidentifiable stuck pieces.	0.32	0	0	0	10.62	0	0	0	0
Displacement	The turtle swims from one place to another after a sudden change in behaviour.	103.23	0.38	2.14	0	8.21	0	0	3.49	4.41
Surface water swim	The turtle locomotes close to the water surface over the wreck.	3.27	0	0	0	0	0	0	0	0
Column water swim	The turtle locomotes in the water column over the wreck.	86.37	2.71	1	0	1.66	0	0	1.5	1.72
Bottom swim	The turtle locomotes on the bottom of the sea or the wreck.	21.4	2.21	1	0	4.64	0	0	4.74	1.43
Cleaning station	The turtle remains stationary in the water column or on the bottom of the sea/shipwreck with its head and fins lowered downward, allowing other organisms to nibble around its body.	45.53	0	0	0	7.95	0	0	0	0
Flee	The turtle swims away following the approximation of a diver.	10.67	1.17	0	0	0	0	0	2.28	0.1

Fonte: A autora (2024).

TABLE 4: ACTIVITY BUDGET (RELATIVE FREQUENCY OF THE BEHAVIOURS - TURTLE OCCURRENCE - SHOOTING TIME) OF THE THREE SPECIES OF SEA TURTLES OBSERVED IN THREE SHIPWRECKS IN RECIFE, PERNAMBUCO.

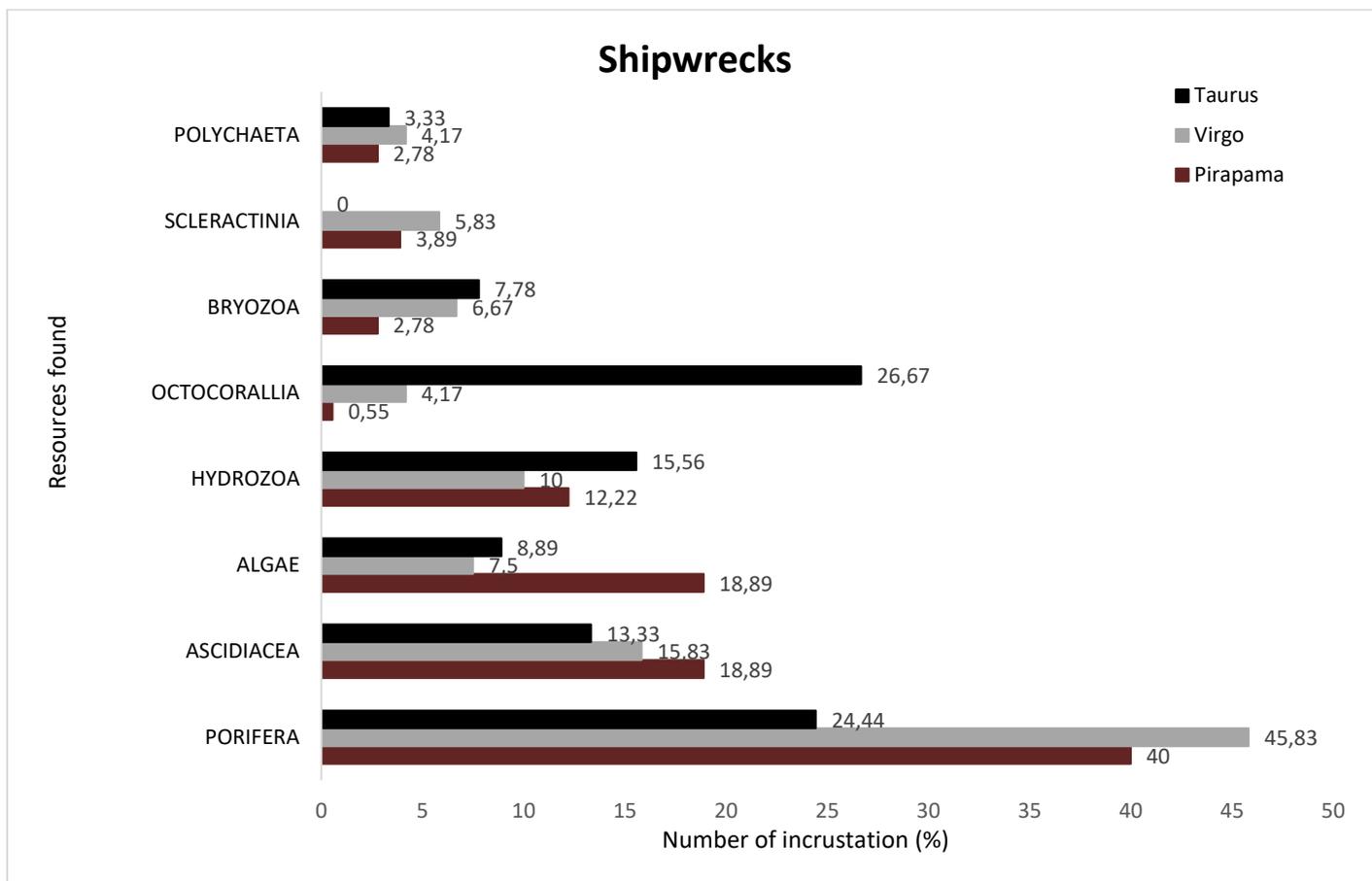
<i>Behaviour</i>	Species and relative frequency of behaviours (%)		
	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>Caretta caretta</i>
<i>Resting</i>	61,7	61,03	89,9
<i>Displacement</i>	14,2	5,7	4,0
<i>Column water swim</i>	12,1	1,1	1,6
<i>Cleaning station</i>	6,1	5,5	0
<i>Bottom swim</i>	3,3	3,2	3,1
<i>Foraging-feeding</i>	0,2	15,9	0
<i>Flee</i>	1,5	0	1,1
<i>Self-cleaning</i>	0,04	7,3	0
<i>Surface water swim</i>	0,4	0	0

Fonte: A autora (2024).

4.4.3. Shipwreck incrustation

Sponge, ascidians, octocoral and algae dominated the internal and the external parts of the wrecks, but we also detected other animal groups (Figure 7). The detected organisms comprise the known diet of sea turtles (Table 5).

FIGURE 7: PERCENTAGE COVERAGE OF INCRUSTATION IN THE WRECKS IN PERNAMBUCO.



Fonte: A autora (2024).

TABLE 5: RESOURCES FOUND ON SHIPWRECKS RELATED TO THE DIET OF SEA TURTLES.

Organisms found on the wrecks	Organisms comprising the diet of sea turtles ^a	Organisms observed being eaten by turtles in the systematically recorded shipwrecks	Turtle species consuming the organism	Diet information based on
Porifera	x	x*	<i>E. imbricata</i> , <i>C. caretta</i> and <i>C. mydas</i>	Rodrigues et al. 2019; Wood 2014; Farias 2014; Wood et al. 2013; Bugoni et al. 2003; Bjorndal 1997
Algae	x	x*	<i>C. mydas</i> , <i>E. imbricata</i> and <i>C. caretta</i>	Rodrigues et al. 2019; Wood 2014; Farias 2014; Wood et al. 2013; Bugoni et al. 2003; Bjorndal 1997
Bryozoa			-	-
Ascidiacea	x	x	<i>C. mydas</i>	Rodrigues et al. 2019
Polychaeta	x		<i>C. caretta</i>	Farias 2014; Bugoni et al. 2003; Bjorndal 1997
Scleractinia	x		<i>C. mydas</i>	Rodrigues et al. 2019
Hydrozoa			-	-
Octocorallia		x	<i>C. mydas</i>	Personal observation first author

*The species *Chelonia mydas* was not observed to feed on porifera in the present study, only in the existing literature.

*And the species *Eretmochelys imbricata* and *Caretta caretta* were not observed feeding on algae in the present study, only in the existing literature.

Fonte: A autora (2024).

4.5. Discussion

We registered three species of sea turtles (*Chelonia mydas*, *Caretta caretta* and *Eretmochelys imbricata*) using 18 shipwrecks in Pernambuco, expanding the number of shipwrecks known to be used by sea turtles and supporting the importance of these artificial habitats for these animals. Shipwrecks vary in terms of the sinking year, distance from the coast, depth, and physical structures (Carvalho 2022), which may have influenced the presence or absence of these animals. In terms of physical structure, artificial reefs have an ephemeral nature since they are subject to physical degradation caused by wave force, currents and environmental changes over time (Castanhari et al. 2012). Corrosion and gradual degradation can compromise the wreck's structure (Correia et al. 2018; Leitão et al. 2022). But despite the ephemeral nature of shipwrecks, they still play an important role in promoting marine biodiversity by providing habitats for a variety of species (Padilha and Henkes 2012; Taormina et al. 2018; Acarli et al. 2020; Leitão et al. 2022). Although the lifespan of artificial reefs may be limited, they continue to be a valuable coastal conservation and restoration strategy, as long as they are properly managed and regularly monitored to ensure their long-term effectiveness and sustainability (Santos et al. 2010; Padilha and Henkes 2012; Castanhari et al. 2012). Therefore, we trust that artificial and natural reefs can play different roles as shelters and food providers.

The turtle species with the highest number of records was *C. mydas*, potentially reflecting its current conservation status, recently being removed from the endangered species list in Brazil (MMA Ordinance No. 148, of June 7, 2022). Additionally, competition for a limited number of preferred refuges may have restricted the extent to which each turtle species used the wrecks by influencing their abundance and distribution (Wood et al. 2017). Previously published studies have also reported these three species in North-eastern Brazil (Guimarães et al. 2011; Leitão et al. 2022), with *C. mydas* representing the most reported species in the region (Marcovaldi and Marcovaldi 1999). *E. imbricata* has the highest number of reproductive records along the coast of Pernambuco (Santos et al. 2013; Simões et al. 2016). The species *Lepidochelys olivacea* and *C. caretta* are often found stranded (Guebert et al. 2013; Simões et al. 2016). The absence of *L. olivacea* could reflect their deep-water feeding habits along with nesting locations concentrated in the Brazilian States of Alagoas, Bahia and Sergipe (Castilhos and Tiwari 2006; Silva et al. 2007). *Dermochelys coriacea* does not occur in Pernambuco, which may be due to its preference for cooler waters with an average sea surface temperature of 16°C (James and Mrosovsky 2004). Thus, we were not expecting to find *D. coriacea* in our collections.

Of the 867 dives with dive operators, 600 were carried out during the day, suggesting that this is the preferential time for diving agencies to conduct the recreational dives - perhaps due to logistics and the level of specialisation required to dive at night. Divers need a higher level of specialisation (at least an Advanced Diving Course) to perform nocturnal diving (PADI 2022). Nevertheless, our data show that there is a greater possibility of observing turtles once it is already dark. It is possible that the presence of divers at the wrecks may influence turtle behaviour (Meadows 2004), resulting in the displacement of individuals (Petitet and

Meurer 2007). Additionally, we cannot rule out the fact that shipwrecks in shallow waters close to the coast are the most visited by adventure diving tourism companies, as they may be easier to access.

The wrecks Vapor de Baixo and Pirapama, for instance, are known to be the most frequently visited by tourism diving agencies in Pernambuco, as they are the closest to the coast (Santos et al. 2010). The Pirapama wreck fell within the top three wrecks in Pernambuco with the highest number of Instagram posts (Leitão et al. 2022). On the other hand, turtles may naturally prefer the wrecks at night as a refuge. Turtles are believed to follow the vertical migration pattern of their predators, especially sharks, typically using deep water during the day and shallower areas at night (Hays et al. 2001).

However, future studies could focus on recordings of shipwrecks at greater depths (>30) to confirm this speculation. Further studies using individual identification (photo identification, tracking or cameras attached to the animal and sound trapping) of the sea turtles could also test whether there is some level of territorial behaviour in the wrecks.

We observed more juveniles than adults in the shipwrecks. Nevertheless, this result was biased towards the species *Chelonia mydas*. For the other species, adults were most frequently recorded. Adult males were more abundant, considering both the systematic observations and the images obtained from diving agencies. There is a greater probability of sighting males at sea, as females migrate to spawning areas during the breeding season (Miller 1997). Data from the Instagram platform, considering images depicting the same set of wrecks, also presented the same pattern of juveniles being observed more often in wrecks than adults for *Chelonia mydas* (See Leitão et al. 2022). Since juvenile sea turtles do not usually show sex-related behaviours such as migrations (Diez and Van Dam 2003), using the wrecks for reproduction could be discarded for the juveniles. It is more likely they are using the wrecks for shelter and feeding. Sea turtles use more coastal areas, including reef ecosystems, for food and shelter, especially in their juvenile phase (Petitet and Meurer 2007; Guebert-Bartholo et al. 2011; Poli et al. 2014). We found that the conserved wrecks had a higher number of turtle records. Juveniles may avoid predation at this critical stage by using the conserved wrecks (Wood et al. 2017) and consequently protecting themselves from the strong currents of the open sea (Leitão pers. obs). Therefore, the wrecks may have an important ecological role for the individuals and populations of *Chelonia mydas* that use this artificial environment.

Of the nine behaviours observed, the most common was resting with more than 12h, followed by displacement and swimming in the water column, showing that shipwrecks are important refuges for sea turtles. The greater occurrence of “resting” behaviour for all species may be due to the time of the study, suggesting that the animals move to the wrecks to rest at night. Tracking studies have shown that turtles make horizontal movements during the day, using small areas at night to rest (Hays et al. 2024). This shows the importance of specific nocturnal resting areas, which corroborates our results. There is some experimental

evidence that turtles like to have structure around them to offer protection (Smulders et al. 2023). Again consistent with sheltering in wrecks in night. While “resting” turtles are more vulnerable, thus, they may need secure shelter and protection to avoid predators. Like our results, some studies have already shown turtles using shipwrecks as a night shelter (Wood et al. 2017) and resting area (Kocabaş and Acarli 2019) in other parts of the world.

The turtles' displacement behavior may be related to breathing, as these animals breathe air and use apnea to stay submerged (Melo et al. 2008). Therefore, they need to swim to the water's surface periodically to breathe. Consequently, it is common to observe turtles moving up and down in the water as they breathe at the surface. We found several organisms encrusted in the wrecks observed. Several of these organisms serve as food sources for sea turtles (e.g., Ascidiacea, Porifera and Algae), confirming the potential of the artificial reefs to serve food for sea turtles. The rigid wall of the wreck serves as a substrate for several marine organisms creating a complex ecosystem that serves as shelter and food resources (Correia et al. 2018). Sea turtles are known to specifically use artificial reefs to feed on fouling components such as algae, molluscs, and sponges (Marcovaldi and Marcovaldi 1999), and depending on the species and life stage, they have a different diet (Bjorndal 1997; Farias 2014; Rodrigues et al. 2019).

4.6. Conclusion

Through our study, we increased the number of records of sea turtles in different shipwrecks in North-east Brazil (i.e., 18 of the 165 known wrecks now have reports of sea turtles). The behaviours of sea turtles in the wrecks suggest that shipwrecks act as important night shelters, allowing turtles to rest, feed and potentially protect themselves against predation and strong currents - especially for juvenile individuals of *Chelonia mydas*. Thus, the wrecks seem to play an important ecological role for sea turtles. A better understanding of turtle behaviours is key when attempting to design effective conservation and management policies. We suggest that discussions should be redirected to the welfare of the animals using the wrecks.

4.7. References

- Acarli D, Couve S, Kocabas S (2020). Biodiversity of TCSG-132 shipwreck artificial reef (Gökçeada, North Aegean Sea). *Acta Aquatica Turcica*. 16, 313-329.
- Akesson S, Broderick A C, Glen F, Godley B, Luschi P, Papi F, Rays G C (2003). Navigation by green turtles: which strategy do displaced adults use to find Ascension Island? *Oikos*. 103, 363-372.
- Almeida A, Moreira L M P, Bruno S C, Thomé J, Martins A, Bolten A B, Bjorndal K A (2011). Green turtle nesting on Trindade Island, Brazil: abundance, trends, and biometrics. *Endangered Species Research*. 14, 193-201.
- Altmann J (1974). Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*. 49, 227-267.
- Andradi-Brown D A, Macaya-Solis C, Exton D A, Gress E, Wright G, Rogers A D (2016). Assessing Caribbean Shallow and Mesophotic Reef Fish Communities Using Baited-Remote Underwater Video (BRUV) and Diver-Operated Video (DOV) Survey Techniques. *PLoS ONE*. 11, 12.
- Bezerra B, Barnett A, Souto A, Jones G (2011). Ethogram and natural history of golden-backed uakaris (*Cacajao melanocephalus*). *International Journal of Primatology*. 32, 46-68.
- Bianchini M and Ragonese S (2011). The potential importance of shipwrecks for the fisheries, the environment and the touristic fruition. 6, 1923-1939.
- Bugoni L, Krause L, Petry M V (2003). Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. 4, 685-688.
- Bolten A B (1999). Techniques for measuring sea turtles. In: Eckert K L, Bjorndal K A, Abreu-Grobois F A, Donnelly M. Research and management for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC, Washington, USA. Marine Turtle Specialist Group. 4, 1-5.
- Bolten A B (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In: Lutz P L, Musick J A, Wyneken J. *The Biology of Sea Turtles*, CRC Press. Boca Raton, Florida (USA). 9, 243-257.
- Bjorndal K A (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz P L and Musick J A. *The Biology of Sea Turtles*, CRC Press. Boca Raton, Florida (USA). 8, 199-231.
- Carvalho M (2022). SINAU - Sistema de informações de naufrágios. Naufrágios do Brasil. Available in: <http://www.naufragiosdobrasil.com.br>. Access at: 20.09.2022.
- Castanhari G, Tomás A R G, Elliff C I (2012). Benefits, damages and relevant considerations in the use of artificial reef and correlated structure systems. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 3, 313-322.
- Castilhos J C and Tiwari M (2006). Preliminary data and observations from an increasing olive ridley population in Sergipe. Brazil. *Marine Turtle Newsletter*. 113, 6-7.
- Correia J R M B, Barros M, Cardoso A, Câmara D, Lippi D, Maranhão H (2018). Naufrágios e os peixes a eles associados. In: *Ecologia de peixes recifais em Pernambuco*. Araujo M E, Feitosa C V, Mattos, S

M G (Eds). Recife-Pernambuco, Editora UFPE. 11, 320-333.

Davis N, Van Blaricom G R, Dayton P K (1982). Man-made structures on marine sediments: effects on adjacent benthic communities. *Marine Biology*. 70, 295–303.

Diez C E and Van Dam R P (2003). Sex ratio of an immature hawksbill sea turtle aggregation at Mona Island, Puerto Rico. *Journal of Herpetology*. 37, 533-537.

Dubbs L, Voss C, Von Korff B, Morton J, Peterson C, Fegley S, Piehler M (2012). Building capacity for marine hydrokinetic energy: Atlas of potential synergistic and conflicting environmental, ecological, and human use considerations. Report by University of North Carolina. Report for the North Carolina renewable ocean energy program. 1-88.

Farias D S D (2014). Tartarugas marinhas da bacia Potiguar/RN. Dissertação. Programa de pós-graduação em ciências biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Natal – RN. 1-80.

Gba B, Bene Jean-Claude, Gone Bi Z B, Mielke A, Koné I (2019). Within-group spatial position and activity budget of wild sooty mangabeys (*Cercocebus atys*) in Taï National Park, Côte d’Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 13, 2991-3008.

Gomes F, Vergara-Parente J, Ferrari S (2008). Behaviour patterns in captive manatees (*Trichechus manatus manatus*) at Itamaracá Island, Brazil. *Aquatic Mammals Journal*. 34, 269-276.

Grossman A, Sazima C, Bellini C, Sazima I (2006). Cleaning symbiosis between hawksbill turtles and reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago, off Northeast Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*. 5, 284-288.

Guebert F, Barletta M, Costa M (2013). Threats to sea turtle populations in the Western Atlantic: poaching and mortality in small-scale fishery gears. *Journal of Coastal Research*. 65, 42–47.

Guebert-Bartholo F M, Barletta M, Costa M F, Monteiro-Filho E L A (2011) Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research*. 13, 131–143.

Guimarães E S, Silva A C, Lins E A M, Moura G J B (2011). Aspectos ecológicos de tartarugas marinhas registradas nas praias de Ipojuca - Pernambuco entre os anos 2000 e 2008 e lista comentada das espécies ocorrentes para o Estado. In: MOURA G J B et al (Org.). *Herpetologia do estado de Pernambuco*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 1, 305-317.

Hays G C, Akesson S, Broderick A C, Glen F, Godley B J, Luschi P, Martin C, Metcalfe J D, Papi F (2001). The diving behaviour of green turtles undertaking oceanic migration to and from Ascension Island: dive durations, dive profiles and depth distribution. *Journal of Experimental Biology*. 23, 4093–4098.

Hays G C, Glen F, Broderick A C, Godley B J, Metcalfe J D (2002). Behavioural plasticity in a large marine herbivore: contrasting patterns of depth utilisation between 2 green turtle (*Chelonia mydas*) populations. *Marine Biology*. 141, 985-990.

Hays G C, Marshall G J, Seminoff J A (2006). Flipper beat frequency and amplitude changes in diving green turtles, *Chelonia mydas*. *Marine Biology*. 5, 1003–1009.

Hays G C and Hawkes L A (2018). Satellite tracking sea turtles: opportunities and challenges to address key questions. *Frontiers in Marine Science*. 5, 1-12.

Hays G C, Rattray A, Shimada T, Esteban N (2024). Individual variation in home-range across an ocean basin and links to habitat quality and management. *Journal of Applied Ecology*. 61, 658-668.

Heithaus M R, Frid A, Wirsing A J, Bejder L, Dill L (2005). Biology of sea turtles under risk from tiger sharks at a foraging ground. *Marine Ecology Progress Series*. 288, 285-294.

Hobson E S (1991). *Trophic relationships of fishes specialized to feed on zooplankters above coral reefs*. In: The ecology of fishes on coral reefs. Sale, P F. (ed.). Academic Press, San Diego. 1, 69-95.

James M C and Mrosovsky N (2004). Body temperatures of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in temperate waters off Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Zoology*. 8, 1302–1306.

Jessop T S, Fitz Simmons N N, Limpus C J, Whittier J M (1999) Interactions between behaviour and plasma steroids within the scramble mating system of the promiscuous green turtle, *Chelonia mydas*. *Hormones and Behavior*. 36, 86-97.

Klima E F and Wickham D A (1971). Attraction of coastal pelagic fishes with artificial structures. *Transactions of the American Fisheries Society*. 100, 86-99.

Kluiver C E, Jong J A, Massen J J M, Bhattacharjee D (2022). Personality as a predictor of time-activity budget in lion-tailed macaques (*Macaca silenus*). *Animals*. 12, 1-22.

Kocabaş S and Acarlı D (2019). First observation of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) around the shipwreck used as an artificial reef in the coasts of Gokceada Island, North Aegean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*. 8, 36-39.

Kohler K E and Gill S M (2006) Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*. 32, 1259-1269.

Leitão A T T S, Alves M D O, Santos J C P, Bezerra B M (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747.

Lowry M, Folpp H, Gregson M, Suthers I (2012). Comparison of baited remote underwater video (BRUV) and underwater visual census (UVC) for assessment of artificial reefs in estuaries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 416-417, 243–253.

Makowski C, Seminoff J A, Salmon M (2006). Home range and habitat use of juvenile Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) on shallow reef habitats in Palm Beach Florida USA. *Marine Biology*. 148, 1167-1179.

Marcovaldi M A and Marcovaldi G G (1999). Marine turtles of Brazil: the history and structure of project TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation*. 91, 35–41.

Máximo L N, Leite D S L, Miranda G E C (2019). Avaliação do impacto do turismo sobre ambiente

recifal costeiro inserido em área marinha protegida. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 6, 841-856.

Meadows D (2004). Behaviour of green sea turtles in the presence and absence of recreational snorkellers. *Marine Turtle Newsletter*. 103, 1–4.

Melo A J de S, Dias C M de M, Widmer G M (2008). O Ilhéu e os serviços turísticos de lazer aquático em Fernando de Noronha. V Seminário da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo. Belo Horizonte, MG. 1-14.

Mesén R A A, Cruz Márquez B (1993). El dimorfismo sexual de *Kinosternon scorpioides* (Testudines: Kinosternidae) em Palo Verde, Costa Rica. *International journal of tropical biology and conservation*. 41, 2.

Metcalf K, Bréheret N, Gaëlle Bal G, Eva Chauvet E, Doherty P D, Formia A, Girard A, Mavoungou J G, Parnell R J, Pikesley S K, Godley B J (2020). Tracking foraging green turtles in the Republic of the Congo: Insights into spatial ecology from a data poor region. *Oryx*. 54, 299-306.

Miller J D (1997). Reproduction in sea turtles. In: Lutz P L and Musick J A. *The biology of sea turtles*. CRC Press. Boca Raton, Florida (USA). 1, 51–81.

PADI, Professional Association of Diving Instructors. (2022). Available in: <https://www.padi.com/courses>. Access at: 10.08.2022.

Padilha R A and Henkes J A (2012). A utilização de recifes artificiais marinhos como ferramenta de recuperação da fauna marinha. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis*. 1, 41-73.

Palaniappan P E and Haziq Harith A H (2017). Spatial site fidelity of sea turtles at a foraging ground in Mabul Island, Sabah, Malaysia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 5, 140-144.

Petit R and Meurer B (2007). Estudo comportamental de tartarugas marinhas na praia de Araçatiba, Ilha Grande, Angra dos Reis - RJ – Brazil. Sociedade de ecologia do Brazil. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brazil, Caxambu – MG*. 1-2.

Plotkin P (2003). Adult migrations and habitat use. In: Lutz, P. L.; Musick, J. A.; Wyneken, J. (Ed.) *The biology of sea turtles II*. CRC Press 510. 8, 225-242.

Poli C, Lopes L C S, Mesquita D, Saska C (2014). Patterns and inferred processes associated with sea turtle strandings in Paraíba State, Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 74, 283-289.

MMA Ordinance No. 148, of June 7, 2022. Available in: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Access at: 16.07.2022.

Reisser J, Proietti M, Kinas P, Sazima I (2008). Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. *Endangered Species Research*. 5, 73–82.

Rímoli J dos R, Nantes S, Edson, A (2012). Diet and activity patterns of black howler monkeys *alouatta caraya* (humboldt, 1812, primates, atelidae) in ecotone cerrado-pantanal in the left bank of aquidauana river, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Oecologia Australis*. 16, 933-948.

Rocha L A, Rosa I L, Rosa R S (1998). Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 15, 553–566.

Rodrigues M da S, Cocentino A L M, Fonseca C F, Moura G J B, Fernandes M L B, Melo T M B, Queiroz E P, Silva A C (2019). Contribution to the study of the green turtle (*Chelonia mydas*) diet in the south Atlantic, northeast Brazil. *International journal of development research*, 9, 29891-29897.

Santos D H C, Cunha M G G S, Amancio F C, Passavante J Z de O (2010). Artificial reefs, diving and artisanal fishing: some aspects on the conflict in the Pernambuco Coast – Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*. 10, 7–22.

Santos A, Bellini C, Vieira D H G, Neto L D, Corso G (2013). Northeast Brazil shows highest hawksbill turtle nesting density in the South Atlantic. *Endangered Species Research*. 21, 25–32.

Santos R L, Simões T, Silva A, Santos E (2019). Sea turtles from the recreational divers perspective on the Ipojuca coast (Pernambuco - Brazil). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 1, 092–110.

Sazima C G A and Sazima I (2010). Turtle cleaners: reef fishes foraging on epibionts of sea turtles in the tropical Southwestern Atlantic, with a summary of this association type. *Neotropical Ichthyology*. Porto Alegre. 8, 187-192.

Schofield G, Katselidis K A, Dimopoulos P, Pantis J D (2007). Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* from direct in-water observation. *Endangered Species Research*. 3, 71–79.

Schyff V, Preez M, Blom K, Kylin H, Kwet Y N S C, Merven J, Raffin J, Bouwman H (2020). Impacts of a shallow shipwreck on a coral reef: a case study from St. Brandon's Atoll, Mauritius, Indian Ocean, *Marine Environmental Research*, 156, 0141-1136.

Smulders F O H et al. (2023). Green turtles shape the seascape through grazing patch formation around habitat features: Experimental evidence. *Ecology*, 104, 3902.

Silva A C C D, Castilhos J, Lopez G, Barata P (2007). Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 87, 1047–1056.

Silva W J (2019). A relação entre *Carijoa riisei* (Cnidaria, Octocorallia) e a comunidade da meiofauna com ênfase em nematoda em dois naufrágios do Atlântico Sul. Monografia (licenciatura em ciências biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1-104.

Simões T N, Silva A C, Barbosa A M P, Guimarães E da S, Lima M C S, Santos E M, Correia J M S, Moura G J B (2016). Ecoassociados e história de conservação das tartarugas marinhas em Pernambuco. In: *Conservação de tartarugas marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, desafios e perspectivas*; Correia J M S, Santos E M, Moura G J B (Eds). Recife, Pernambuco. UFRPE Publisher. 6, 139-168.

Kirkbride-Smith A E, Wheeler P M, Johnson M L (2016). Artificial reefs and marine protected areas: a study in willingness to pay to access Folkestone Marine Reserve, Barbados, West Indies. *PeerJ*. 4, 2175.

Tacchi M F, Peres Q F, Martins F D, Gomes A L, Tognin F, Negreiros D (2019). Effect of sand

granulometry on the egg hatchling success of the sea turtle *Caretta caretta*. *Neotropical Biology and Conservation*. 14, 43–54.

Taormina B, Bald J, Want A, Thouzeau G, Lejart M, Desroy N, Carlier A (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.

Taylor M D, Baker J, Suthers I M (2013). Tidal currents, sampling effort and baited remote underwater video (BRUV) surveys: Are we drawing the right conclusions? *Fisheries Research*. 140, 96–104.

Tresher R E (1983). Environmental correlates of the distribution of planktivorous fishes in the one tree reef lagoon. *Marine Ecology Progress Series*. 10, 137-145.

Turner C H, Ebert E E, Given R R (1969). Man-made reef ecology. *California Department Fish Game Bulletin*. 146, 1–221.

Wood L D, Brunnick B J, Milton S (2017). Home range and movement patterns of subadult hawksbill sea turtles in Southeast Florida. *The Herpetological Journal*. 51, 58–67.

Wood L D (2014). Origins, movements, and foraging behavior of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in palm beach county waters, Florida, USA. Dissertation. Department of biological sciences. Florida Atlantic University. Boca Raton, Florida (USA). 1-94.

Wood L D, Hardy R, Meylan P, Meylan A B (2013). Characterization of a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) foraging aggregation in a high-latitude reef community in southeastern Florida, USA. *Herpetological Conservation and Biology*. 8, 258-275.

Vilanova M Q (2019). Mapeamento de ninhos e determinação da área preferencial de desova da tartaruga *Eretmochelys imbricata* na Praia de Sabiaguaba, Fortaleza-CE. Monografia (graduação em oceanografia), Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 1-60.

5. Turismo de observação de tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco: percepção e perfil dos mergulhadores recreativos

5.1. Introdução

A percepção, no contexto da etnobiologia, refere-se à forma como os indivíduos interpretam e veem suas interações com o ambiente natural e cultural. Essa percepção é influenciada por fatores culturais, sociais e pessoais, moldando a maneira como as comunidades entendem e utilizam os recursos naturais (Rio, 1996; Vasco; Zakrzewski, 2010). As experiências subjetivas, como as narrativas e práticas dos entrevistados, revelam como suas cosmovisões e conhecimentos tradicionais informam suas percepções sobre a biodiversidade e os ecossistemas (Chauí, 1998; Vasco; Zakrzewski, 2010). Assim, a percepção não é apenas um ato passivo de receber informações, mas um processo ativo que envolve significados construídos socialmente, influenciando decisões sobre conservação e uso sustentável dos recursos.

O turismo ecológico, ou ecoturismo, é uma das modalidades turísticas onde o visitante entra em contato direto com o meio ambiente natural, seja desenvolvendo algum tipo de atividade esportiva, recreativa ou simplesmente observando a vida e a natureza (EMBRATUR, 2002). Ele vem se tornando uma importante atividade econômica (Wall, 1997; Santos *et al.*, 2010). O mergulho recreativo subaquático se encaixa nessa categoria de turismo, sendo um setor importante para a indústria de turismo surgindo como uma possibilidade de turismo consciente de forma que não prejudique os recursos naturais e o meio ambiente, essas atividades quando desenvolvida em áreas protegidas como unidades de conservação, são ferramentas que contribuem com benefícios socioambientais (Santos *et al.*, 2010).

Embora o mergulho autônomo recreacional seja uma atividade supostamente inofensiva ao ambiente marinho (Augustowski *et al.*, 2002), sabe-se que, sem o devido controle e excedendo a capacidade de suporte do ambiente, pode causar danos ao ambiente marinho e modificar a estrutura da comunidade recifal causando danos físicos aos organismos (Da Silva, 2015; Feitosa, 2012). Entretanto, a gestão na capacidade de suporte para mergulho em ecossistemas recifais, o seguimento das diretrizes para a prática dessa atividade e principalmente a fiscalização delas pode fazer com que essa atividade tenha o mínimo impacto. No Brasil há cerca de 65 mil mergulhadores e a cada ano mais mergulhadores se credenciam para prática da atividade de mergulho (França *et al.*, 2021; Leitão, 2022). Segundo uma manchete do Jornal Estado de Minas o país faturou em 2010 o valor de R \$515 milhões em atividades relacionadas ao mergulho (Estado de Minas, 2011).

Recifes artificiais como os naufrágios, são estruturas que quando submersas acidentalmente ou propositadamente servem como substrato para crescimento da fauna e flora (Santos *et al.*, 2010). Atualmente essa prática vem sendo desenvolvida visando o turismo subaquático (Gonçalves *et al.*, 2010), assim também

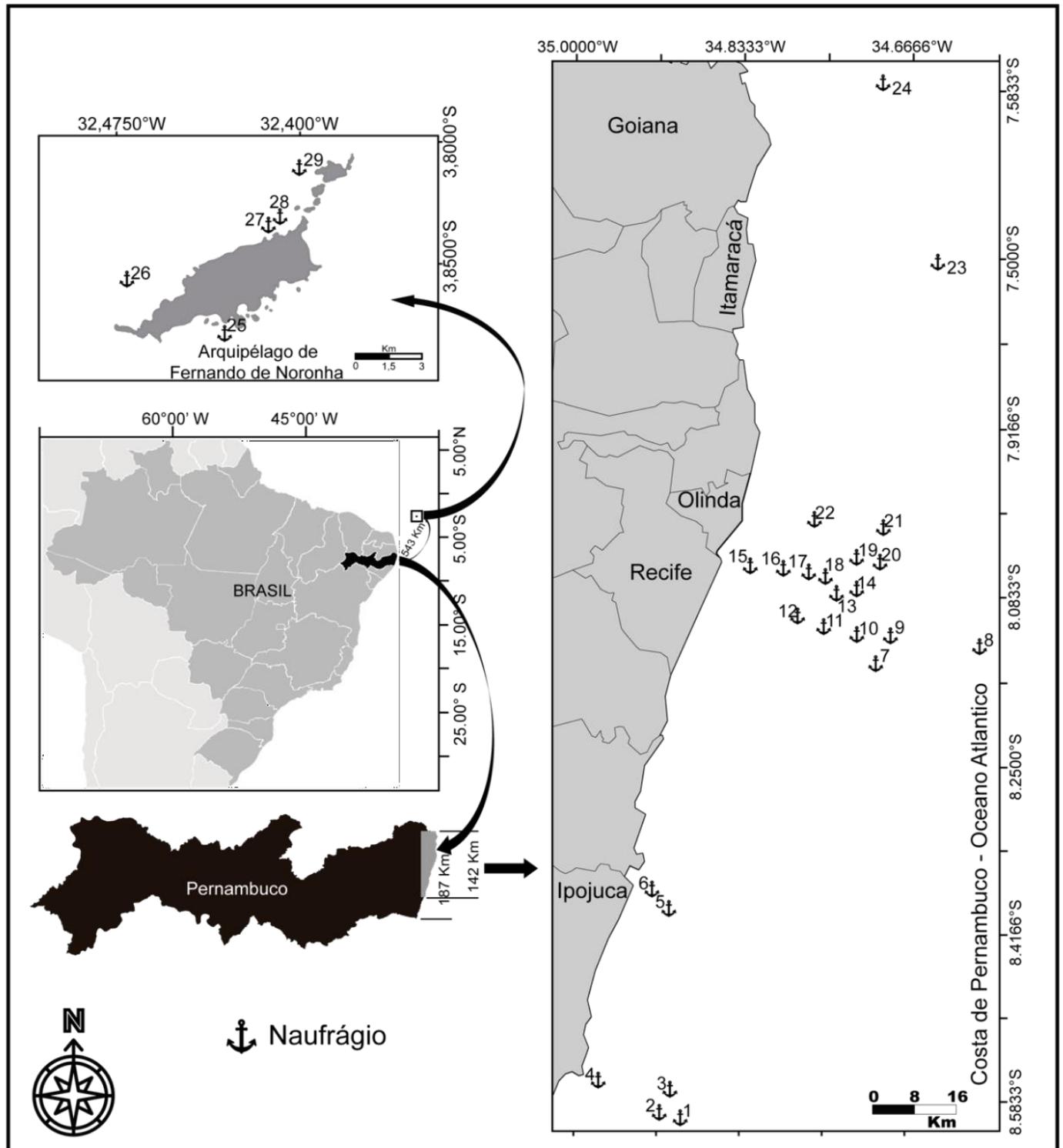
servindo como instrumento de gestão pesqueira (Santos *et al.*, 2010), para o mergulho autônomo recreativo (Leitão, 2022) e para pesquisa (Correia *et al.*, 2018). Recife, cidade capital do estado de Pernambuco é conhecida como a “capital brasileira dos naufrágios”, devido ao grande número de naufrágios encontrados na plataforma continental ao longo de sua costa. Segundo o site naufrágios do Brasil (www.naufragiosdobrasil.com.br), Pernambuco possui um total de 165 naufrágios, onde só na cidade do Recife, estão localizados 27 naufrágios com profundidades variadas entre 1 e 40 metros de profundidade (Carvalho, 2022) e uma visibilidade que pode chegar a 30 metros no verão (Santos *et al.*, 2010, Leitão, 2022). Por isso o turismo de mergulho em naufrágios é um dos segmentos ecoturísticos mais encontrados no estado atraindo mergulhadores do mundo inteiro. Com isso, este capítulo visou entender o perfil e a percepção dos mergulhadores recreativos sobre as tartarugas marinhas e o turismo de observação em naufrágios.

5.2. Metodologia

5.2.1. Áreas de estudo

O estudo foi desenvolvido no litoral de Pernambuco como área-alvo, o qual possui cerca de 190 km de extensão divididos em três setores, norte, metropolitano e sul (Araújo *et al.*, 2007). Para o presente estudo, estamos considerando o setor metropolitano para os mergulhadores de naufrágios. Onde estão localizados 29 naufrágios (Figura 1) com profundidades variadas entre um e 40 metros (Santos *et al.*, 2010; Carvalho, 2022).

FIGURA 1: MAPA DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO MAIS UTILIZADOS PARA O MERGULHO RECREATIVO. 1) MARTE; 2) GALEÃO SERRAMBI; 3) GONÇALO COELHO; 4) NAVIO DE GÁS; 5) GALEÃO SÃO PAULO; 6) DRAGA MASSANGANA; 7) LUPOS; 8) VAPOR DOS 48; 9) WALSA; 10) MINUANO; 11) SERVMAR X; 12) SERVMAR; 13) SAVEIROS; 14) MERCURIUS; 15) AREIEIRO - MARGARITTE; 16) VAPOR DE BAIXO; 17) PIRAPAMA; 18) TAURUS/VIRGO; 19) PHONIX/BELATRIX; 20) SÃO JOSÉ; 21) REBOQUE FLÓRIDA; 22) CHATA NORONHA; 23) CORVETA CAMAQUÃ; 24) VAPOR BAHIA; 25) NAVIO DO LEÃO; 26) CORVETA IPIRANGA; 27) NAVIO DO PORTO -MARIA STATHATUS; 28) ELENI STATHATUS; 29) NAVIO DO CANAL DA RATA. MAPA: ALANA LEITÃO / JOSÉ CARLOS PACHECO.



Fonte: A autora (2024).

5.2.2. Coleta de dados

Para entender a percepção dos mergulhadores recreativos sobre as tartarugas marinhas e sobre o turismo sustentável de observação em naufrágios, desenvolvemos um questionário (Formulário *on-line*) através da plataforma Google. Esse questionário foi dividido em 5 seções, abordando aspectos como: Perfil do mergulhador; Experiência nos naufrágios; Interação com os animais; Conhecimento sobre tartarugas marinhas; e Turismo sustentável de observação em naufrágios (Anexo I). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética de Usos de Humanos em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco (Licença para entrevistas: Plataforma Brasil-CEP/UFPE: 5.445.579).

O formulário *on-line* foi então disponibilizado para os mergulhadores no período de novembro de 2022 a abril de 2023. Enviamos o questionário via e-mail, whatsapp e instagram. Também encaminhamos para duas operadoras de mergulho parceiras, do estado de Pernambuco (Syrien dive e Jedivers), que repassavam o link do nosso questionário para seus clientes responderem. Criamos ainda um Qr Code atrelado ao formulário e deixamos nessas empresas, para que os clientes tivessem acesso com mais facilidade a fim de complementar ao máximo nossa amostra. O formulário *on-line* (Google) estava disponível em língua portuguesa e em língua inglesa. Realizamos ainda uma abordagem direta e ativa dos mergulhadores em abril de 2023, no município de Ipojuca, nos períodos de dois feriados prolongados (feriado da Paixão de Cristo de 07 à 09 de 2023 e feriado de Tiradentes de 21 à 23 de 2023), para complementação da amostra. Nessas abordagens brandas, mostrávamos o QR code e solicitávamos que o turista que havia voltado de um passeio de mergulho em naufrágio respondesse quando possível. Mergulhadores recreativos nacionais e estrangeiros foram abordados.

5.2.3. Análise de dados

Parte dos dados estão tratados de maneira descritiva na forma de porcentagem do total de respondentes de nosso questionário. Adicionalmente, testes de qui-quadrado foram usados para averiguar se houve variação nas respostas dos entrevistados quanto à percepção sobre a vida marinha em naufrágios. Esse teste também foi usado para avaliar se existe diferença entre as espécies encontradas relatadas pelos respondentes do questionário. Significância foi considerada quando o valor de $p < 0,05$.

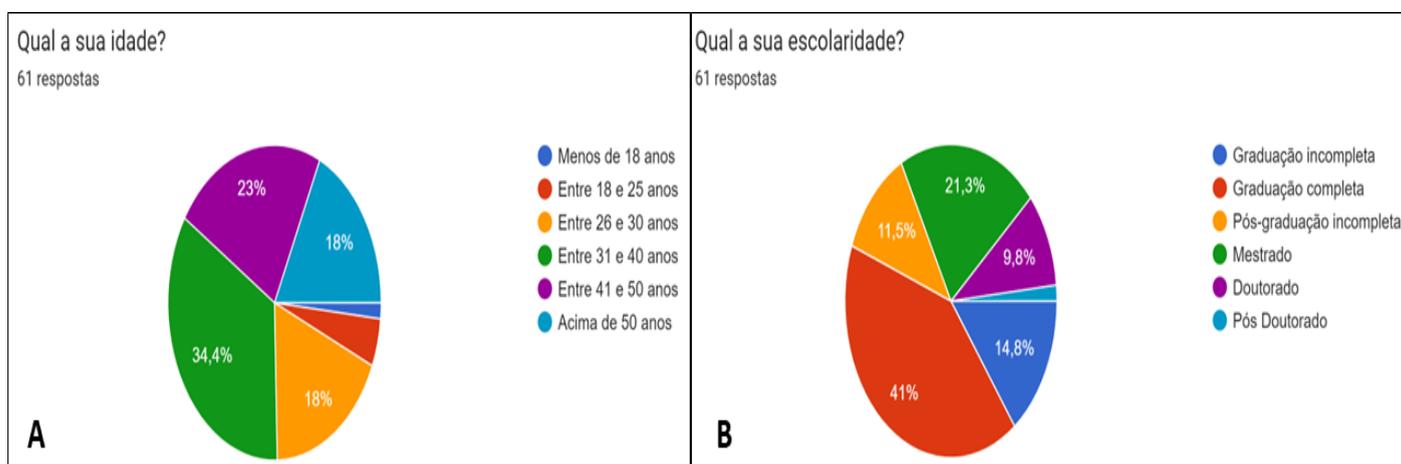
5.3. Resultados e discussão

5.3.1. Perfil dos mergulhadores

Obtivemos 61 respostas de mergulhadores. A maioria dos mergulhadores tinham idade entre 31 e 40 anos (Figura 2a), e possuíram no mínimo graduação completa (Figura 2b), o que já é percebido em outros trabalhos (França *et al.*, 2021). Esse perfil pode ser devido ao esporte de mergulho ser de alto custo (Portes,

2022), tanto os equipamentos como as certificações para qualificação para mergulhador em si (PADI, 2023). Todos os mergulhadores que responderam nosso questionário foram brasileiros, com predominância de Pernambucanos (45,9%), mostrando a popularidade dessas atividades para as pessoas locais. Entretanto, também obtivemos respostas de moradores dos estados de Brasília, Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte, mostrando a representatividade e atratividade nacional dessa atividade recreativa de turismo em Pernambuco.

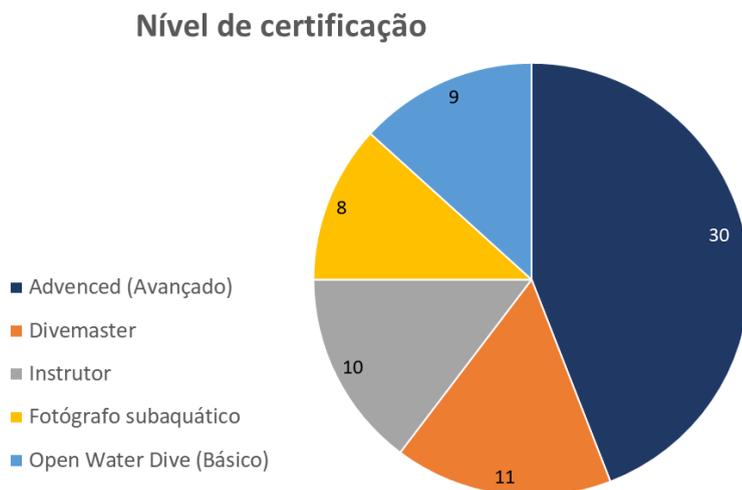
FIGURA 2: PERFIL DOS MERGULHADORES QUE RESPONDERAM NOSSO QUESTIONÁRIO: (A) IDADE DOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO; (B) ESCOLARIDADE DOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.



Fonte: A autora (2024).

Para a prática de mergulho em naufrágios, é necessário que os mergulhadores possuam, no mínimo, a certificação básica de mergulho (Open Water Dive) que é a certificação adequada para a profundidade ($\leq 18\text{m}$) do naufrágio a ser visitado (PADI 2023). No entanto, os nossos dados mostram que a grande maioria dos mergulhadores que exploram os naufrágios em Pernambuco possuem o nível avançado de certificação de mergulho (Figura 3). Isso sugere que as pessoas que se dedicam a esse esporte tendem a buscar especialização e encaram o mergulho em naufrágios não apenas como uma atividade de lazer.

FIGURA 3: NÍVEL DE CERTIFICAÇÃO DE MERGULHO DOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.



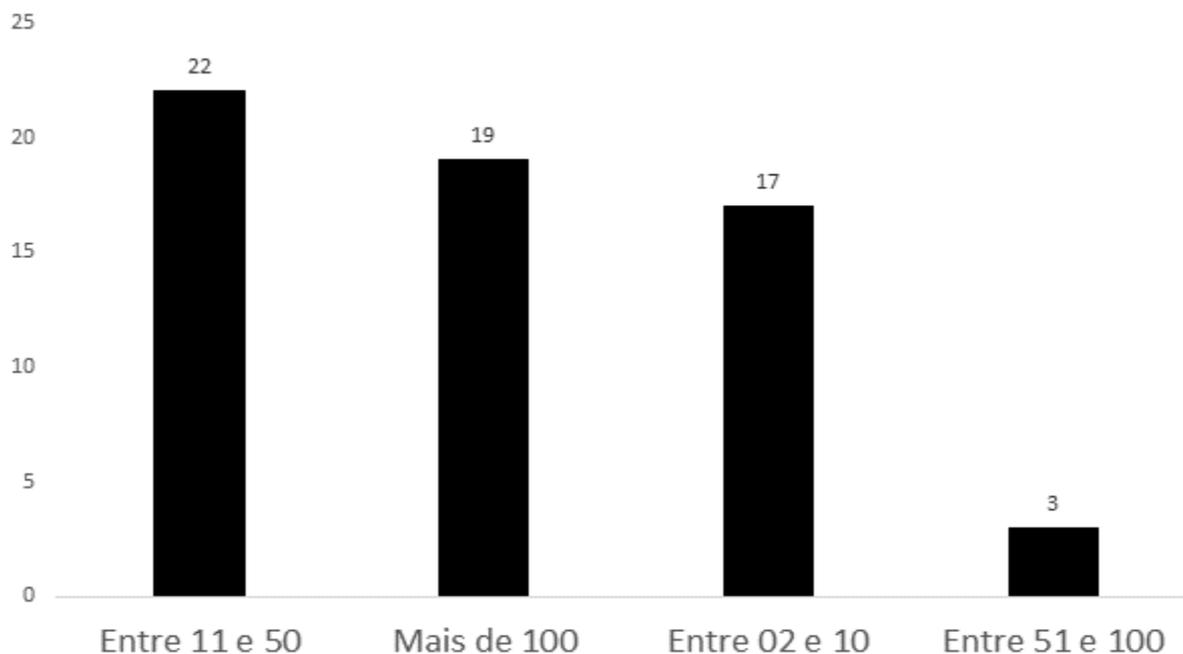
Fonte: A autora (2024).

Quanto a experiência dos mergulhadores, a maioria dos respondentes realizou entre onze e 50 mergulhos em naufrágios (Figura 4), o que já era esperado, pois as operadoras de mergulho fazem no mínimo dois mergulhos em cada saída com os seus clientes. Isso se dá porque para concluir a certificação de nível básico da PADI (pré-requisito mínimo para mergulhar em naufrágio) e poder mergulhar a profundidades superiores a 12 metros, é necessário realizar no mínimo quatro mergulhos. Todos mergulharam em algum naufrágio de Pernambuco, principalmente os localizados na cidade do Recife, capital do estado. Mas informaram também que mergulharam em naufrágios de outros estados do Brasil ($n= 17$) e fora do país ($n= 11$). Mostrando que as atividades de mergulho atraem turistas de todo o mundo, que muitas vezes escolhem o destino de acordo com as outras atrações do local (Santos *et al.*, 2010; Brotto *et al.*, 2012; Rowe; Santos, 2017).

Segundo Rowe & Santos (2017) o potencial de atração dos destinos está essencialmente atrelado às características naturais dos pontos de mergulho e a preservação ambiental é requisito central para a atratividade. Algumas características nesses pontos de mergulho que tornam um destino atraente para os mergulhadores são, a presença de recifes de corais, naufrágios, formações rochosas e uma rica biodiversidade marinha associada, e condições climáticas favoráveis, como, claridade da água (visibilidade) e águas com temperatura amena ao longo do ano (Rowe; Santos, 2017). Locais onde tem agências de viagens, hotéis e pousadas que oferecem comodidades voltadas para mergulhadores, como serviços de aluguel de equipamentos, facilidades para a secagem e manutenção do equipamento, e fácil acesso aos pontos de mergulho, são aspectos desejáveis, mas não são fatores determinantes (Rowe; Santos, 2017). A facilidade de chegar ao local de mergulho e a disponibilidade de transporte eficiente para os pontos de mergulho são importantes, incluindo a acessibilidade a partir de aeroportos e a disponibilidade de transporte local (Rowe; Santos, 2017). A segurança no local é essencial (Pinto, 2016), isso inclui a segurança durante os mergulhos

(como o estado dos equipamentos e a presença de instrutores experientes), bem como a segurança geral da região.

FIGURA 4: QUANTIDADE DE MERGULHOS REALIZADOS PELOS RESPONDENTES EM NAUFRÁGIOS.



Fonte: A autora (2024).

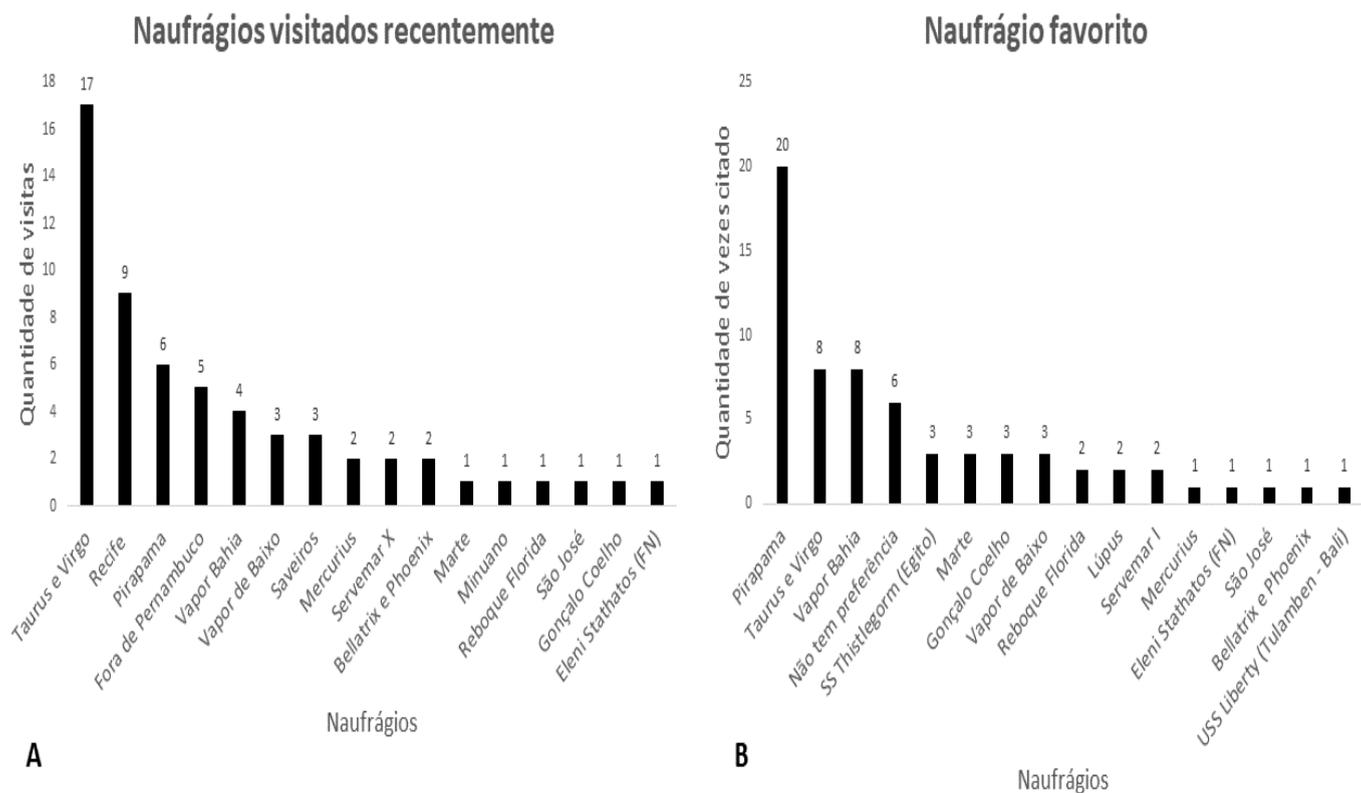
5.3.2. Naufrágios

Quando perguntados sobre qual o último naufrágio visitado (entre 2019 e 2023), os mergulhadores citaram 18 naufrágios diferentes (Figura 5a). Esse número relativamente expressivo, provavelmente é um reflexo do grande número de naufrágios que estão localizados ao longo da costa de Pernambuco, ou seja, mais de 100 naufrágios (Carvalho, 2022; Leitão *et al.*, 2022). Os naufrágios mais visitados foram o Taurus e Virgo (n=17), possivelmente devido a sua localização mais próxima da costa (i.e., aproximadamente 8 km) e relativa baixa profundidade (i.e., aproximadamente 25m) (Carvalho, 2022; Leitão *et al.*, 2022) e por proporcionar um mergulho em dois naufrágios em uma única saída de barco. Essa também foi a justificativa de alguns mergulhadores, para escolha de seu naufrágio favorito. Vale salientar que entre as empresas de mergulho local, é comum o alinhamento prévio de quais naufrágios irão visitar no dia. Para que várias empresas não mergulhem ao mesmo tempo no mesmo naufrágio, visando uma melhor experiência e segurança aos seus clientes (Leitão, *pers.obs.*).

Nesse contexto, segundo a percepção dos 61 mergulhadores entrevistados, seu naufrágio preferido foi o Pirapama (n= 20), seguido de Vapor Bahia (n= 8), Taurus e Virgo (n= 8) (Figura 5b), e descreveram

como motivo, o contexto histórico, o cenário, a diversidade de vida marinha, a transparência da água (visibilidade), as estruturas e as dimensões dos naufrágios, a possibilidade de penetração, a profundidade (raso), a proximidade da costa, por ter sido onde mergulhou pela primeira vez, e por ser “dois mergulhos em um” no caso do Taurus e Virgo. Os ecoturistas geralmente buscam experiências que combinem prazer e aprendizado, promovam a conservação ambiental e ofereçam uma conexão com a natureza e as comunidades locais (Rowe; Santos, 2017). O fato de a maioria (61%) dos respondentes citar a vida marinha como maior atrativo para visitação, mostra a capacidade de abrigo que um naufrágio oferece, atraindo tanta vida que chama a atenção dos mergulhadores (Leitão *et al.*, 2022). Eles são motivados por um desejo de explorar e proteger o meio ambiente, tornando-se participantes ativos na promoção de um turismo mais sustentável e consciente, e geralmente buscam destinos ainda não visitados por eles anteriormente (Rowe; Santos, 2017). Alguns (9,7%) não tiveram preferência, e/ou são colocaram “Recife” no geral. Eles também afirmam que mergulham com mais frequência no período diurno (70,5%), entre 8h e 12h. Possivelmente por ser o turno onde as operadoras de mergulho mais saem por conta da logística da operação (Leitão *et al.*, 2022).

FIGURA 5: A) NAUFRÁGIOS MAIS VISITADOS RECENTEMENTE (ENTRE 2019 E 2023) PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS DE PERNAMBUCO; B) NAUFRÁGIO FAVORITO DOS MERGULHADORES RECREATIVOS DE PERNAMBUCO.

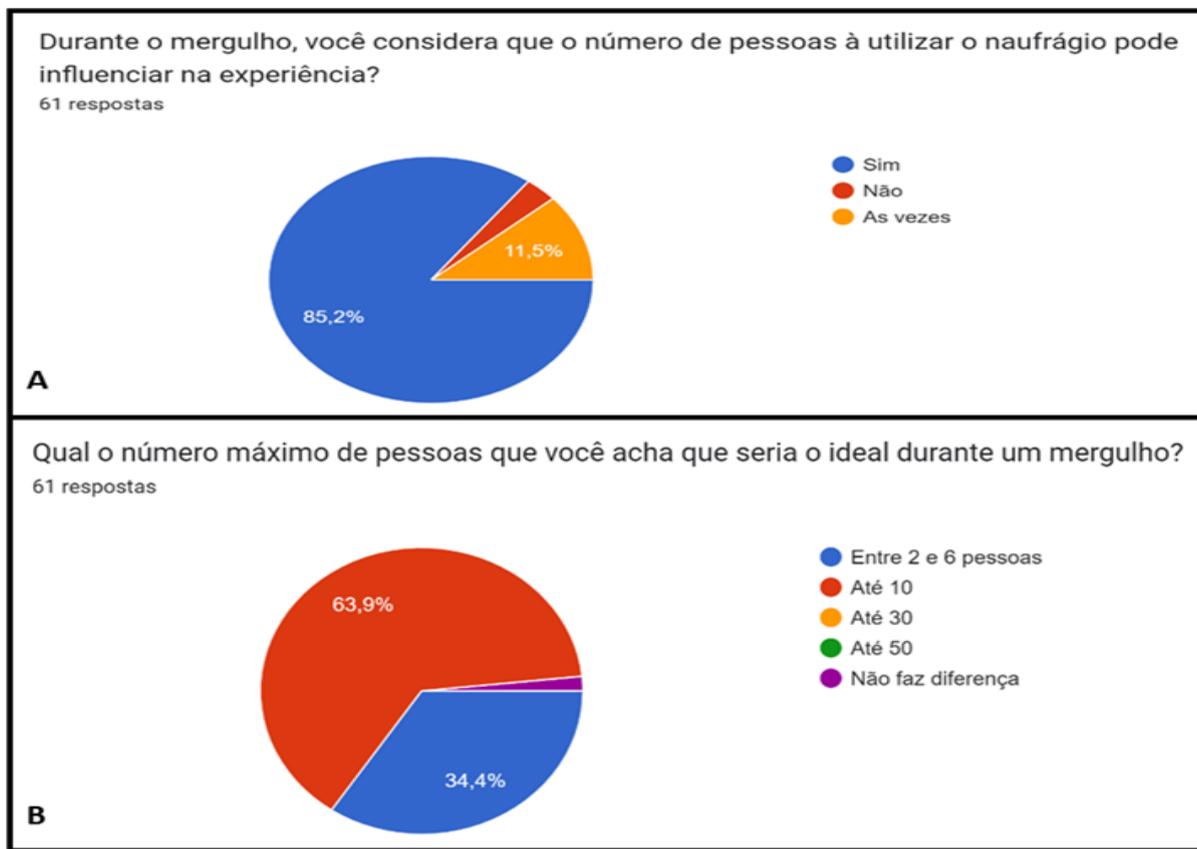


Fonte: A autora (2024).

Em relação a satisfação dos mergulhadores, 85,2% dos entrevistados responderam que a quantidade de pessoas nos naufrágios durante o mergulho pode influenciar na experiência da atividade (Figura 7a) e que o número máximo de pessoas que acham ideal durante o mergulho é até 10 pessoas (Figura 7b). Mostrando que o grande número de pessoas durante o mergulho ultrapassa a capacidade de suporte do ambiente e também atrapalha na experiência de quem está vivenciando o mergulho. É evidente que os recifes artificiais submersos reduzem a pressão exercida pelos mergulhadores nos recifes naturais (Shashar *et al.*, 2024;), uma vez que muitos preferem explorar naufrágios (Wilhelmsson *et al.*, 1999). Portanto, essas estruturas podem permitir um aumento no número de mergulhos em uma determinada área sem necessariamente aumentar o estresse direto nos recifes naturais.

A quantidade de pessoas em um destino turístico pode influenciar significativamente a satisfação do turista, afetando diversos aspectos da experiência (Coltinho *et al.*, 2023). Em locais altamente frequentados, a quantidade de visitantes pode comprometer o conforto. A sensação de estar apertado ou enfrentar filas longas pode reduzir o prazer da visita. Por outro lado, destinos menos concorridos tendem a oferecer uma experiência mais tranquila e relaxante, permitindo que os turistas desfrutem de um ambiente mais espaçoso e confortável (Avila-Foucat *et al.*, 2013; Fernandes; Rossi-Santos, 2018; Dog-ru-Dastan, 2022; Nie *et al.*, 2022). Além disso, a quantidade de turistas pode impactar a qualidade dos serviços oferecidos. Em locais muito movimentados, os serviços podem sofrer sobrecarga, afetando o atendimento em restaurantes, a disponibilidade de guias turísticos e o acesso a atividades. Isso pode levar a serviços menos eficientes, resultando em uma experiência geral menos satisfatória para os visitantes. A superlotação também pode ter efeitos negativos sobre o comportamento dos animais (King; Heinen, 2004; Brotto *et al.*, 2012; Leitão *et al.*, 2022; Coltinho *et al.*, 2023). Encontrar um equilíbrio entre a popularidade do local e a preservação da qualidade da experiência é essencial para garantir que o turismo seja agradável e sustentável tanto para os visitantes quanto para os animais e as comunidades locais.

FIGURA 6: PERCEÇÃO E SATISFAÇÃO DE MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO: A) QUANTIDADE DE PESSOAS NOS NAUFRÁGIOS DURANTE O MERGULHO QUE PODE INFLUENCIAR NA EXPERIÊNCIA DA ATIVIDADE; B) NÚMERO MÁXIMO DE PESSOAS QUE ACHAM IDEAL DURANTE O MERGULHO.



Fonte: A autora (2024).

E os mergulhadores acham que os naufrágios representam um “novo habitat ou ecossistema”, servindo como abrigo e refúgio para a vida marinha se estabelecer, se alimentar, se reproduzir e descansar em meio ao mar aberto o que ajuda na sua sobrevivência. Eles também relataram que os naufrágios podem ajudar a mitigar a perda de ecossistemas de recifes naturais, mas que tem que ter o cuidado de ser devidamente higienizado antes do afundamento, para não prejudicar o meio ambiente. Os recifes artificiais, especialmente os naufrágios, não apenas criam habitats para os animais, mas também servem como destinos de mergulho atrativos, estimulando um turismo especializado onde as operadoras de mergulho podem oferecer pacotes diferenciados, incluindo tours guiados, cursos e expedições de exploração. O aumento na demanda por esses serviços resulta em maiores receitas e investimentos na infraestrutura local, gerando mais emprego e renda na região (Silveira, 2008; Fagundes; Ashton, 2010), já que as empresas contratam instrutores e divemaster para atender seus clientes. E, em paralelo, a demanda por serviços como transporte, alimentação e hospedagem crescem (Oliveira, 2007; Silveira, 2008). Esse dinamismo econômico fortalece a economia local e melhora a qualidade de vida das comunidades que dependem do turismo (Fagundes; Ashton, 2010).

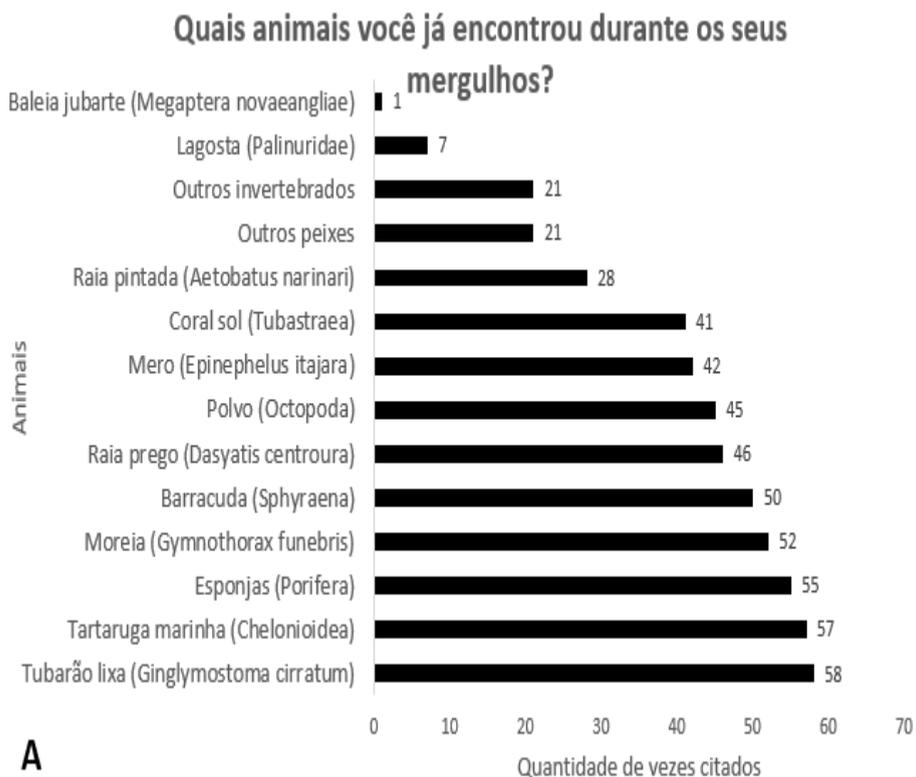
Esse turismo também proporciona uma oportunidade para educar os turistas sobre a importância da conservação marinha nesses ambientes artificiais. A conscientização gerada por meio de atividades de mergulho pode fortalecer a imagem da região como um destino responsável e sustentável, atraindo um perfil de turista que valoriza e apoia práticas ecológicas. Consequentemente, a utilização de estruturas submersas, como naufrágios, pode ser benéfica tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico, devido a esses benefícios econômicos relacionados ao mergulho (Wilhelmsson *et al.*, 1999). Para as operadoras, o mergulho não é apenas uma atividade recreativa, representa o seu sustento. E sua integração com iniciativas de turismo de base comunitária pode resultar em benefícios mútuos, como projetos que envolvem as comunidades locais no gerenciamento e na operação de atividades de mergulho, que garantem que as receitas do turismo sejam reinvestidas na própria comunidade (Braga; Selva, 2016; Lepre, 2018). Isso não só promove o desenvolvimento econômico, mas também ajuda a conservar os ecossistemas marinhos, já que as comunidades locais têm um interesse direto na proteção e na manutenção desses recifes artificiais.

5.3.3. Percepção ecológica / comportamento e interação humana

Quanto aos animais mais avistados pelos mergulhadores nos naufrágios, houve mais relatos da megafauna como tubarões, tartarugas, raias e moreias (Figura 8a), havendo diferença significativa na frequência em que as diferentes espécies foram relatadas ($\chi^2 = 121,0687$; GL: 13; $P < 0.05$). Os naufrágios estão localizados em alto mar, há mais de 20 metros de profundidade (Correia *et al.*, 2018; Carvalho, 2022), não sofrendo tanta interferência dos ciclos de maré, fazendo com que a megafauna marinha utilize esse espaço e seja, conseqüente, mais notável pelo seu tamanho possibilitando visualização à olho nu.

Tivemos também respostas de cardumes de peixes ($n=8$) e outros peixes como peixe-leão (*Pterois*) ($n=4$) que disseram ser o primeiro registro desse peixe invasor em um naufrágio da costa pernambucana (no naufrágio Vapor Bahia), o peixe Beijupirá (*Rachycentron canadum*) ($n=3$), Linguado (*Solea solea*) ($n=2$), Peixe enxada (*Chaetodipterus faber*) ($n=1$), peixe morcego (*Ogcocephalus vespertilio*) ($n=1$), rêmora ($n=1$) e Tarpão (em Bonaire – outro local sem ser Pernambuco) ($n=1$). Mas também tivemos respostas de invertebrados como esponjas ($n=55$), poliquetas ($n=3$), gastrópodes ($n=3$), corais ($n=2$), acídia ($n=2$), cracas ($n=2$), ouriço ($n=1$), octocoral ($n=1$), bryozoa ($n=1$), pomacantidae ($n=1$), lírios-do-mar ($n=1$), bivalve ($n=1$), caranguejo ($n=1$), Hidromedusa ($n=1$) e Lula ($n=1$). Nesta pesquisa, foram citados 36 tipos de animais diferentes nas áreas dos naufrágios de Pernambuco. Com isso, reforçamos o quanto de vida marinha existe nesses recifes artificiais e como esta é de interesse dos mergulhadores recreativos, contribuindo com estudos já feitos na área (Correia *et al.* 2018). Os mergulhadores têm prazer na observação e interação com a flora, fauna e arqueologia submarina (Rowe; Santos 2017; Loureiro *et al.*, 2012). Nesse contexto, a maioria significativa dos mergulhadores recreativos informaram que durante seus mergulhos gostam de encontrar tartarugas marinhas, seguido de tubarão, raias e peixes (Figura 8b) ($\chi^2 = 105,4013$; GL: 10 $P < 0.05$).

FIGURA 7: A) ANIMAIS AVISTADOS PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS NOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO; B) ANIMAIS QUE OS MERGULHADORES RECREATIVOS MAIS GOSTAM DE ENCONTRAR NOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO DURANTE SEUS MERGULHOS.

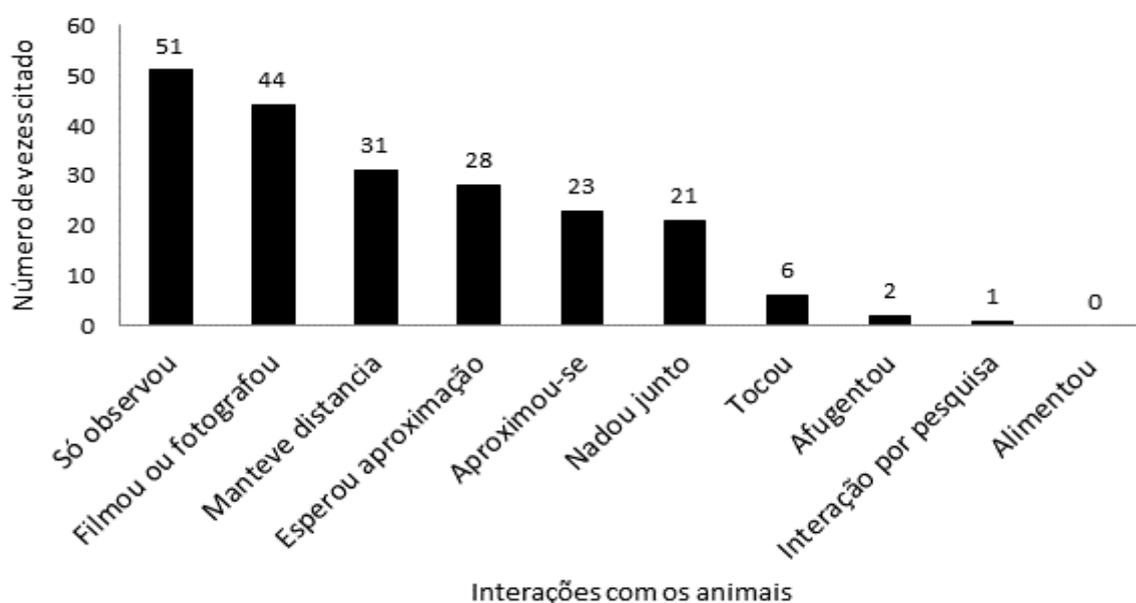


Fonte: A autora (2024).

Sobre a interação com os animais foi notado que a maioria dos mergulhadores apenas observaram e fotografaram os animais (Figura 9). Durante os mergulhos, é comum os mergulhadores fazerem fotos e vídeos mostrando detalhes das estruturas submersas e sua fauna associada (Leitão *et al.*, 2022). É comum também, que as operadoras de mergulhos sejam acompanhadas por um fotógrafo subaquático durante os mergulhos, para que as imagens obtidas durante os mergulhadores recreativos sejam vendidas para os clientes após os mergulhos (Leitão *et al.*, 2022). Entretanto, dependendo da proximidade com os animais e com o naufrágio, já se tem registros de que a obtenção de imagens pode causar alterações no comportamento dos animais e quebra de estruturas dos naufrágios (Giglio *et al.*, 2016; Giglio *et al.*, 2019; Leitão *et al.*, 2022). Essa quebra pode ser prejudicial para a dinâmica do local visto que os naufrágios se tornam substratos para diversos organismos que servem de alimento para outros organismos.

No entanto, 8,3% dos mergulhadores tocaram nos animais. Percebe-se que ainda existe uma dificuldade dos mergulhadores em apenas apreciar o ecossistema de forma visual e sem toques. Para a prática do mergulho em naufrágios, os mergulhadores precisam de certificação (pelo menos um Curso de Mergulho Básico) (PADI, 2023). Assim, faz com que os mergulhadores tenham mais autonomia e menos supervisão dos instrutores (Abreu *et al.*, 2009). Nesse contexto, também questionamos se os mergulhadores receberam instruções antes do mergulho e a maioria (n=56) informou que sim. No entanto, (n=5) não receberam nenhuma instrução. Mesmo sendo em menor número, o fato de ter relato de pessoas que mergulharam sem orientação é preocupante, devido ao fato de ser uma atividade que envolve não só o contato com o meio ambiente, mas também a segurança dos mergulhadores recreativos.

FIGURA 8: INTERAÇÃO DOS MERGULHADORES RECREATIVOS COM OS ANIMAIS DURANTE SEUS MERGULHOS NOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.



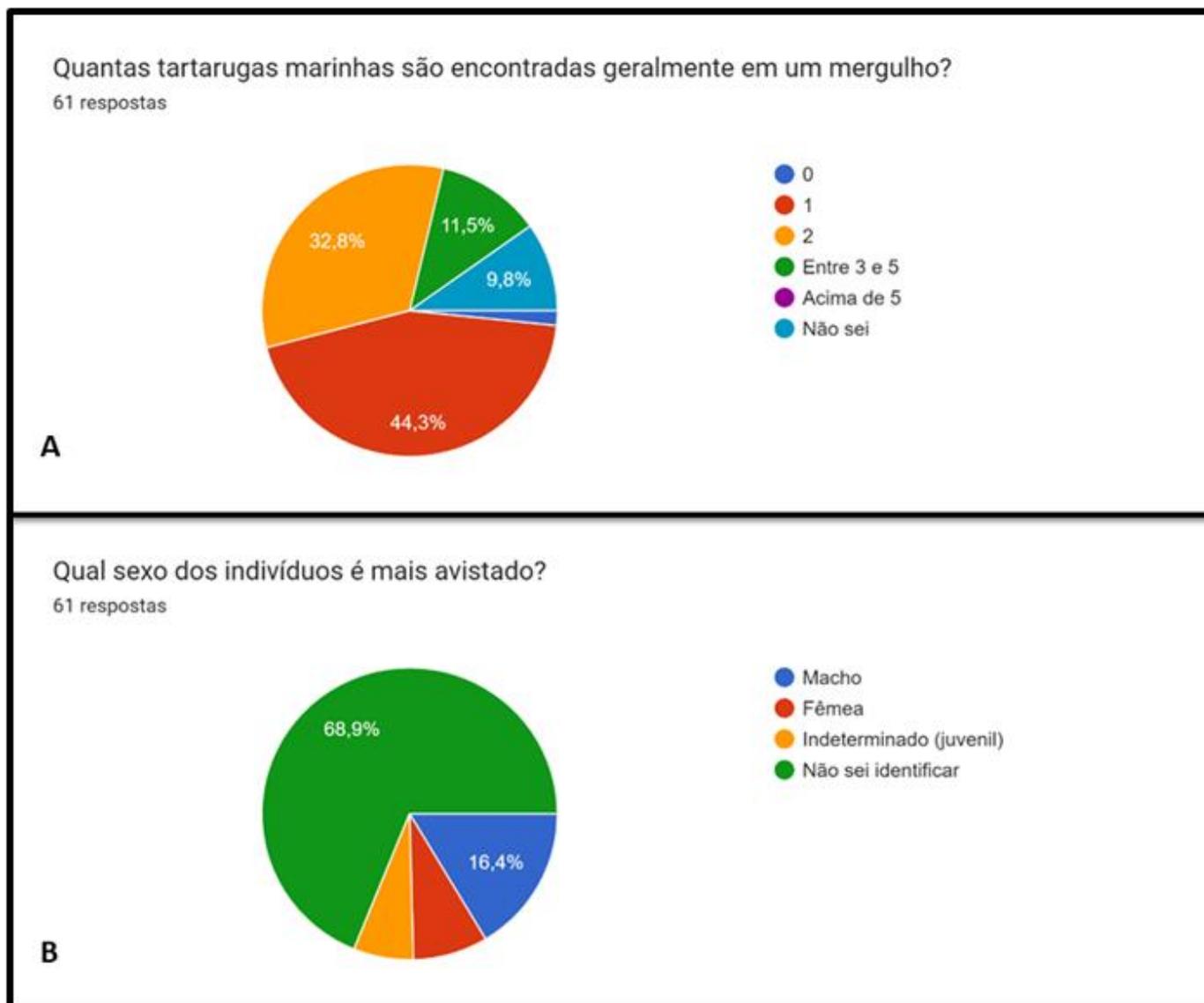
Fonte: A autora (2024).

5.3.4. *Tartarugas marinhas*

Sobre as tartarugas marinhas, a maioria dos mergulhadores afirmam que já observaram uma tartaruga durante seu mergulho, apenas quatro não observaram nenhuma. Dentre os 61 respondentes, 75,4% indicaram que a espécie mais observada foi *Chelonia mydas*, seguida de *Eretmochelys imbricata* (62,3%), *Caretta caretta* (45,9%), *Lepidochelys olivacea* (19,7%), *Dermochelys coriacea* (apenas 1,6%) respectivamente, e 24,6% dos mergulhadores já observaram tartarugas nos mergulhos, porém não lembram ou não souberam identificar a espécie. 44,3% afirmaram que geralmente são encontradas uma única tartaruga por mergulho, 32,8% geralmente encontram duas, 11,5% entre três e cinco espécimes são encontrados no mergulho e 9,8% não souberam responder (Figura 10a). A maioria encontraram tartarugas de até 90cm (Figura 11), nesse caso, indicando que são indivíduos adultos (Bjorndal; Zug, 1995; Wyneken, 2001). Em relação ao sexo dos espécimes, a maioria não soube identificar (68,9%), mas entre os que souberam identificar (n= 11), 16,4% responderam macho (Figura 10b). Os comportamentos mais observados foram descanso (n= 41), seguido de deslocamento/natação (n= 30), alimentação (n= 24), auto-limpeza (n= 8), fuga (n= 7) e reprodução (n= 1), respectivamente (Figura 12). Semelhantemente aos comportamentos já observados em um estudo na área (Leitão *et al.*, 2022). E três mergulhadores responderam que não observaram nenhum comportamento.

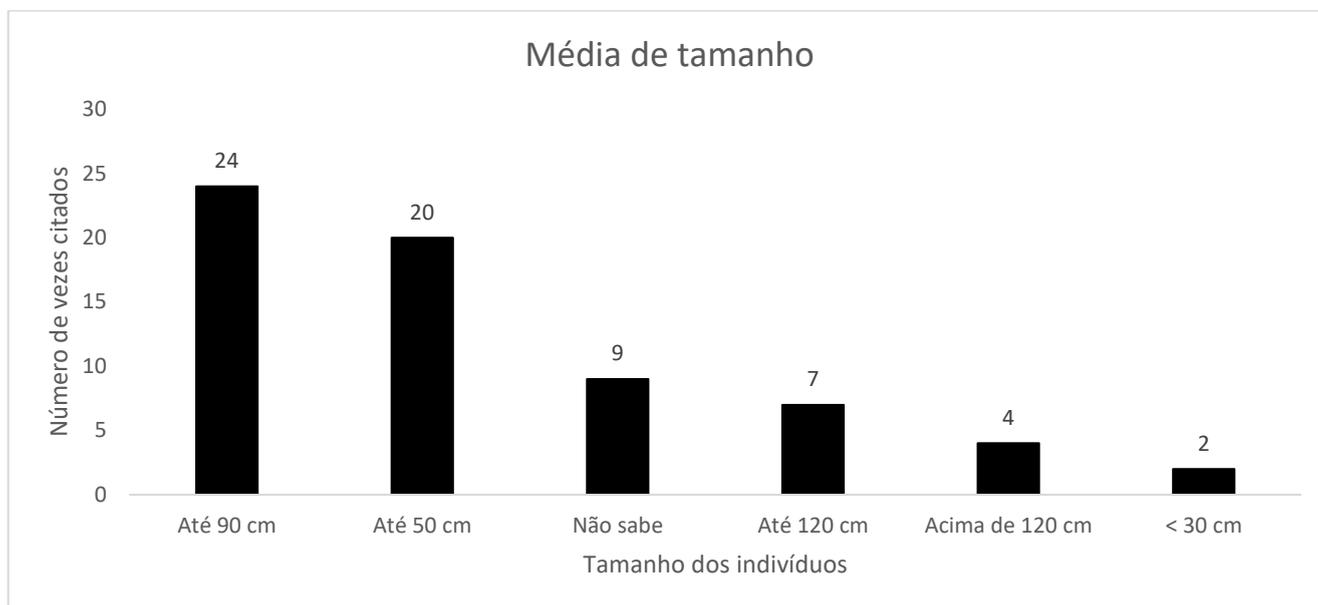
Perguntamos se as tartarugas permitem serem tocadas pelos mergulhadores, e dentre os 61 respondentes, 49,2% indicaram que as tartarugas “nunca” permitem serem tocadas por eles, e 42% responderam “algumas vezes” e apenas 8,2% responderam “muitas vezes”. Isso sugere, que ao contrário do que eles falaram em relação à interação com a fauna (Figura 9), eles sim, tentam tocar nas tartarugas marinhas, quando tem a oportunidade.

FIGURA 9: A) NÚMERO DE TARTARUGAS MARINHAS ENCONTRADAS PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO EM UM MERGULHO; B) SEXO DAS TARTARUGAS MARINHAS AVISTADAS PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.



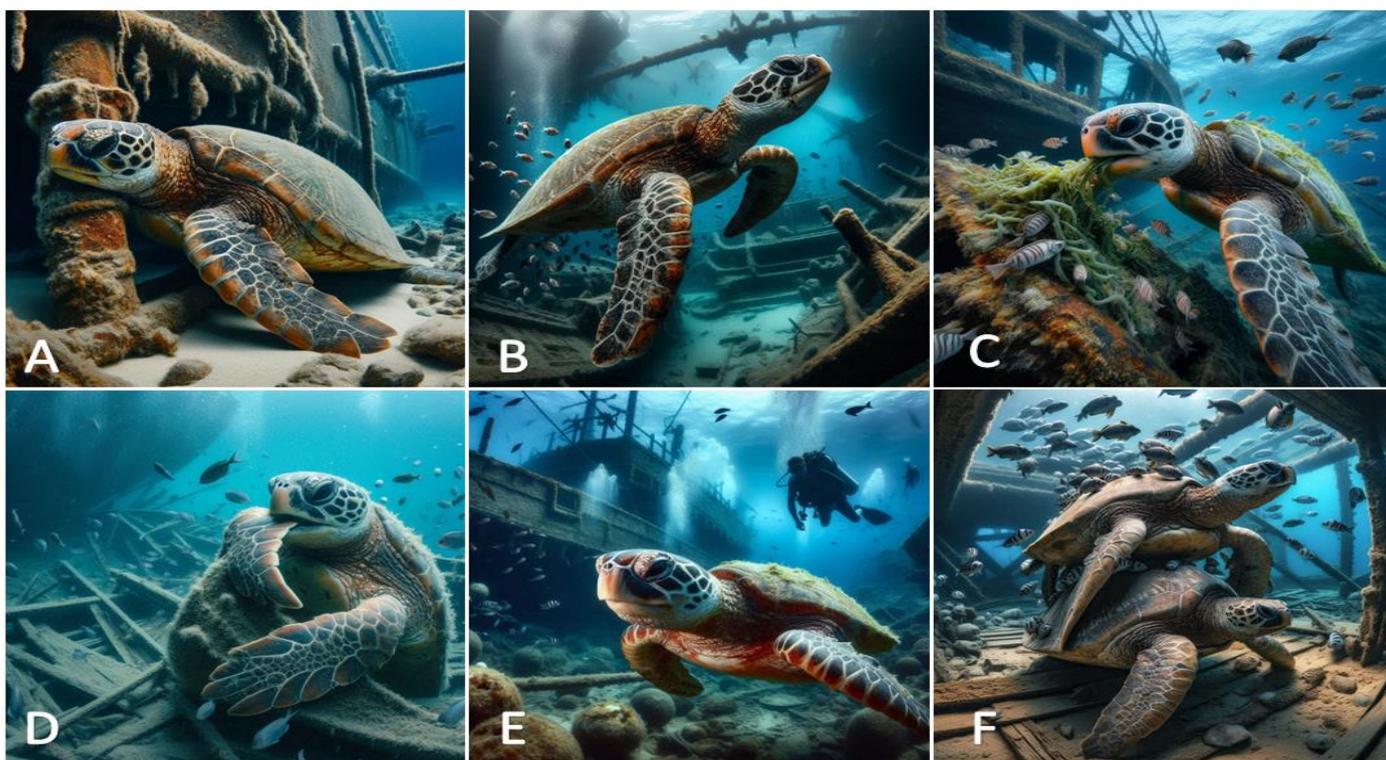
Fonte: A autora (2024).

FIGURA 10: MÉDIA DO TAMANHO DAS TARTARUGAS MARINHAS AVISTADAS PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.



Fonte: A autora (2024).

FIGURA 11: COMPORTAMENTO DE TARTARUGAS MARINHAS OBSERVADAS PELOS MERGULHADORES RECREATIVOS DOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL. A) DESCANSO; B) DESLOCAMENTO/NATAÇÃO; C) ALIMENTAÇÃO; D) AUTO-LIMPEZA; E) FUGA; F) REPRODUÇÃO. AS IMAGENS FORAM GERADAS PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL MICROSOFT COPILOT - FERRAMENTA DESIGNER, PLATAFORMA DALL E 3. AS ESTRUTURAS DE NAUFRÁGIOS PRESENTES AO REDOR DAS TARTARUGAS MARINHAS SÃO MERAMENTE ILUSTRATIVAS, E NÃO NECESSARIAMENTE CORRESPONDEM AOS NAUFRÁGIOS DA NOSSA AMOSTRA NA COSTA PERNAMBUCANA.



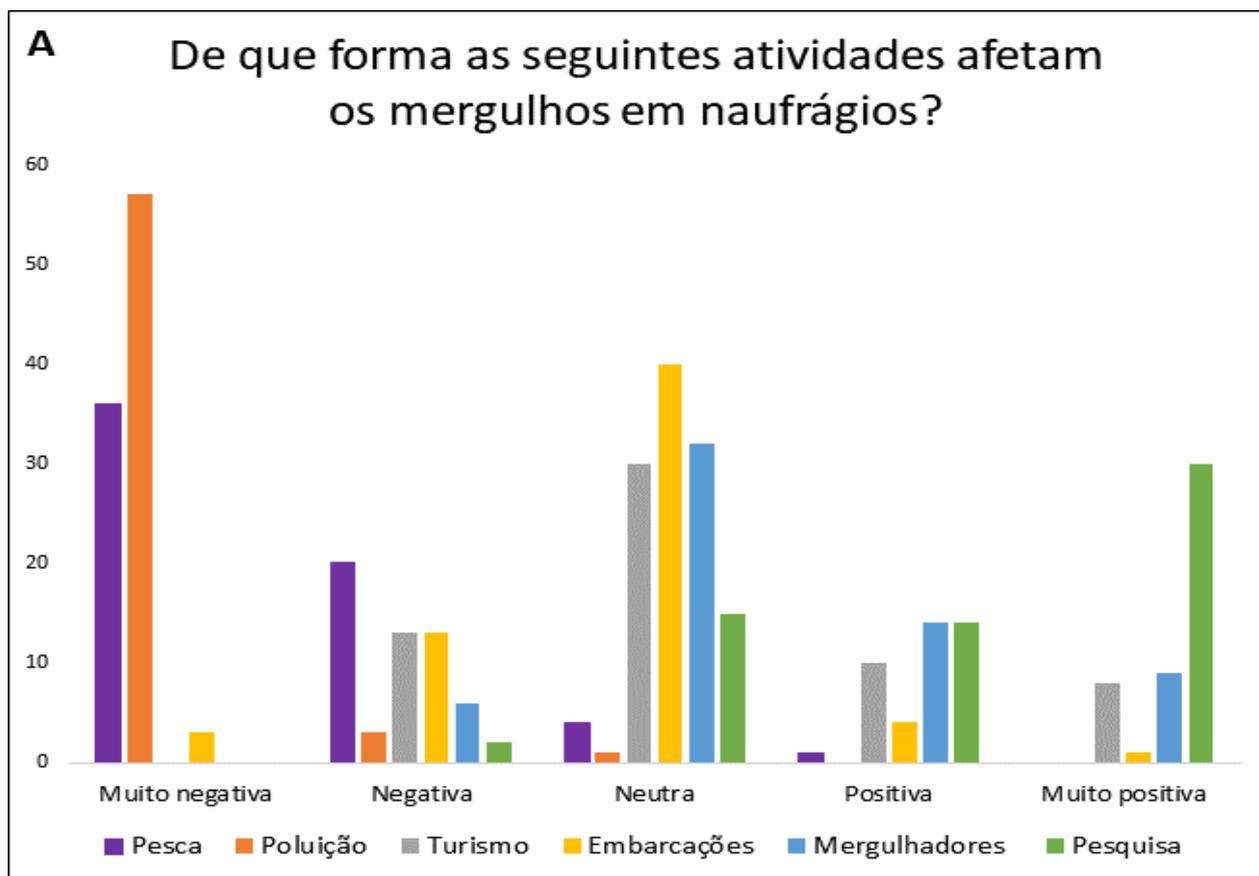
Fonte: A autora (2024).

Perguntamos também se os mergulhadores têm notado alguma mudança no número de avistagem de tartarugas durante os mergulhos. Dentre os 61 respondentes, 18 informaram que não, alguns que dependia da época do ano (n=16), do naufrágio (n=14) e do turno (n=11), outros (n=12) responderam que sim, tem notado uma mudança, e alguns (n=8) não souberam responder. Um mesmo mergulhador pode ter citado mais de uma alternativa nesses casos. Perguntamos também se existe uma época do ano em que há mais ocorrência de tartarugas nos naufrágios, a maioria não soube responder (n=23), n=19 responderam que não, e aos que responderam que sim, se dividiram entre a época do verão (n=15) e mês específico (n=4) entre setembro e dezembro, que também são meses considerados como verão na região. Geralmente as operadoras não mergulham no período de inverno, por conta dos ventos fortes, ocasionando uma navegação perigosa e conseqüentemente, arriscando a segurança dos mergulhadores, e mesmo embaixo d'água, apresenta uma baixa visibilidade (Leitão *pers. obs.*). Por conta disso, muitos podem ter respondido que não tem notado uma mudança no número de avistagem, e outros que dependiam da época, geralmente no verão, que é o período onde se tem mais frequência de mergulhos (Leitão *pers. obs.*). Já em relação ao turno e ao naufrágio, estudos relatam que há uma maior ocorrência de tartarugas marinhas em determinados naufrágios de Pernambuco no período noturno (Leitão *et al.*, 2022; ver Capítulo anterior), corroborando com os dados desse estudo.

5.3.5. Turismo sustentável de observação

Sobre a percepção dos mergulhadores, perguntamos de que forma as atividades como pesca, poluição, turismo, embarcações, mergulhadores e pesquisa afetam os mergulhos em áreas de naufrágios (Figura 13). Na percepção dos 61 mergulhadores entrevistados, a poluição (n=57) e a pesca (n=36) foi o que mais afetou o mergulho, de forma muito negativa. Já as embarcações (n=40), os mergulhadores (n=32) e o turismo (n=30) eles consideraram que afeta de forma neutra nos mergulhos. E a pesquisa foi vista como muito positiva (n=30).

FIGURA 12: GRÁFICO MOSTRANDO A PERCEPÇÃO DOS MERGULHADORES SOB A INFLUÊNCIA DA PESCA, POLUIÇÃO, TURISMO, EMBARCAÇÕES, MERGULHADORES E PESQUISA EM ÁREAS DE NAUFRÁGIOS.



Fonte: A autora (2024).

Ainda sobre a percepção do turismo, perguntamos aos mergulhadores se eles eram a favor da implantação de novos naufrágios no litoral Pernambucano, a maioria se mostrou ser “favorável” (n=47). Porém alguns (n= 5) mostraram preocupação, para que se isso fosse realmente realizado, tivessem estudos pré e pós instalação do naufrágio. Antes da implantação de um recife artificial ser aprovada, são realizados estudo para que essa estrutura seja naufragada em uma área adequada, geralmente locais com um substrato arenoso e pobre em matéria orgânica, assim, aquela estrutura rígida servirá como substrato para a fixação de organismos bentônicos, que conseqüentemente atrai organismos nectônicos como peixes (Santos *et al.*, 2010). E os rebocadores também passam por uma cuidadosa limpeza, removendo materiais poluentes como óleo, graxa, borrachas e fios, com o objetivo de reduzir ao máximo o impacto negativo e aumentar a atração de vida marinha e flora, antes de serem afundados (Dos Santos; Passavante, 2007). Além disso, os naufragos são acompanhados por técnicos ambientais do IBAMA e pesquisadores de Universidades (Dos Santos, 2006). Estudos após a instalação de um naufrágio também são feitos, como o de Oliveira (2012), que mostra uma grande riqueza e diversidade de espécies existentes no naufrágio Walsa, localizado na plataforma continental de Pernambuco, em pouco tempo após sua instalação. Lembrando que já possuímos cerca de 165 naufrágios na nossa costa Pernambucana (Carvalho, 2022), não tendo a necessidade de afundar mais naufrágios no

estado, e sim, devemos conservar os que já temos.

Visando isso, foram questionados também se achavam que os naufrágios deveriam ser considerados uma área de proteção ambiental e 83,6% responderam que sim. Os naufrágios de Pernambuco estão localizados em um complexo de naufrágios conhecido como Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE), os naufrágios dessa região são protegidos contra a pesca mediante o decreto estadual nº 23394/2001 (Oliveira, 2012; Leitão *et al.*, 2022), no entanto, a falta de fiscalização faz com que ainda ocorram pescas esportivas e comerciais nos naufrágios e nas suas proximidades.

Perguntamos ainda, se eles achavam que deveria haver alguma restrição nos mergulhos em naufrágios e quais. 50 dos 61 mergulhadores entrevistados informaram que sim, entre as restrições mais citadas, tivemos a limitação de mergulhadores (n=16), de diversas formas, seja por mergulho, por operadora, por naufrágio, eles consideram que o número de mergulhadores podem estressar os animais. Tivemos ainda respondentes que falaram que deveria haver uma mudança na forma que a embarcação é amarrada aos naufrágios (n=5). No entanto, esse é o meio mais seguro e viável para amarrar as embarcações, para que o barco não fique à deriva ou precise ficar navegando ao redor do ponto de marcação do naufrágio (Leitão *pers. obs.*; Abreu *et al.*, 2009). Isso possibilita também, uma maior segurança ao mergulhador recreativo, tendo em vista que a boia é o ponto de visão do marinheiro, e o mergulhador é instruído a descer e subir pelo cabo até o naufrágio, onde a boia está amarrada e assim evitar acidentes (Leitão *pers. obs.*).

Obtivemos também mergulhadores que apontaram sobre certificação dos mergulhadores (n=5), as operadoras só permitem que os mergulhadores realizem os mergulhos mediante a certificação apropriada para determinadas profundidades sendo certificação básico (Open water diver) até 18 metros de profundidade e certificação avançada (advanced open water diver) até 30 metros de profundidade (PADI, 2023). Uma única pessoa informou que deveria haver uma maior vigilância da guarda costeira e consciência dos mergulhadores, essa última é de extrema importância, os mergulhadores precisam ter consciência de não importunar a fauna, pois mesmo que em pouca quantidade, durante o estudo foi observado que os mergulhadores de naufrágios são os que mais se aproximam dos animais. Nos cursos de mergulho aprendemos a como nos comportar perante a fauna (PADI, 2023), e durante as operações de mergulho, as empresas também costumam passar um “briefing” de como vai ser o mergulho e como os mergulhadores devem se comportar mediante a fauna e estruturas do naufrágio (Leitão, *pers. obs.*). Quando os mergulhadores cometem alguma falha grave em relação a sua segurança, a vida marinha e/ou naufrágios, as operadoras de mergulho chamam a atenção deles, utilizam-se do bom senso (como ressaltou um dos respondentes) para oferecer um mergulho prazeroso e seguro tanto para a vida marinha como para o mergulhador.

5.4. Conclusão

Este estudo revelou que o perfil dos mergulhadores segue uma faixa etária com esperada independência econômica (a maioria dos mergulhadores têm entre 31 e 40 anos), com alta escolaridade e experiência significativa em mergulho, refletindo o potencial econômico da atividade e o nível de especialização requerido para a prática segura do mergulho em naufrágios. A predominância de mergulhadores pernambucanos e a alta participação nacional destacam a atratividade de Pernambuco como um destino de mergulho notável, refletindo o status de capital brasileira dos naufrágios da área de estudo. O nível de satisfação dos mergulhadores foi evidente, com uma indicação clara de que grupos menores de mergulhadores proporcionam uma experiência mais agradável. A vida marinha, especialmente a presença de megafauna como tubarões e tartarugas, foi relatada como um grande atrativo. O fato preocupante de ter sido relatado toque, perseguições e outras interações invasivas com as tartarugas, o que seria qualificado como molestamento, aponta para a necessidade urgente de regulamentações mais rigorosas da atividade. A comparação com a proteção já estabelecida para o turismo de observação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) em Alagoas, Nordeste do Brasil (Lei Federal nº 9.605/1988; Resolução CEPRAM nº 02/2020 e Decreto nº 6.514/2008, artigo 30) que tratam essas interações como proibidas, indica que práticas semelhantes poderiam ser adotadas para a prática de mergulho em naufrágios, beneficiando a conservação das tartarugas marinhas. Além disso, a maioria dos mergulhadores relatou concordar sobre a importância de tratar os naufrágios como áreas de proteção ambiental, refletindo uma consciência crescente sobre a necessidade de práticas sustentáveis e a conservação do ambiente marinho. O apoio dos respondentes à instalação de novos naufrágios, desde que acompanhada de estudos e práticas ambientais rigorosas, reforça o compromisso desse público mais especializado e com relativo alto grau de instrução com a preservação e o desenvolvimento responsável do turismo de mergulho. Porém é bom lembrar que já possuímos cerca de 165 naufrágios na nossa costa Pernambucana, não tendo a necessidade de afundar mais naufrágios no estado, e sim, devemos conservar o que já temos. Para aprimorar a avaliação dos impactos do mergulho recreativo, seria benéfico promover uma maior colaboração entre as empresas de mergulho da região, facilitando uma compreensão mais clara dessa prática recreativa em Pernambuco. Isso contribuiria para um turismo mais sustentável, alinhando as práticas às capacidades de suporte do ambiente. Além disso, qualquer atividade envolvendo espécies de tartarugas marinhas em perigo de extinção deve ser rigorosamente monitorada e regulamentada para garantir sua sobrevivência a longo prazo.

5.5. Referências

Abreu, J. G. F.; Passavanté, J. Z. O. Procedimentos de normas para gestão de um mergulho sustentável fundamentado em educação ambiental. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco. 2009.

Araújo, M. C. B. *et al.* Análise da ocupação urbana das praias de Pernambuco, Brasil. Revista da gestão costeira integrada. 7, 97-104 p., 2007.

Augustowski, M.; Francine, R. O. Mergulho recreacional como ferramenta para o turismo sustentável em unidades de conservação marinhas. III congresso brasileiro de unidades de conservação, Fortaleza, Ceará. 443-453 p., 2002.

Avila-Foucat, V. S. *et al.* The impact of vessel crowding on the probability of tourists returning to whale watching in Banderas Bay, Mexico. Ocean and coastal management. 78, 12–17 p., 2013.

Bjorndal, K. A.; Zug, G. R. Growth and age of sea turtles. In: BJORNDAL, K. A. (Ed.) Biology and conservation of sea turtles. Smithsonian institution press. 1, 23–30 p., 1995.

Braga, M. B.; Selva, V. S. F. O Turismo de base comunitária pode ser um caminho para o desenvolvimento Local?. Rede – Revista eletrônica do PRODEMA. 10, 38–53 p., 2016.

Brotto, D. S. *et al.* 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 p., 2012.

Carvalho, M. SINAU. Naufrágios do Brasil. Acessado no dia 08.01.2022. Disponível em: <http://www.naufragiosdobrasil.com.br>.

Chauí, M de S. Convite à filosofia. 10. ed. São Paulo: Ática. 1998.

Coutinho, P.; Matte, A.; Bezerra, B. Manatee watching is widespread and seasonally affected in Northeast Brazil: a case of the Endangered *Trichechus manatus manatus* (Sirenia: Trichechidae). Nature Conservation Research. 8, 61-75 p., 2023.

Correia J. R. M. B. *et al.* Naufrágios e os peixes á eles associados. In: Ecologia de peixes recifais em Pernambuco. Araujo M. E., feitosa, C. V., Mattos, S. M. G. (Eds). Recife-Pernambuco, Editora UFPE. 320-333 p., 2018.

Da Silva, I. G. L. Impactos do turismo na ictiofauna de recifes do nordeste brasileiro. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1-30 p., 2015.

Dogru-Dastan, H. A chronological review on perceptions of crowding in tourism and recreation. Tourism Recreation Research. 47, 190–210 p., 2022.

Dos Santos, D. H. C. Estudo socioambiental dos naufrágios da plataforma continental de Pernambuco-Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2006.

Dos Santos, D. H. C.; Passavante, J. Z. De O. Recifes artificiais marinhos: modelos e utilizações no Brasil e no mundo. Boletim técnico Científico. CEPENE, Tamandaré. 15, 113-124 p., 2007.

EMBRATUR – Instituto Brasileiro de Turismo, estudo sobre o turismo praticado em ambientes

naturais conservado, 2002.

Estado de Minas, Atividades relacionadas ao mergulho movimentam R\$ 515 mi em 2010. Acessado no dia 27.02.2023. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2011/03/20/internas_economia,216354/atividades-relacionadas-ao-mergulho-movimentam-r-515-mi-em-2010.shtml. 2011.

Fagundes, C.; Ashton, M. S. G. Desenvolvimento regional através do turismo: geração de emprego e renda. VI SeminTUR – Seminário de pesquisa em turismo do MERCOSUL. Saberes e fazeres no turismo: Interfaces. 1-11 p., 2010.

Feitosa, C. V. *et al.* Recreational fish feeding inside Brazilian MPAs: impacts on reef fish community structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1-9 p., 2012.

Fernandes, L.; Rossi-Santos, M. R. An integrated framework to assess the carrying capacity of Humpback whale-watching tourism in Praia do Forte, Northeastern Brazil. In: M. Rossi-Santos, C. Finkl (Eds.): *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*. Cham: Springer. 22, 41–73 p., 2018.

França, J. M. P. S.; Lima, M. C.; Mariano, E. F. Uma visão da percepção dos mergulhadores recreativos no litoral paraibano. *Revista brasileira de ecoturismo*. 40-54 p., 2021.

Giglio, V. J. *et al.* Recreational diver behavior and contacts with benthic organisms in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. *Environmental management*. 57, 637-648 p., 2016.

Giglio, V. J. *et al.* Scuba diving and sedentary fish watching: effects of photographer approach on seahorse behavior. *Journal of ecotourism*. 18, 142 – 151 p., 2019.

Gonçalves, A. L. S. *et al.* Levantamento da ictiofauna do naufrágio Mercurius localizado na plataforma de Pernambuco – Brasil. In: *Simpósio de biologia marinha*, 13. Santos. Resumo expandido, Anais. 20, 2010.

King, J. M.; Heinen J. T. An assessment of the behaviors of overwintering manatees as influenced by interactions with tourists at two sites in central Florida. *Biological conservation*. 117, 227–234 p., 2004.

Leitão, A. T. T. S. *et al.* Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747 p., 2022.

Lepre, P. R. Service design for community based tourism –The Brazilian case study. In: *linkoping electronic conference proceedings*. Milan: Linkoping University Electronic Press. 150, 940–953 p., 2018.

Loureiro, M. L. *et al.* Assessing the impact of biodiversity on tourism flows: an econometric model for tourist behaviour with implications for conservation policy. *Journal of environmental economics and policy*. 2, 174 -194 p., 2012.

Melo, R. S.; Crispim, M. C.; Lima, E. R. V. O turismo em ambientes recifais: em busca da transição para a sustentabilidade. *Caderno virtual de turismo*. 5, 34-42 p., 2005.

Nie, Z. *et al.* Crowding and vaccination: tourist's two-sided perception on crowding and the moderating effect of vaccination status during COVID-19 pandemic. *Journal of destination marketing and management*. 24, 100705 p., 2022.

Oliveira, E. S. Impactos socioambientais e econômicos do turismo e as suas repercussões no

desenvolvimento local: o caso do Município de Itacaré – Bahia. *Revista internacional de desenvolvimento local*. 8, 193-202 p., 2007.

Oliveira, D. S. Acompanhamento da colonização e ocupação ictiofaunística do rebocador Walsa intencionalmente naufragado no litoral do estado de Pernambuco-Brasil. Dissertação de mestrado. universidade Federal Rural de Pernambuco. 2012.

PADI (Professional Association of Diving Instructors). Acessado no dia 02.03.2023. Disponível em: <https://www.padi.com/courses>.

Pinto, R. M. A. Avaliação das estratégias de gestão de risco no turismo ativo: caso do mergulho na praia do Tofo-Inhambane em Moçambique. Dissertação de mestrado em turismo, especialização em gestão estratégica de destinos turísticos. Eshte. 1-168 p., 2016.

Portes, G. R. A importância da manutenção dos equipamentos de mergulho para as atividades de mergulho autônomo no exército brasileiro. Monografia, curso de graduação em ciências militares da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), Resende, 1-76 p., 2022.

Rio, V. D. Cidade da mente, cidade real: percepção ambiental e revitalização na área portuária do Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA L. de; RIO. V. de (org.). *Percepção ambiental: a experiência brasileira*. São Paulo: UFSCAR/Estúdio Nobel. 3-22 p., 1996.

Rowe, R.; Santos, G. Turismo de mergulho: análise do comportamento de viagem dos mergulhadores brasileiros. *Caderno virtual de turismo*. 16, 61-75 p., 2017.

Santos, D. H. C. *et al.* Artificial reefs, diving and artisanal fishing: some aspects on the conflict in the Pernambuco Coast – Brazil. *Revista de gestão costeira integrada*. 10, 7–22 p., 2010.

Santos, A. A. *et al.* A divulgação deficiente do turismo de naufrágio na cidade do Recife, Pernambuco. *Revista nordestina de ecoturismo, Aquidabã*. 3, 05-17 p., 2010.

Santos, T. G.; Cunha, A. G.; Santos, D. A. Implantação de recifes artificiais: uma forma alternativa para incrementar a produtividade pesqueira. Trabalho técnico. *Revista brasileira de engenharia de pesca*, 5 (2): I-XII. 2010.

Shashar, N. *et al.* Artificial reef deployment reduces diving pressure from natural reefs—the case of introductory dives in Eilat, Red Sea. *Conservation and management of marine ecosystems*. *Oceans*, 5, 71-80 p., 2024.

Silveira, G. T. Turismo em cidades históricas: emprego e renda em Tiradentes/MG. V SeminTUR – Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL. *Turismo: inovações da pesquisa na América Latina*. 1-15 p., 2008.

Vasco, A. P. Zakrzewski, S. B. B. The state of the art in research on environmental perception in Brazil. *Perspectiva, Erechim*. 34, 17-28 p., 2010.

Wall, G. Is ecotourism sustainable?. *Environmental management*. 21, 483-491 p., 1997.

Wilhelmsson, D. *et al.* Artificial reefs and dive tourism in Eilat, Israel. *AMBIO*. 7, 764-766 p., 1999.

Wyneken, J. The anatomy of sea turtles. NOAA technical memorandum. 470, 1-172 p., 2001.

6. *Highlights* do estudo e recomendações para conservação de tartarugas marinhas em naufrágios de PE.

Nesta seção da tese, iremos sumarizar os resultados-chaves dos capítulos desta tese. Além disso, trazemos informações com base nesses resultados para direcionar futuros estudos e embasar potenciais projetos de lei/decretos/normativas com foco na segurança da tartaruga marinha. Esperamos que essas sugestões sejam levadas em consideração por tomadores de decisão no estado para embasar políticas públicas de proteção da fauna marinha e costeira.

6.1. Highlights do estudo

6.1.1. Capítulo 1. Referencial e revisão sistemática e bibliométrica: tartarugas em naufrágios

- Realizamos um mapeamento dos naufrágios com ocorrência de tartarugas marinhas no mundo, onde 34 naufrágios foram identificados com coordenadas geográficas, e pelo menos mais 26 tiveram dados de localização insuficientes. Esses naufrágios têm potencial para observação de tartarugas marinhas, podendo atrair mergulhadores e turistas, oferecendo oportunidades de ecoturismo sendo importantes para a conscientização ambiental e conservação dos ecossistemas marinhos e contribuindo para a economia local através do turismo recreativo.

- Os Estados Unidos dominaram os estudos sobre tartarugas marinhas em naufrágios, com 16 publicações, seguidas pelo Brasil com 16 naufrágios identificados, principalmente no Nordeste, com o estado de Pernambuco, que se destacou com um número significativo de naufrágios utilizados para pesquisa e turismo. Outros países mencionados nas publicações incluíram Reino Unido, Ilhas Virgens Britânicas, Israel, Austrália, Turquia e Jamaica.

- Há uma lacuna significativa na literatura quanto à localização exata dos naufrágios e às características específicas das tartarugas encontradas.

6.1.2. Capítulo 2. Comportamento e ecologia de tartarugas em naufrágios em Pernambuco

- Detalhamos a ocorrência de tartarugas marinhas em diferentes naufrágios de Pernambuco Nordeste do Brasil, aumentando o número de registros (18 naufrágios do estado agora possuem relatos confirmados de tartarugas marinhas).

- Os horários que as operadoras de mergulho mais visitaram os naufrágios foi entre 8h e 12h, porém a maior probabilidade de encontrar tartarugas durante um mergulho foi entre 18h e 0h.

- Identificamos três espécies de tartarugas marinhas: *Chelonia mydas* (juvenis e adultos), *Eretmochelys imbricata* (juvenis e adultos) e *Caretta caretta* (adultos), com predominância de indivíduos juvenis usando naufrágios com estrutura física mais preservada.

- Observamos nove comportamentos diferentes em quatro desses naufrágios – descanso, alimentação, autolimpeza, deslocamento, estação de limpeza, natação na coluna d'água, natação na superfície, natação pelo fundo do mar e fuga.

- Os comportamentos das tartarugas marinhas nos naufrágios sugeriram que os naufrágios atuam como importantes abrigos noturnos, permitindo que as tartarugas descansem, se alimentem e potencialmente se protejam contra predação e correntes fortes - especialmente os indivíduos juvenis.

- Analisamos a superfície de partes dos naufrágios e identificamos organismos incrustados, muitos dos quais são recursos alimentares para as tartarugas marinhas, como ascídias, octocorais, esponjas e algas.

- Assim, os naufrágios parecem desempenhar um papel ecológico importante para as tartarugas marinhas.

6.1.3. Capítulo 3. Turismo de observação de tartarugas marinhas em naufrágios de Pernambuco: percepção e perfil dos mergulhadores recreativos

- A maioria dos mergulhadores entrevistados tinham entre 31 e 40 anos e possuíam graduação completa, refletindo o custo elevado do esporte.

- Predominância de mergulhadores pernambucanos, mas com significativa participação nacional, evidenciando a atratividade de Pernambuco como destino de mergulho.

- A maioria dos mergulhadores possuíam certificação avançada, sugerindo um interesse em

especialização e em mergulhos mais desafiadores.

- A maioria dos mergulhadores realizou entre 11 e 50 mergulhos em naufrágios, indicando experiência considerável.

- Os naufrágios mais visitados pelas empresas de mergulho foram o Taurus e o Virgo, devido à sua proximidade da costa e profundidade relativamente rasa.

- Naufrágios como Pirapama, Vapor Bahia, Taurus e Virgo foram preferidos por sua história, biodiversidade e condições de mergulho.

- Segundo a percepção dos mergulhadores, o número máximo de pessoas que acharam ideal durante o mergulho foi de até 10 pessoas. Mostrando que o grande número de pessoas durante um mergulho pode prejudicar o ambiente e também atrapalhar na experiência do mergulhador.

- A vida marinha foi o principal atrativo dos naufrágios, com a maioria dos mergulhadores relatando avistamentos de megafauna como tubarões e tartarugas.

- Segundo a percepção dos mergulhadores as tartarugas marinhas foram vistas com frequência, com a maioria dos mergulhadores encontrando espécies como *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*.

- Segundo a percepção dos mergulhadores a poluição e a pesca foram identificadas como as maiores ameaças ao ambiente dos naufrágios, enquanto o turismo e as embarcações foram considerados impactos neutros.

- A instalação de novos naufrágios foi amplamente apoiada pelos mergulhadores, desde que acompanhada de estudos e práticas ambientais rigorosas. Porém é bom lembrar que já possuímos cerca de 165 naufrágios na nossa costa Pernambucana, não tendo a necessidade de afundar mais naufrágios no estado, e sim, devemos conservar o que já temos.

- A maioria dos mergulhadores observou e fotografou a fauna sem interagir fisicamente, mas há relatos de toques em tartarugas, o que pode impactar negativamente o comportamento dos animais. Destacando a importância da conscientização e práticas sustentáveis para preservar o ambiente marinho.

- Houve uma alta concordância entre os mergulhadores sobre a necessidade de considerar os naufrágios como áreas de proteção ambiental.

6.2. Recomendações para estudos e conservação de tartarugas marinhas em naufrágios de PE

6.2.1. Direcionamentos de estudos

Para fortalecer as políticas públicas de conservação das tartarugas marinhas em naufrágios, é crucial direcionar estudos para compreender melhor a interação entre esses animais e os ambientes subaquáticos. Investigar os padrões de uso dos naufrágios pelas tartarugas marinhas é fundamental. Isso envolve o rastreamento do movimento das tartarugas utilizando tecnologias como GPS e satélites, para identificar como e por que elas frequentam diferentes tipos de naufrágios ao longo do tempo e o uso de inteligência artificial através da foto-identificação de tartarugas em naufrágios, para investigar a fidelidade do indivíduo nesses ambientes.

Nessa tese observamos como as tartarugas se comportam em relação as estruturas dos naufrágios, e como utilizam para se alimentar e descansar, comprovando a eficácia da utilização de câmeras subaquáticas e observações diretas, oferecendo dados valiosos sobre essas interações. Porém, é necessário dar continuidade à esses estudos para que haja um monitoramento contínuo das áreas. Outros estudos poderiam focar nos naufrágios identificados nessa tese para potencialmente firmar uma rota de turismo visto que estes que tem o potencial para facilitar a observação de tartarugas marinhas. Estudos futuros devem focar também na avaliação dos impactos da pesca realizada próxima das áreas dos naufrágios e na identificação de outras ameaças potenciais, como poluição e mudanças climáticas. É essencial que as atividades pesqueiras e incidentes de captura acidental sejam monitorados para avaliar se a fauna dos naufrágios é afetada por esses fatores. A realização de estudos adicionais sobre a dieta das tartarugas e a relação entre a disponibilidade de alimentos e o uso dos naufrágios é fundamental para um manejo eficaz.

Outro aspecto importante é avaliar como a presença de naufrágios e se suas condições físicas afetam a saúde e o comportamento das tartarugas marinhas. Estudos que analisem a qualidade da água e dos sedimentos ao redor dos naufrágios e a correlação com a saúde das tartarugas, realizar estudos sobre a presença de contaminantes e seus efeitos nos naufrágios e nas tartarugas, podem fornecer *insights* sobre esses impactos ambientais relativos à poluentes nesses habitats artificiais. Isso pode ser feito através de avaliações de impacto ambiental e da revisão de dados de monitoramento, para verificar se as condições dos naufrágios e das populações de tartarugas melhoraram ou se há necessidade de ajustes nas políticas.

A eficácia dos programas educativos e campanhas de conscientização sobre a conservação deve ser medida através de pesquisas em parceria com com turistas e operadores de mergulho e ciência cidadã, para avaliar a mudança de comportamento e a eficácia das campanhas. A pesquisa sobre o impacto do ecoturismo e das atividades de mergulho na conservação dos naufrágios e das tartarugas e seu monitoramento são igualmente importantes. A coleta de dados através de pesquisas de campo com mergulhadores ajudará a

identificar práticas que minimizem impactos e a avaliar a conformidade com diretrizes vigentes de mergulho sustentável.

6.2.2. Recomendações para conservação

Para garantir a conservação das tartarugas marinhas em naufrágios, recomendamos fortemente a adoção de um conjunto de práticas de proteção e regulamentação que foquem no bem-estar dos animais. Um melhor entendimento dos comportamentos das tartarugas é fundamental para projetar políticas eficazes de conservação e manejo das espécies que utilizam os naufrágios como recifes artificiais. As políticas públicas devem considerar estabelecer um sistema contínuo de monitoramento para analisar as interações entre as tartarugas, os naufrágios e os mergulhadores. Esse monitoramento deve focar em aspectos como a frequência e horários das visitas das tartarugas, seus comportamentos e as condições físicas dos naufrágios ao longo do tempo. Apenas com dados precisos e atualizados constantemente será possível implementar medidas eficazes que assegurem a preservação desses ambientes e a saúde das tartarugas marinhas.

A promoção do ecoturismo sustentável é outra recomendação. A criação e implementação de diretrizes específicas para o mergulho sustentável podem ajudar a proteger tanto os naufrágios quanto as tartarugas marinhas. Diretrizes e regulamentações para interações entre humanos e tartarugas estão bem estabelecidas para áreas de nidificação e desova (PORTARIA SUDEPE Nº N-05, de 31 de janeiro de 1986). No entanto, tais regulamentações ainda são insuficientes para mergulhadores, principalmente em naufrágios no Brasil. Com base em nossas observações nessa tese e considerando o importante papel ecológico dos naufrágios para as tartarugas marinhas, reforçamos que tais regulamentações devem estabelecer uma distância mínima de observação, uma duração máxima para o mergulho recreativo, um número máximo de mergulhos por dia e um número máximo de turistas visitando os naufrágios ao mesmo tempo para minimizar o estresse sobre a fauna marinha (Leitão et al. 2022). Ou seja, essas diretrizes poderiam ser na mesma linha do que já foi estabelecido nas diretrizes voltadas para o turismo de observação do peixes-boi marinhos (*Trichechus manatus manatus*) em Alagoas, Nordeste do Brasil (Lei Federal nº 9.605/1988; Resolução CEPRAM nº 02/2020 e Decreto nº 6.514/2008, artigo 30). Sugerimos que tais regulamentações incluam uma proibição total de assédio intencional às tartarugas marinhas, como aproximar-se de qualquer indivíduo de tartaruga, interromper seu caminho de viagem, perturbar grupos, tocar, alimentar, tentar atraí-las ou persegui-las em naufrágios. Além de limitar o número de pessoas por mergulho e o tipo de atividade em naufrágios com estruturas mais degradadas, e incentivem práticas de mergulho responsáveis. Medidas para proteger os organismos incrustados nos naufrágios, que servem de alimento para as tartarugas, também devem ser promovidas para evitar escassez de alimentos para esses e outros organismos que utilizam os naufrágios.

Também é extremamente importante desenvolver campanhas públicas de educação ambiental para promover o turismo de observação em naufrágios e garantir o desenvolvimento sustentável do mergulho recreativo nesses recifes artificiais. Programas educacionais devem ser desenvolvidos para destacar a importância dos naufrágios para a vida marinha e a necessidade de sua preservação. Sugerimos a realização de cursos de boa conduta para operadoras de mergulho em Pernambuco e promover um diálogo sobre a importância de respeitar o tempo máximo de observação das tartarugas nos naufrágios, considerando a importância desses recifes artificiais para esses animais. As operadoras de mergulho devem treinar seus colaboradores para instruir os turistas a não perturbar os animais, pois as perturbações podem causar mudanças evidentes nos comportamentos das tartarugas (Leitão et al. 2022; Brotto et al. 2012). Vários pesquisadores, incluindo Gastal e Moesch (2007), Ruschmann (2002) e Cruz (2000), discutiram regulamentações para a atividade de mergulho no Brasil, mas focaram mais no setor de turismo e negócios (Melo et al. 2008), principalmente voltado para a economia local (Cruz 2005). A Lei n.15441 implementada em 2014, também estabelece recomendações de segurança para mergulho turístico recreativo em Pernambuco. No entanto, sugerimos que as discussões sejam redirecionadas para o bem-estar dos animais que utilizam os naufrágios, assim como as tartarugas marinhas.

Segundo Brotto e colaboradores (2012) os impactos ambientais negativos do mergulho incluem, a interação com a biota e a presença de lixo. Para reduzir esses impactos nos mergulhos recreativos, a maioria dos mergulhadores em seu estudo, sugeriram medidas como a disposição e descarte adequado do lixo, evitar a contaminação da água por óleo e garantir a ancoragem/amarração correta no naufrágio. Diante disso, recomendamos também a complementação de conteúdos sobre ecossistemas aquáticos em todos os níveis de cursos de mergulho, do básico ao divemaster, por meio de materiais impressos e palestras. É importante reforçar guias e instrutores que dediquem atenção especial aos iniciantes e mergulhadores com qualificação básica, e a obrigatoriedade do uso adequado do colete hidrostático, para evitar tocar o fundo e as estruturas dos naufrágios durante os mergulhos. É recomendável que as operadoras de mergulho sejam obrigadas a realizar palestras detalhadas antes de qualquer mergulho com grupos de alunos ou turistas. E a necessidade de acompanhamento e avaliação contínua do trabalho dos guias e instrutores pelas certificadoras. Evitar mergulhos de novos alunos e batismos subaquáticos em ecossistemas sensíveis e em naufrágios com estruturas físicas mais degradadas. A adoção dessas medidas pelos profissionais do setor de mergulho recreativo trará benefícios significativos para a preservação dos ecossistemas marinhos e para a promoção de um ecoturismo sustentável. Reforçamos a importância da educação dos mergulhadores e da fiscalização para garantir práticas de mergulho responsáveis e sustentáveis.

Recomendamos que a colaboração entre órgãos governamentais, universidades e empresas de turismo deve ser fortalecida. Essas entidades devem unir esforços para realizar pesquisas, monitorar o estado dos naufrágios e implementar medidas eficazes de conservação. Incentivar pesquisas adicionais sobre a relação

entre tartarugas marinhas e naufrágios é essencial para entender como os naufrágios influenciam a ecologia das tartarugas e aprimorar as práticas de conservação. Além disso, é necessário reforçar a proteção legal dos naufrágios e dos habitats marinhos associados, garantindo a integridade ecológica desses ambientes subaquáticos através da aplicação rigorosa das regulamentações existentes e da consideração de novas medidas de proteção.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) têm como meta central promover a sustentabilidade em diversos setores, incluindo o ambiente marinho, até 2030. A sustentabilidade no contexto marinho refere-se à conservação dos ecossistemas oceânicos e costeiros, garantindo que suas funções ecológicas sejam mantidas enquanto se possibilita o uso responsável de seus recursos. O turismo sustentável, em especial o turismo de observação, pode ser uma ferramenta eficaz para fomentar a conscientização ambiental, desde que práticas adequadas sejam implementadas. As metas relacionadas ao ODS 14, que visa conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos, incluem a implementação de práticas de pesca sustentável, a proteção de ecossistemas marinhos e a redução da poluição nos oceanos. Para o turismo de observação, isso significa estabelecer limites claros para a exploração, evitando a degradação dos habitats marinhos. Através de regulamentações e educação ambiental, é possível equilibrar a apreciação das belezas naturais com a proteção da biodiversidade, contribuindo assim para a concretização dos ODS no ambiente marinho e promovendo um turismo que respeite os limites do ecossistema (ODS, 2024).

Por fim, é crucial reforçar a fiscalização das atividades pesqueiras em naufrágios mais visitados. A pesca em áreas de naufrágios e seus arredores é proibida em Pernambuco desde 2001 para proteger esses recifes artificiais e sua biodiversidade associada (Decreto Estadual 23.394 de 3 de julho de 2001). Incentivar pesquisas adicionais permitirá um monitoramento mais eficiente dos comportamentos das tartarugas e de outras espécies sujeitas a interações. A criação de políticas mais rígidas para a observação de animais marinhos pode servir de modelo para garantir a proteção efetiva dos naufrágios e das tartarugas marinhas, colocar o Estado de Pernambuco em uma posição de protagonismo na defesa da sua biodiversidade marinha atrelada a promoção do turismo sustentável de observação em naufrágios (Tabela 1).

TABELA 1: RECOMENDAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS NOS NAUFRÁGIOS DE PERNAMBUCO.

Variáveis	Recomendações	Ilustrações
Proibição de assédio intencional às tartarugas	Proibir o molestamento intencional às tartarugas, incluindo aproximação, interrupção de caminho, perturbação de grupos, toque, alimentação, atração ou perseguição, para evitar alterações comportamentais e estresse	
Distância mínima de observação	Manter uma distância mínima de cinco metros das tartarugas para minimizar alterações comportamentais e estresse nos animais	
Duração máxima para o mergulho recreativo	Limitar a duração do mergulho recreativo a 50 minutos por visita, para reduzir o estresse nas tartarugas e a minimizar o impacto no ambiente como um todo	
Número máximo de mergulhos por dia	Restringir o número de mergulhos em um naufrágio a quatro mergulhos por dia. Reduzindo a dois mergulhos quando for um naufrágio com estrutura física mais degradada, para reduzir a pressão sobre o ecossistema e a minimizar o impacto das atividades humanas	

<p>Número máximo de visitantes por mergulho</p>	<p>Limitar o número de até 10 pessoas por mergulho, para reduzir o potencial de impacto sobre o comportamento das tartarugas e a qualidade do ambiente marinho. E proporcionar uma melhor experiência nos naufrágios para o mergulhador</p>	
<p>Horários de visitação</p>	<p>Estabelecer horários de visitação das 6h às 16h. Restringindo as visitas a períodos diurnos ajuda a evitar perturbações noturnas que podem ser mais estressantes para as tartarugas</p>	
<p>Zonas de acesso limitado</p>	<p>Delimitar zonas de acesso restrito em partes dos naufrágios ou a proibição de entrada sem a presença de um instrutor ou divemaster, e a proibição de tocar qualquer parte do naufrágio dentro dessas zonas.</p> <p>O toque pode danificar os organismos incrustados, como ascídias, esponjas e algas, que são fontes de alimento para as tartarugas marinhas. Além disso, o contato físico pode acelerar a degradação das estruturas físicas do naufrágio. A supervisão por guias autorizados pode assegurar que os mergulhadores sigam as diretrizes e não causem danos aos organismos e estruturas do naufrágio</p>	
<p>Sinalização das zonas de acesso limitado</p>	<p>Instalar sinalizações visíveis ou barreiras subaquáticas nos naufrágios para definir essas zonas</p>	
<p>Monitoramento e manutenção das zonas de acesso limitado</p>	<p>Implementar um programa de monitoramento contínuo para verificar a integridade das zonas restritas e a eficácia das regras estabelecidas. Realizar manutenção regular e ajuste as zonas conforme necessárias para proteger os recursos alimentares das tartarugas</p>	
<p>Capacitação a operadoras de mergulho</p>	<p>Reforçar as operadoras de mergulho para que seus guias se certifiquem que seus clientes estejam com a flutuabilidade neutra para que assim, não fique encostando no fundo nem em partes do naufrágio; Incentivar as operadoras de mergulho que sempre realizem palestras detalhadas antes de qualquer mergulho com grupos de alunos ou turistas; Evitar mergulhos de novos alunos em naufrágios com estruturas físicas mais degradadas; E a necessidade de acompanhamento e avaliação contínua do trabalho</p>	

dos instrutores e divemaster pelas certificadoras; Recomendamos também a complementação de conteúdos sobre ecossistemas aquáticos em todos os níveis de cursos de mergulho, do básico ao divemaster, por meio de materiais impressos e palestras



Educação ambiental

Fornecer briefings educacionais e materias didaticos (ludicos) aos mergulhadores sobre a importância de todas essas diretrizes. E distribuir nas operadoras de mergulhos da região.

Incentivar a Pesquisa científica

Incentivar pesquisas científicas permitirá um monitoramento mais eficiente dos comportamentos das tartarugas e de outras espécies sujeitas a interações



Intensificar a fiscalização nos naufrágios

Reforçar a fiscalização das atividades pesqueiras e dessas recomendações nos naufrágios de Pernambuco



Fonte: A autora (2024).

6.3. Referências

Brotto, D. S. *et al.* (2012). 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.

Cruz, R. de C. A. (2000). *Política de turismo e território*. Editora Contexto, GEOUSP, São Paulo. 9, 167.

Cruz, R. de C. A. (2005). Políticas públicas de turismo no Brasil: território usado, território negligenciado. *Geosul, Florianópolis*. 20, 27-43.

Decreto Estadual 23.394 de 3 de julho de 2001. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pe/decreto-n-23394-2001-pernambuco-altera-a-estrutura-organizacional-da-empresa-suape-complexo-industrial-portuario-governador-eraldo-gueiros-e-da-outras-providencias>. Acessado no dia 10.08.2024.

Gastal, S. & Moesch, M. M. (2007). *Turismo, políticas públicas e cidadania*. São Paulo: Aleph, Coleção ABC do Turismo. 8, 119-122.

Leitão, A. T. T. S. *et al.* (2022). Instagram as a data source for sea turtle surveys in shipwrecks in Brazil. *Animal Conservation*. 25, 736-747.

Lei Estadual nº 15441. (2014). Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pe/lei-ordinaria-n-15441-2014-pernambuco-institui-normas-de-seguranca-para-pratica-do-mergulho-recreativo-de-turismo-e-lazer-mrtl-no-estado-de-pernambuco-e-da-outras-providencias>. Acessado no dia 10.08.2024.

Lei Federal nº 9.605/1988; Resolução CEPRAM nº 02/2020 e Decreto nº 6.514/2008, artigo 30. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acessado no dia 10.08.2024.

Melo, A. J. de S. *et al.* (2008). O Ilhéu e os serviços turísticos de lazer aquático em Fernando de Noronha. V Seminário da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo. Belo Horizonte, MG. 1-14.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Objetivo 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/ods14/>. Acessado no dia 05.09.2024.

Portaria SUDEPE Nº N-05 (1986). Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/portaria/258-1986.html>. Acessado no dia 10.08.2024.

Ruschmann, D. (2002). *Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente*. 9. Campinas: Papirus.

Percepção de mergulhadores em naufrágios de Pernambuco

O objetivo da pesquisa é entender a percepção dos mergulhadores autônomos sobre os naufrágios de Pernambuco e sua fauna associada. Com este estudo esperamos auxiliar ações voltadas para o turismo sustentável de observação em naufrágios de Pernambuco e auxiliar na conservação de espécies importantes como, por exemplo, as tartarugas marinhas que habitam os naufrágios.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Termo de consentimento livre e esclarecido - Coleta de dados virtual: *

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – COLETA DE DADOS VIRTUAL (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa (Percepção de mergulhadores sobre o turismo de observação de animais em naufrágios e piscinas naturais de Pernambuco, Nordeste do Brasil), que está sob a responsabilidade da pesquisadora Alana Thaís Teixeira da Silva Leão (Endereço: Rua Alcides Lima n170, Casa Amarela, Recife – PE, CEP:52210-220 - Telefone: (081) 99668-4187 - e-mail: alantat@hotmail.com).

É está sob a orientação da: Prof.ª Dra. Bruna Marins Bezerra, Telefone: (081) 98188-7229, e-mail (brunamb1234@gmail.com).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concordar com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não queira participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** A prática do mergulho autônomo vem crescendo mundialmente, em áreas com recifes de corais e artificiais, por serem um grande atrativo para os mergulhadores, fornecendo uma diversificado e estimulante cenário para experiências de mergulho. Estima-se que, 32 mil pessoas em média pratiquem mergulho recreativo em Pernambuco. Visando compreender o impacto da atividade de turismo de observação sobre as áreas de naufrágios de Pernambuco, o presente estudo visa entender a percepção dos mergulhadores autônomos sobre o turismo de observação nos naufrágios, assim como entender a percepção sobre a biodiversidade dessas áreas e sua conservação. A coleta de dados será realizada durante os meses de agosto de 2022 a março de 2023. Para entender a percepção dos mergulhadores sobre os naufrágios e o turismo sustentável, realizaremos entrevistas semi-estruturadas, usando um roteiro de perguntas para padronizar as entrevistas. O roteiro contém uma variedade de perguntas fechadas, incluindo listas de verificação e balanças do tipo Likert, com perguntas abertas para permitir que os respondentes ampliem ou esclareçam respostas. As questões abordarão temas como a habilidade e preferências do mergulhador; o recife artificial e piscinas naturais, sua conscientização, uso, satisfação e comparação de recifes artificiais com naturais; as atitudes dos mergulhadores em relação aos recifes artificiais e piscinas naturais, e conhecimento sobre parte da fauna local com a apresentação de prancha de imagens atrelada à entrevista. A entrevista será realizada através de questionários online no formato de formulários (Google Forms), que serão enviados aos mergulhadores após a prática da atividade. Com este estudo esperamos auxiliar ações voltadas para o turismo sustentável de observação em naufrágios de Pernambuco e auxiliar na conservação de espécies importantes como, por exemplo, as tartarugas marinhas que habitam os naufrágios.
- **RISCOS diretos** para o voluntário: Constrangimento e desconforto ao responder as perguntas da entrevista semi-estruturada. Entretanto, para mitigar tais riscos aos indivíduos participantes, i) será garantido total anonimato dos entrevistados quando na análise e divulgação dos resultados da pesquisa; ii) os indivíduos receberão esclarecimento prévio sobre a pesquisa; iii) a entrevista poderá ser interrompida a qualquer momento se o entrevistado assim o desejar; iv) será feita a leitura e esclarecimento do TCLE; e v) haverá privacidade para responder as perguntas das entrevistas. Além disso, a entrevistadora fará consideração de situações de vulnerabilidade e riscos inerentes para si mesma (e.g. assédio partindo de entrevistados) suspendendo a entrevista caso necessário. Todos os cuidados serão tomados para garantir o bem-estar psicológico, intelectual e emocional dos entrevistados e do entrevistador.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos** para os voluntários: Melhoramento do turismo ecológico de mergulho em naufrágios, formação acadêmica de um aluno local em nível de mestrado, promoção da conservação de espécies animais que utilizam os naufrágios.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em pastas de arquivo e discos rígido externos) sob a responsabilidade da Orientadora, no endereço (Avenida Professor Moraes Rego s-n, Cidade Universitária, Recife-PE. Cep. 50670-901 - Centro de Biociências (Prédio Anexo - Laboratório de Ecologia, Comportamento e Conservação - LBCC), Departamento de Zoologia), pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 - e-mail: cepes@ufpe.br).

Alana Thaís T. S. Leão

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo (Percepção de mergulhadores sobre o turismo de observação em naufrágios de Pernambuco, Nordeste do Brasil), como voluntário (a). Foi devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento para participar da pesquisa.

Marcar apenas uma oval.

- Aceito e concordo em participar da pesquisa
- Não aceito em participar da pesquisa

2. Preencher seu nome completo e CPF *

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo (Percepção de mergulhadores sobre o turismo de observação de animais em naufrágios e piscinas naturais de Pernambuco, nordeste do Brasil), como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Perfil do mergulhador

Nesta primeira seção, as perguntas são mais pessoais. A ideia é traçar seu perfil, para entendermos o contexto das pessoas respondentes. Reforçamos que as respostas são anônimas.

3. Qual a sua idade? *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 18 anos
- Entre 18 e 25 anos
- Entre 26 e 30 anos
- Entre 31 e 40 anos
- Entre 41 e 50 anos
- Acima de 50 anos

4. Qual a sua escolaridade? *

Marcar apenas uma oval.

- Graduação incompleta
- Graduação completa
- Pós-graduação incompleta
- Mestrado
- Doutorado
- Pós Doutorado

5. Onde você mora? (Estado - País) *

6. Qual seu nível de certificação de mergulho ? *

Marque todas que se aplicam.

- Batismo (Primeiro mergulho sem certificação)
- Open Water Dive (Básico)
- Advanced (Avançado)
- Divemaster
- Instrutor
- Fotógrafo subaquático

Experiência nos naufrágios

Na segunda seção desta pesquisa, vamos investigar um pouco sobre sua experiência e preferências durante o mergulho nos naufrágios

7. Quantos mergulhos em naufrágios você já fez? Quais? *

8. Qual o ultimo naufrágio que você mergulhou? Quando? *

9. Qual turno você mergulha com mais frequência ? *

Marcar apenas uma oval.

- Manhã (06h às 08h)
- Diurno (08h às 12h)
- Meio-dia (12h às 14h)
- Meio da tarde (14h às 16h)
- Final da tarde (16h às 18h)
- Noturno (18h às 00h)

10. Na sua opinião, qual o maior atrativo dos naufrágios para o mergulho? *

11. Durante o mergulho, você considera que o número de pessoas à utilizar o naufrágio pode influenciar na experiência? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- As vezes

12. Qual o número máximo de pessoas que você acha que seria o ideal durante um mergulho? *

Marcar apenas uma oval.

- Entre 2 e 6 pessoas
- Até 10
- Até 30
- Até 50
- Não faz diferença

13. O quão satisfeito você se sente quando mergulha em naufrágio? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito Satisfeito
- Satisfeito
- Neutro
- Insatisfeito
- Muito insatisfeito

14. Qual naufrágio é o seu favorito? Porquê? *

15. O que você acha que os naufrágios representam para a vida marinha? *

Interação com os animais

Nessa terceira seção, vamos analisar um pouco sobre sua interação com os animais durante o mergulho nos naufrágios

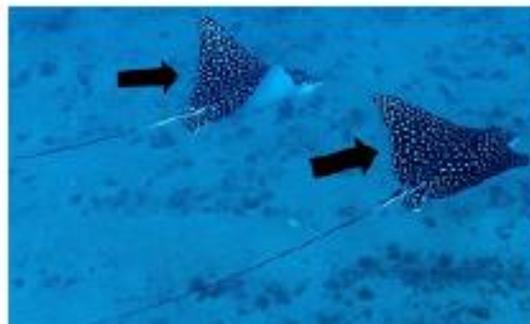
16. Antes do mergulho, você recebeu alguma informação/recomendação em relação a como se comportar com os animais e estruturas do naufrágio durante o mergulho? Qual? *

17. Quais animais você já encontrou durante os mergulhos em naufrágios? *

Marque todas que se aplicam.



Polvo (Octopoda)



Raia pintada (Aetobatus narinari)



Raia prego (Dasyatis centroura)



Barracuda (Sphyraena)



Mero (Epinephelus itajara)



Tubarão lixa (Ginglymostoma cirratum)



Moreia (*Gymnothorax funebris*)



Esponjas (Porifera)



Coral sol (*Tubastraea*)

Outro: _____



Tartaruga marinha (*Chelonioidea*)

18. Como você interagiu com os animais durante os mergulhos? *

Marque todas que se aplicam.

- Só observou
- Manteve distância
- Esperou aproximação
- Aproximou-se
- Tocou
- Nadou junto
- Fotografou ou filmou
- Afugentou
- Outro: _____

19. Como os mergulhadores que estavam com você interagiram com os animais durante os mergulhos?

Marque todas que se aplicam.

- Só observaram
- Mantiveram distância
- Esperaram aproximação
- Aproximaram-se
- Tocaram
- Nadaram junto
- Fotografaram
- Afugentaram
- Outro: _____

20. Você fez algum gesto para atrair os animais? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Algumas vezes
- Muitas vezes
- Sempre

21. Você observou algum mergulhador fazendo algum gesto para atrair os animais?

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Algumas vezes
- Muitas vezes
- Sempre

22. Se sim, qual gesto foi feito?

23. Quais animais você mais gosta de encontrar durante os mergulhos? *

Tartarugas marinhas

Nessa quarta seção, queremos avaliar seu conhecimento e experiências sobre as tartarugas marinhas durante os mergulhos

24. Você já encontrou alguma dessas espécies de tartarugas durante os mergulhos nos naufrágios? *

Marque todas que se aplicam.

Nenhuma

Sim, mas não lembro ou não sei qual a espécie



Lepidochelys olivacea (Tartaruga Oliva)



Chelonia mydas (Tartaruga Verde)



Caretta caretta (Tartaruga Cabeçuda)



Eretmochelys imbricata (Tartaruga de Pente)



Dermochelys coriacea (Tartaruga de Couro)

Todas as espécies anteriores

25. Quantas tartarugas marinhas são encontradas geralmente em um mergulho? *

Marcar apenas uma oval.

- 0
- 1
- 2
- Entre 3 e 5
- Acima de 5
- Não sei

26. Qual a média do tamanho dos indivíduos avistados? *

Marque todas que se aplicam.

- < 30 cm
- Até 50 cm
- Até 90 cm
- Até 120 cm
- Acima de 120 cm
- Não sei

27. Qual sexo dos indivíduos é mais avistado? *

Marcar apenas uma oval.

- Macho
- Fêmea
- Indeterminado (juvenil)
- Não sei identificar

28. Você tem notado alguma mudança no número de avistagens de tartarugas durante os mergulhos? *

Marque todas que se aplicam.

- Sim
- Não
- Depende da época
- Depende do turno
- Depende do naufrágio
- Outro: _____

29. Existe uma época do ano em que há mais ocorrência de tartarugas nos naufrágios? *

Marque todas que se aplicam.

- Não
- Verão
- Inverno
- Mês específico (especificar o mês)
- Outro: _____

30. Qual o comportamento que você mais observa as tartarugas fazendo nos naufrágios durante os mergulhos? *

Marque todas que se aplicam.

- Nenhum
- Descanso
- Alimentação
- Auto-limpeza (se esfregando contra estruturas do naufrágio, substrato ou seu próprio corpo)
- Reprodução
- Deslocamento (nadando na coluna d'água, superfície ou fundo do mar)
- Fuga

31. As tartarugas permitem serem tocadas pelos mergulhadores? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Algumas vezes
- Muitas vezes
- Sempre

Turismo sustentável de observação em naufrágios

Nessa última seção, queremos saber sua opinião sobre o turismo sustentável de observação em naufrágios

32. Na sua opinião, os mergulhadores causam impactos sobre os naufrágios: *

Marcar apenas uma oval.

- Muito positivo
- Positivo
- Neutro
- Negativo
- Muito negativo
- Outro: _____

33. Em sua opinião, de que forma as seguintes atividades afetam os mergulhos nesta área? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	Muito negativa	Negativa	Neutra	Positiva	Muito positiva
Pesca	<input type="radio"/>				
Poluição	<input type="radio"/>				
Turismo	<input type="radio"/>				
Embarcações	<input type="radio"/>				
Mergulhadores	<input type="radio"/>				
Pesquisa	<input type="radio"/>				

34. Você é a favor da implantação de novos naufrágios no litoral Pernambucano? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito favorável
- Favorável
- Neutro
- Desfavorável
- Muito desfavorável
- Outro: _____

35. Você acha que os naufrágios deveriam ser considerados uma área de proteção ambiental? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Talvez
- Não sei informar
- Outro: _____

36. Qual impressão você tem sobre o comportamento dos mergulhadores e operadoras de mergulho com relação à conservação dos naufrágios e dos animais presentes neles? *

Marcar apenas uma oval.

- Muito positiva
- Positiva
- Neutra
- Negativa
- Muito negativa
- Outro: _____

37. Você acha que deveria haver alguma restrição nos mergulhos em naufrágios? Quais? *

38. Você já presenciou algum mergulho onde houve destruição parcial das estruturas do naufrágio? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Algumas vezes
- Muitas vezes
- Sempre
- Outro: _____

39. Você já presenciou algum mergulho onde houve perturbação aos animais? *

Marcar apenas uma oval.

- Nunca
- Algumas vezes
- Muitas vezes
- Sempre
- Outro: _____

40. Você acha que o governo do estado deveria disponibilizar recursos para promoção do turismo sustentável em áreas de naufrágio? *

Marcar apenas uma oval.

- Discordo fortemente
- Discordo
- Neutro
- Concordo
- Concordo fortemente