

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LEWANNA IRIS DA SILVA SANTOS
LUCAS DO NASCIMENTO MENDES DA SILVA
MARCELLA LEITE CAVALCANTE

**A EFETIVIDADE DAS BARREIRAS FÍSICAS NA
PREVENÇÃO DE INCIDENTES COM TUBARÕES:UM
ESTUDO DA POTENCIAL IMPLEMENTAÇÃO NA
COSTA DE PERNAMBUCO**

RECIFE/2023

LEWANNA IRIS DA SILVA SANTOS
LUCAS DO NASCIMENTO MENDES DA SILVA
MARCELLA LEITE CAVALCANTE

**A EFETIVIDADE DAS BARREIRAS FÍSICAS NA PREVENÇÃO DE INCIDENTES
COM TUBARÕES: Um Estudo Da Potencial Implementação Na Costa De
Pernambuco**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas do Centro Universitário
Brasileiro- UNIBRA, Como Parte dos Requisitos
para Conclusão do Curso.
Orientador: Me. Paulo Braga Mascarenhas
Júnior

RECIFE
2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S237e Santos, Lewanna Iris da Silva.
A efetividade das barreiras físicas na prevenção de incidentes com tubarões: um estudo da potencial implementação na costa de Pernambuco / Lewanna Iris da Silva Santos; Lucas do Nascimento Mendes da Silva; Marcella Leite Cavalcante. - Recife: O Autor, 2023.

31 p.

Orientador(a): Me. Paulo Braga Mascarenhas Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. Bacharelado em Ciências Biológicas, 2023.

Inclui Referências.

1. Sharksafe barrier. 2. Incidentes. 3. Tubarões. 4. Recife. 5. Barreiras físicas. I. Silva, Lucas do Nascimento Mendes da. II. Cavalcante, Marcella Leite. III. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 573

Dedicamos este trabalho, fruto de uma dedicação incansável, à compreensão das atuais e futuras gerações de usuários das praias de Pernambuco, buscando contribuir para a preservação e apreciação desse ambiente tão vital para nossa comunidade, enquanto promovemos a conscientização sobre a importância da coexistência harmoniosa entre humanos e tubarões

AGRADECIMENTOS

Lewanna Iris da Silva Santos

À medida que chego ao fim desta jornada acadêmica e celebro a conclusão do meu trabalho de conclusão de curso, gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que tornaram isso possível. Primeiramente, agradeço a Deus por guiar meus passos, me dar força e inspiração ao longo desta jornada acadêmica.

À minha mãe, Marcella, a verdadeira e a maior mestra da minha vida, que sempre acreditou em mim, não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão. Amo você. Ao meu pai, José Beroaldo, minha irmã, Laiana Berlice, por todo apoio a cada momento, às minhas avós por me colocar em suas orações e sempre estando de braços abertos para ajudar em qualquer circunstância. Amo vocês.

Ao meu namorado Jhonata, que esteve ao meu lado, compreendendo minhas ausências e compartilhando cada desafio e triunfo, agradeço por ser a âncora que manteve meu coração forte.

À honrada equipe docente da universidade, expresso minha profunda gratidão por aprender com notáveis professores, como Deloar Duda, Flávio Almeida, Raul Emídio, Roni Andrade, Andrezza Moreira entre outros. Seus ensinamentos essenciais foram fundamentais para meu progresso até este ponto. Obrigada pela contribuição valiosa para meu crescimento acadêmico.

Por fim, agradeço meu orientador, Professor Paulo Braga, que investiu tempo e conhecimento nessa equipe de formação acadêmica, sou imensamente grata. E aos meus dedicados companheiros de TCC, quero expressar minha profunda gratidão pela inestimável paciência e compreensão que compartilharam comigo.

Lucas Do Nascimento Mendes Da Silva

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pelos dons a mim concedidos, por preservar minha saúde e fortalecer-me durante estes tempos desafiadores de Pandemia. Expresso também minha gratidão pelas pessoas colocadas em momentos cruciais da minha jornada, que enriqueceram minha vida de maneiras inestimáveis.

Agradeço profundamente a toda a minha família, com especial menção aos meus pais, Ronaldo Mendes da Silva (in memoriam) e Edivania Maria do Nascimento,

que me transmitiram as virtudes humanas que moldaram a minha personalidade. Expresso minha gratidão igualmente à minha tia Ana Maria da Silva, uma apoiadora e incentivadora de longa data. Neste momento, também presto meu reconhecimento à minha avó Antônia Maria do Nascimento (in memoriam), que sempre torceu e acreditou no meu sucesso.

Agradeço ao meu orientador, Professor Paulo Braga Mascarenhas Júnior, pela orientação valiosa e pela paciência dedicada a mim, sempre me incentivando a não desistir, independentemente da situação.

Agradeço aos meus amigos e colegas por todos os momentos únicos que compartilhamos durante esta jornada acadêmica. Aos meus companheiros de TCC, expresso minha gratidão pela paciência, pelos valiosos conselhos que recebi de vocês.

E, por fim, quero manifestar meu reconhecimento a todos os professores e professoras como Deloar Duda, Fabiana Félix, Flávio Almeida, Lilian Flores, Mirelly Miranda, Raul Emídio, Roni Andrade que contribuíram para a minha formação acadêmica, assim como a todas as pessoas que, de alguma forma, colaboraram com esta jornada e com a realização deste trabalho.

Marcella Leite Cavalcante

Agradeço de coração aos meus pais, Marcelo Leite Cavalcante e Silvana Gonçalves, pelo apoio inabalável desde o início da minha jornada acadêmica. Sua infinita paciência e constante motivação foram faróis em meio aos obstáculos encontrados no caminho.

À respeitável equipe docente da universidade, onde tive o privilégio de aprender com professores notáveis como Flávio Almeida, Deloar Duda, Raul Emídio, Roni Andrade, Fabiana Félix, e muitos outros que compartilharam os conhecimentos essenciais para que eu alcançasse este ponto. Acreditar em meu potencial, mesmo diante das dificuldades que surgiram ao longo do curso, foi inestimável.

Aos meus companheiros de TCC, agradeço pela paciência e compreensão, e a todos os amigos que fiz ao longo desta longa jornada acadêmica.

E, por fim, ao meu querido orientador, Paulo Braga, a minha profunda gratidão. Seu apoio incansável foi fundamental para que conseguíssemos finalizar nosso trabalho com maestria e dedicação excepcionais.

“A biologia é o estudo da vida, e, no estudo da vida,
cada dia é um novo mistério e uma nova aventura.”

(Geoffrey Fisher)

RESUMO

O presente estudo evidenciou a eficácia das barreiras físicas na mitigação de incidentes com tubarões. No entanto, esses encontros são frequentes globalmente, gerando preocupações e riscos para banhistas e turistas em várias praias. O foco desse trabalho é discutir a implementação de medidas de segurança como contribuição significativa para a compreensão desse tema na região costeira de Pernambuco, que registrou mais de 70 incidentes desde 1992, levando as autoridades a adotarem medidas governamentais de proteção. Durante a análise, foram identificados e discutidos fatores abióticos e antropogênicos, assim como áreas geográficas com maior probabilidade de interações. Além da diversidade dos tubarões envolvidos até a apresentação de evidências científicas que comprovam a eficácia das medidas mitigatórias e suas abordagens. Este estudo também destaca medidas tecnológicas em fase de desenvolvimento na Austrália e África do Sul, notavelmente a "Sharksafe Barrier". Essa barreira física, após passar por um rigoroso processo de teste, demonstrou eficácia ao criar zonas seguras para banho e proporcionar proteção efetiva contra tubarões. Diante disso, compreende-se a importância de potenciais medidas mitigatórias a serem implementadas na região costeira de Pernambuco, sugerindo possíveis direções para pesquisas futuras e a criação de políticas públicas. Com os resultados obtidos conclui-se que, diante das elevadas incidências na costa de Pernambuco, destaca-se a importância de implementar soluções adaptáveis visando aprimorar a segurança e preservação do ecossistema marinho. Portanto, nosso trabalho visa evidenciar esses pontos que demandam estudos mais específicos na área, além de estabelecer parcerias com os governos locais. A colaboração envolverá a autorização para as pesquisas e o fornecimento de apoio financeiro para a implementação.

Palavras-chaves: Sharksafe Barrier; Incidentes; Tubarões; Recife e Barreiras físicas.

ABSTRACT

The present study highlighted the effectiveness of physical barriers in mitigating shark incidents. However, these encounters are common globally, raising concerns and risks for swimmers and tourists on various beaches. The focus of this work is to discuss the implementation of security measures as a significant contribution to understanding this issue in the coastal region of Pernambuco, which has recorded more than 70 incidents since 1992, leading authorities to adopt governmental protective measures. During the analysis, abiotic and anthropogenic factors were identified and discussed, as well as geographical areas with a higher likelihood of interactions. In addition to the diversity of sharks involved, evidence of the effectiveness of mitigating measures and their approaches was presented. This study also highlights technological measures in development in Australia and South Africa, notably the "Sharksafe Barrier." This physical barrier, after undergoing a rigorous testing process, demonstrated effectiveness in creating safe swimming zones and providing effective protection against sharks. In light of this, the importance of potential mitigating measures to be implemented in the coastal region of Pernambuco is understood, suggesting possible directions for future research and the creation of public policies. Based on the results obtained, it is concluded that, given the high incidences on the coast of Pernambuco, the importance of implementing adaptable solutions to enhance the safety and preservation of the marine ecosystem is emphasized. Therefore, our work aims to highlight these points that require more specific studies in the area, as well as to establish partnerships with local governments. Collaboration will involve authorization for research and financial support for implementation.

Keywords: Sharksafe Barrier; Incidents; Sharks; Recife and physical barriers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Divisão dos chondrichthyes	15
Figura 2 - Mapa de Distribuição mundial do Chondrichthyes	17
Figura 3 - Mapa de Distribuição dos incidentes pelo mundo.	18
Figura 4 - Tubarões envolvidos em incidentes e a sua distribuição no mundo.	20
Figura 5 - Porto de Suape.	21
Figura 6 - Barreiras Sharksafe Implementadas.	26
Figura 7 - Ação do PROTUBA e do IOPE nas Praias.	27
Figura 8 - Barco Sinuelo utilizado pelo projeto PROTUBA.	28
Figura 9 - Logótipo do Projeto Megamar.	29

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de materiais publicados ao longo do intervalo amostral.	31
Gráfico 2 - Dados dos países com maiores taxas de interações de incidentes com tubarões.	32
Gráfico 3 - Rank das espécies com maiores taxas de incidentes.	33
Gráfico 4 - Números dos estudos realizados sobre a eficácia das barreiras Sharksafe.	34
Gráfico 5 - Número de incidentes com tubarões por estado.	35
Gráfico 6 - Números de incidentes com tubarões por praia de Pernambuco.	35

MAPAS

Mapa 1 - Estuário do Rio Ipojuca	22
Mapa 2 - Litoral de Pernambuco com subdivisões (Setores Norte, Metropolitano e Sul).....	23
Mapa 3 - Localização dos pontos de estudo e do canal paralelo na costa.	24

QUADROS

Quadro 1 Público Alvo dos Incidentes.....	25
Quadro 2 Consequências dos incidentes.....	25

LISTA DE SIGLAS

CEMIT	Comitê de Monitoramento de Incidentes com Tubarões
DECaq	Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IOPE	Instituto Oceanário de Pernambuco
ISAF	International Shark Attack File
PROTUBA	Programa de Monitoramento e Pesquisa de Tubarões
RMR	Região Metropolitana do Recife
SDS	Secretaria de Defesa Social
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
SCIELO	Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivos Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Biologia, diversidade e taxonomia dos Chondrichthyes	14
3.2 Biologia, comportamento e padrões de distribuição dos tubarões	16
3.3 Contexto histórico de incidentes com tubarões	17
3.4 A problemática com tubarões no Brasil	20
3.5 Ocorrências envolvendo tubarões na costa de Pernambuco	21
3.6 Abordagens de mitigação implementados mundialmente	25
3.7 Plano de medidas adotadas no nordeste brasileiro	26
4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	29
4.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	30
4.1.1 Critérios de Inclusão	30
4.1.2 Critérios de Exclusão	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Os incidentes envolvendo tubarões são registrados com frequência em várias partes do mundo, gerando preocupação e riscos para banhistas e turistas (Hazin *et al.*, 2002). Em razão disso, as autoridades estão criando programas de proteção nas praias, com o objetivo de promover um convívio pacífico entre humanos e espécies de tubarões em locais turísticos (Midway *et al.*, 2019). Esses programas incluem a instalação de redes de proteção, o monitoramento das áreas de banho e a divulgação de informações sobre os hábitos e comportamento dos tubarões para conscientizar a população sobre as medidas de segurança necessárias (Midway *et al.*, 2019).

Os tubarões são animais pertencentes à classe Chondrichthyes, conhecidos como peixes cartilaginosos por possuírem um esqueleto cartilaginoso (Gadig, 2011). Eles apresentam uma grande variação de tamanho, desde pequenas espécies de 20cm até organismos de grande porte que podem chegar até 18 metros de comprimento (Szpilman, 2002). Esses animais são principalmente encontrados em ambientes marinhos, porém há exceções, como o tubarão cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*), também podem ser encontrados em regiões de água doce (Szpilman, 2004).

Algumas áreas no mundo apresentam altas taxas de incidência de tubarões, como a costa leste da Austrália, costa oeste da África do Sul e costa leste dos Estados Unidos (Martins *et al.*, 2013). No Brasil, a região Nordeste, especialmente Pernambuco, tem registrado mais de 70 ataques desde 1992, resultando em mais de 26 mortes (CEMIT 2022). Portanto, as autoridades locais têm trabalhado para melhorar a segurança nas praias por meio da implementação de barreiras físicas em todo mundo, entretanto, uma nova tecnologia está sendo estudada e implementada em algumas regiões da Austrália Ocidental, denominada “Sharksafe Barrier” (O’connell *et al.*, 2014).

A implementação de barreiras físicas tem se mostrado um sistema altamente eficaz em diversos lugares do mundo, possibilitando a criação de zonas de banho seguras e oferecendo uma proteção maior contra incidentes envolvendo tubarões. Essa abordagem também contribui para a preservação e proteção dos próprios tubarões (O’connell *et al.*, 2017). Já foram implementados programas de

monitoramento e segurança, incluindo a colocação de placas de sinalização e a contratação de salva-vidas. Essas iniciativas visam garantir um ambiente seguro para os banhistas e promover a coexistência harmoniosa entre seres humanos e tubarões (Schwingel & Martins *et al.*, 2015).

Desta forma, a importância deste trabalho reside em demonstrar os impactos socioambientais dos incidentes com tubarões, e propor um potencial implementação de uma barreira de segurança, na região costeira de Pernambuco, com objetivo de minimizar os riscos de incidentes com tubarões nas áreas de maiores concentrações de banhistas, fazendo com que exista uma possibilidade de uso seguro para ambos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

Sugerir a implementação de estruturas artificiais para garantir a segurança e entre humanos e tubarões nas áreas de banho na costa de Pernambuco.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Propor a adoção de medidas de segurança física como uma estratégia para garantir a convivência segura entre seres humanos e tubarões;

2.2.2 Realizar e analisar um levantamento de estudos, das interações entre os fatores abióticos e antropogênicos, dos incidentes envolvendo tubarões;

2.2.3 Detectar e delimitar as áreas com as maiores ocorrências de ataques de tubarões e determinar as espécies mais frequentemente envolvidas em incidentes nessa região;

2.2.4 Identificar as áreas geográficas com maior probabilidade de incidentes com base nos fatores antropogênicos.

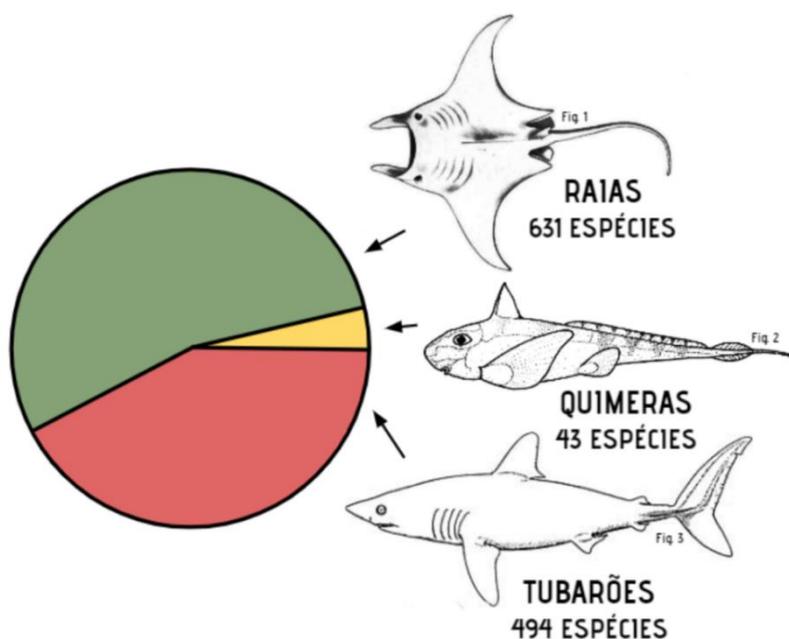
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Biologia, diversidade e taxonomia dos Chondrichthyes

Os Chondrichthyes, também conhecidos como peixes cartilagosos, constituem um grupo zoológico que engloba tubarões, raias e quimeras (figura 1)

(Huxley, 1898). Esses organismos de fauna são divididos em duas subclasses: os tubarões e raias pertencem à classe Elasmobranchii, enquanto as quimeras estão na classe Holocephali. Vale ressaltar que a história evolutiva das quimeras é pouco conhecida (Didier, 1995). Este grupo taxonômico é um dos mais bem-sucedidos em termos de evolução, tendo sobrevivido a várias extinções ao longo dos últimos 400 milhões de anos. Essa notável capacidade de sobrevivência os coloca entre os vertebrados mais antigos que ainda habitam os oceanos nos dias atuais (Camhi *et al.*, 2008; Grogan *et al.*, 2012).

Figura 1 - Divisão dos chondrichthyes



Fonte: Compagno, *et al.*; 1990/ Müller & Henle; 1841

A definição filogenética dos Chondrichthyes é baseada na presença de um esqueleto cartilaginoso em vez de ósseo (Huxley, 1880). Além disso, esses animais se caracterizam pela ausência de pulmões ou vesícula gasosa, presença de nadadeiras peitorais e pélvicas em pares, órgãos copulatórios externos chamados "clásperes" localizados na parte interna das nadadeiras pélvicas dos machos e possuem uma superfície externa do seu corpo coberta por dentículos dermo-epidérmicos, conhecidos como "escamas placoides". Ao contrário das raias e quimeras, os tubarões possuem uma dentição bastante semelhante às estruturas dentárias, com coroa esmaltada e dentina (Compagno, 1999).

As quimeras, são pertencentes à subclasse Holocephali, um grupo ao ponto de vista taxonômico pouco abrangente. Elas se diferenciam dos Elasmobranchii por sua morfologia única, incluindo corpo alongado e achatado, cabeça volumosa, olhos bem desenvolvidos e diversidade morfológica na região cefálica e caudal. Suas características incluem quatro arcos branquiais cobertos por membranas operculares, um espinho móvel na região dorsal, palatoquadrado fundido ao crânio e dimorfismo sexual nos machos, como a presença de "clásperes" pré-pélvicos e cefálicos. Elas habitam grandes profundidades, medindo de 0,5 a 2 metros de comprimento. A ordem Chimaeriformes são compostas por três famílias, seis gêneros e cerca de 40 espécies (Mayer, 1986; Didier, 1995).

Já a subclasse Elasmobranchii se diferencia das quimeras por várias características, incluindo a ausência de uma cobertura esquelética nas fendas branquiais, a fixação solta do palatoquadrado ao crânio, a ausência de tenácula ou "clásper cefálico" e os arcos branquiais se localizam na região posterior ao crânio. O comprimento do corpo desses animais diversifica de 20 cm a pelo menos 15 metros. Estes organismos estão distribuídos em aproximadamente oito ordens, 55 famílias, 177 gêneros e mais de 900 espécies, representando uma grande diversidade dentro desse grupo (Compagno, 1999;).

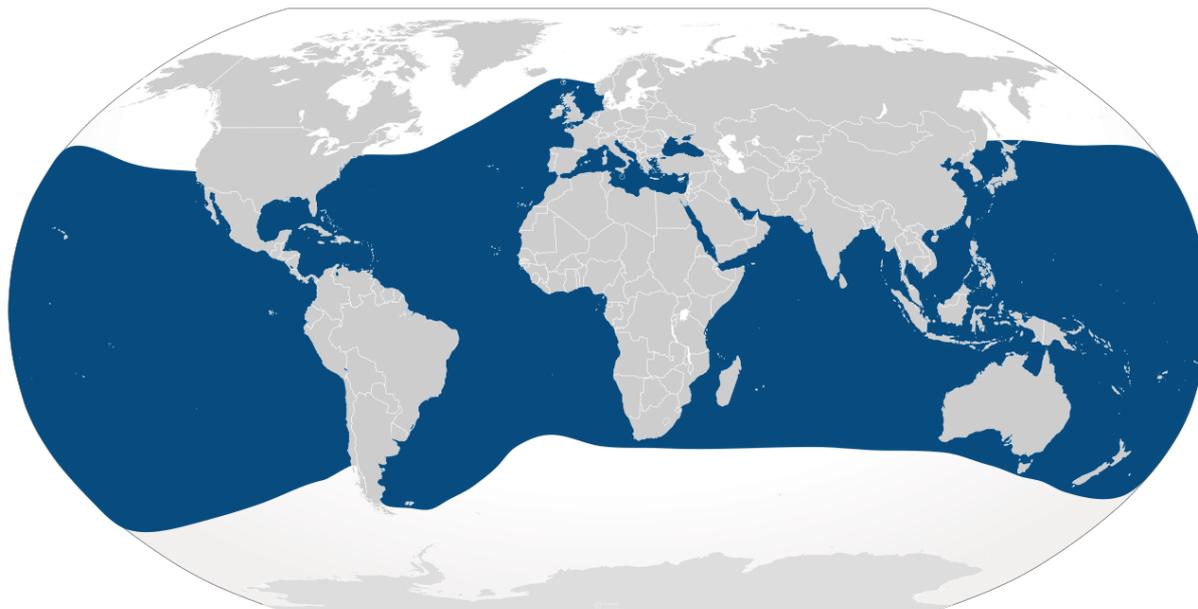
3.2 Biologia, comportamento e padrões de distribuição dos tubarões

Em todo mundo são conhecidas e identificadas cerca de pelo menos 500 espécies de Tubarões, das quais 89 estão presentes no Brasil (ICMBio, 2013), cujo sua heterogeneidade pode variar entre 20cm a 18 metros de comprimento (Szpilman, 2004; ICMBio, 2018). Os tubarões dispõem de uma ampla distribuição geográfica em todos os oceanos do mundo, abrangendo de águas temperadas e frias até regiões tropicais (mapa 1). Diante disto, a sua diversidade de habitats, varia-se de pequenos recifes de corais e zonas estuarinas até grandes áreas oceânicas ao longo da costa.

Estes organismos possuem a capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais fazendo com que sejam localizados numa ampla faixa de profundidade, desde a superfície até profundezas submarinas (Gadig, 2001). Seu método de reprodução ocorre através de fecundação interna por meio de uma projeção nas nadadeiras pélvicas dos machos "clásperes", mediante disto o esperma é introduzido

na cloaca da fêmea, possibilitando a reprodução. Portanto, desta forma a reprodução pode acontecer de diversas maneiras que incluem tanto a oviparidade, onde os ovos são depositados externamente e se desenvolvem fora do corpo da fêmea, já a viviparidade ocorre de formas em que os embriões se desenvolvam dentro do útero materno até o nascimento (Jenson, 1976; Niella, 2016).

Figura 2 - Mapa de Distribuição mundial do Chondrichthyes



Fonte: International Shark Attack File, 2018.

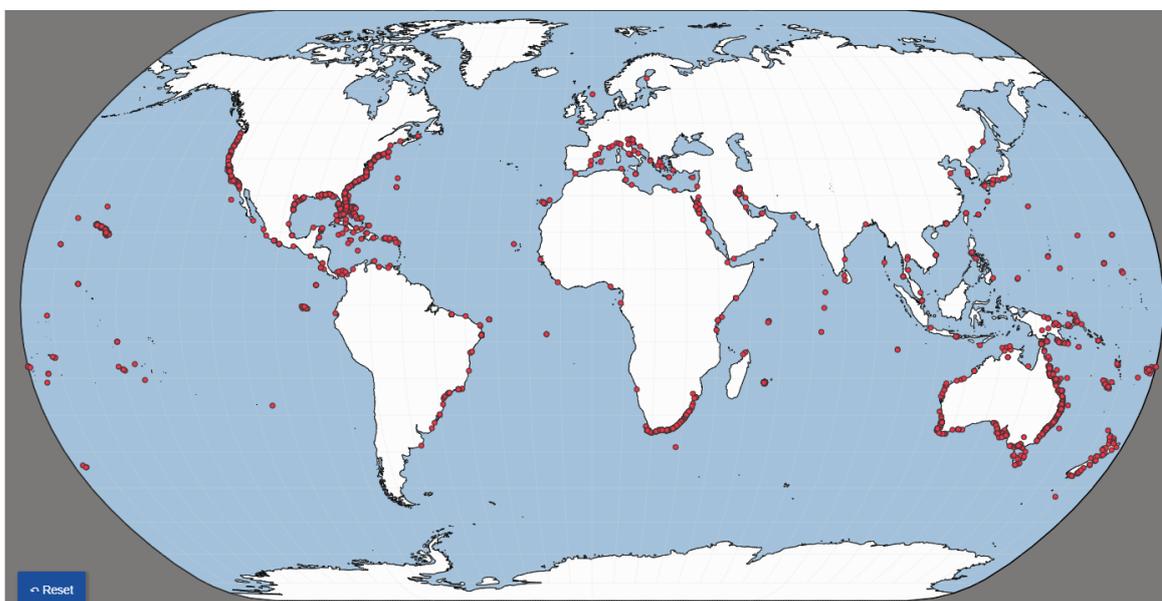
3.3 Contexto histórico de incidentes com tubarões

Os incidentes com tubarões no mundo é algo que vem se tornando mais ativo desde a década de 90 até o ano atual (mapa 2), devido a fatores biótico e abióticos em diversas regiões globais, diante disso, as interações entre humanos e animais acabam ocorrendo com maior frequência (Midway *et al*, 2002). Entretanto, esses fatos acabam causando uma atenção generalizada da mídia em geral, acabando com que ocorra uma atenção negativa sobre os tubarões. Estes registros abrangendo os elasmobrânquios (Huxley, 1898) estão se tornando mais frequentes em várias regiões do mundo, gerando preocupação e riscos aos banhistas e turistas (Hazin *et al.*, 2002).

Existem regiões específicas no mundo onde as interações entre tubarões e humanos tem apresentado um aumento significativo os números cada vez mais variados em lugares diversos, como na região da Austrália, costa oeste da África do

Sul e costa leste dos Estados Unidos (Midway *et al.*, 2019). Embora na maioria dos casos são gerados apenas ferimentos superficiais. Entretanto, a média é que ocorre de 50 a 75 incidentes não provocados envolvendo tubarões anualmente, resultando em 3 a 10 fatalidades (Burguess, 1990; Hazin *et al.*, 2008; Araújo, 2019). Portanto, é importante ressaltar que esses dados representam uma média e podem variar de ano para ano, bem como em diferentes regiões do mundo.

Figura 3 - Mapa de Distribuição dos incidentes pelo mundo.



Fonte: International Shark Attack File, 2018.

As interações ocorrem mais frequentemente com 3 espécies de tubarões, sendo eles, tubarão cabeça-chata (*Carcharhinus leucas* – Muller e Henle, 1839), tubarão tigre (*Galeocerdo cuvier* - Péron e Lesueur, 1822) e o tubarão branco (*Carcharodon carcharias* – Linnaeus, 1758), essas espécies de tubarões são amplamente distribuídas em todo o mundo. Entretanto, seus avistamentos mais frequentes foram registrados em regiões tropicais (Gadig, 2001). Estas áreas de clima e águas quentes favorecem condições favoráveis para a propagação e a presença dessas espécies (Midway, 2019; Hazin *et al.*, 2008).

São conhecidos por possuir diversos nomes comuns, como tubarão-cabeça-chata, tubarão-touro e tubarão-baía (figura 2-A). O *C. leucas* se caracteriza pelo seu focinho curto e arredondado, além de não possuir uma crista dérmica entre as

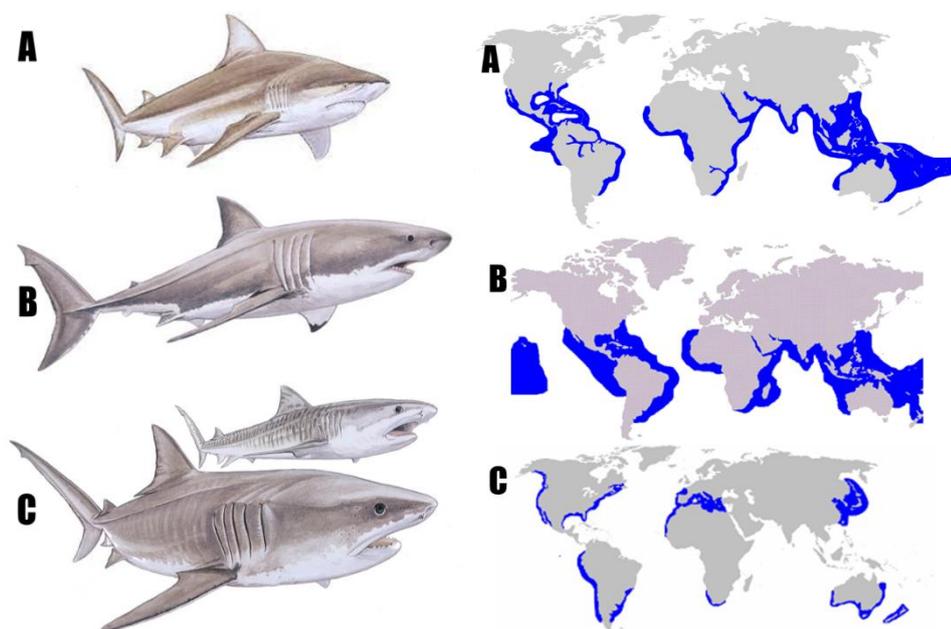
nadadeiras dorsais. É comum apresentar de 12 a 14 dentes em cada hemi-mandíbula localizadas na região inferior do maxilar. Os exemplares quando jovens podem exibir extremidades mais escuras nas nadadeiras (Gadig, 2001). São animais de grande porte podendo ter seu comprimento de 2 até quase 4 metros (Carlisle; Starr, 2009).

Possuindo uma distribuição preferencial em águas subtropicais e temperadas, sendo encontrado principalmente em regiões costeiras (mapa 3-A). Podendo ser avistado em diferentes profundidades, variando desde a superfície até 160 metros, devido sua capacidade de adaptação podem também ser encontrados em ambientes de água doce, como o rio Amazonas e regiões estuarinas (Gadig, 2001; Araújo, 2019).

Conhecido popularmente como tubarão-tigre, tintureira ou jaguara, o *G. cuvier* possui uma morfologia robusta, com um focinho curto e arredondado, podendo atingir até 6 metros de comprimento (Figura 2-B). Encontrável em profundidades de até 350 metros, este animal apresenta um padrão migratório, deslocando-se entre áreas oceânicas mais profundas a regiões costeiras. (Szpilman, 2004). Seu padrão de distribuição é amplo, podendo ser avistado em diferentes continentes, principalmente próximo à costa (mapa 3-B). Quando jovens, apresentam padrões de pintas que variam de acordo com sua maturidade. É importante destacar que essa espécie é a única dentro do gênero *Carcharhinidae* que possui a capacidade de reprodução viviparidade lecitotrófica, onde o embrião se nutre dentro do útero através do bolsa vitelínico (Jenson, 1976; Gadig, 2001).

Conhecido por uma diversidade de nomes, como tubarão-branco, anequim, espelho e tubarão-bôto, o *C. carcharias* possui uma vasta gama de características marcantes (Figura 2-C). As principais delas são seus dentes, em média de 21 a 28, são em formato triangular e possuem bordas serrilhadas, o que o torna o maior predador do mundo. Possui uma coloração que apresenta tons metálicos, com uma região ventral de contraste forte e bem definido. Ele habita todos os oceanos e pode ser avistado tanto em áreas superficiais quanto em grandes profundezas, chegando a adentrar em ambientes de baías e enseadas (Mapa 3-C). A sua reprodução resulta no nascimento de aproximadamente 7 a 9 filhotes. Seu comprimento máximo varia de 6,5 a 7 metros, podendo atingir a maturidade sexual em torno de 2,4 metros (Gadig, 2001; O'connell, 2017).

Figura 4 - Tubarões envolvidos em incidentes e a sua distribuição no mundo.



Fonte: Marc Dando, s.d./ International Shark Attack File, 2018

A *C. leucas*; **B** *C. carcarias*; **C** *G. cuvier*;

3.4 A problemática com tubarões no Brasil

Os incidentes envolvendo tubarões ao longo da história têm gerado repercussões significativas, devido a letalidade e a gravidade dos danos físicos, emocionais e psicológicos causados às suas vítimas (Chapman & Mcphee, 2016). Nesse contexto, é importante destacar que o Brasil ocupa o quarto lugar na lista dos países com maior número de registros de incidentes em todo o mundo, de acordo com o International Shark Attack File (ISAF, 2017).

Diante desses registros, o Instituto determinou que cerca de 10 estados da faixa litorânea possuem casos de incidentes envolvendo tubarões (ISAF, 2017). No entanto, o estado de Pernambuco, localizado no nordeste do Brasil, tem se destacado como responsável pelas maiores taxas de ataques de tubarões notificadas por unidade de área no mundo (Hazin *et al.*, 2013).

3.5 Ocorrências envolvendo tubarões na costa de Pernambuco

A região metropolitana do estado de Pernambuco é composta por 15 municípios, sendo 8 deles localizados na faixa litorânea (Fnem, 2018). Essa região costeira atrai um grande fluxo de turistas e banhistas devido às suas praias deslumbrantes e belezas naturais, além disso é a porta de entrada e saída de mercadorias do Brasil, devido a presença de um dos portos nacionais mais importantes do norte e nordeste 'Porto de Suape' (Suape, 2015.) (Figura 3).

Figura 5 - Porto de Suape.

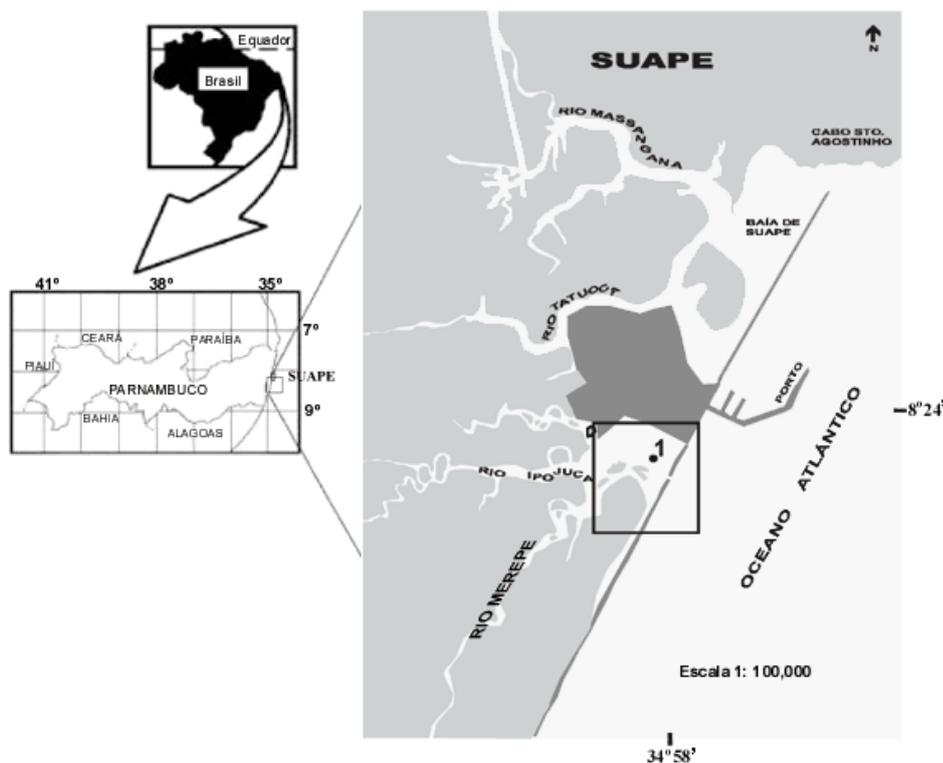


Fonte: Rafael Medeiros/SUAPE, 2022.

Na década de 1980, foi iniciada sua construção, situado ao sul da região metropolitana do Recife (RMR), numa área de um extenso sistema estuarino cercado por manguezais, que antes das atividades de construção era um ambiente relativamente intocado, porém durante este processo, ocorreu uma alteração neste ecossistema devido a degradação ambiental provocada pelas obras do complexo portuário trazendo impactos significativos nesta área (Hazin *et al.*, 2013).

É pertinente investigar a possível relação entre a transformação do ambiente e o aumento de incidentes envolvendo tubarões até os dias atuais (Hazin *et al.*, 2008). Diante disso, existem outros fatores como os hábitos dos tubarões em seguir os navios (Baldrige, 1974), e sua atração por baixas frequências sonoras (Myrberg, 2001) muitas vezes emitidas pelas próprias embarcações.

Mapa 1 - Estuário do Rio Ipojuca



Fonte: Koenig, 2002.

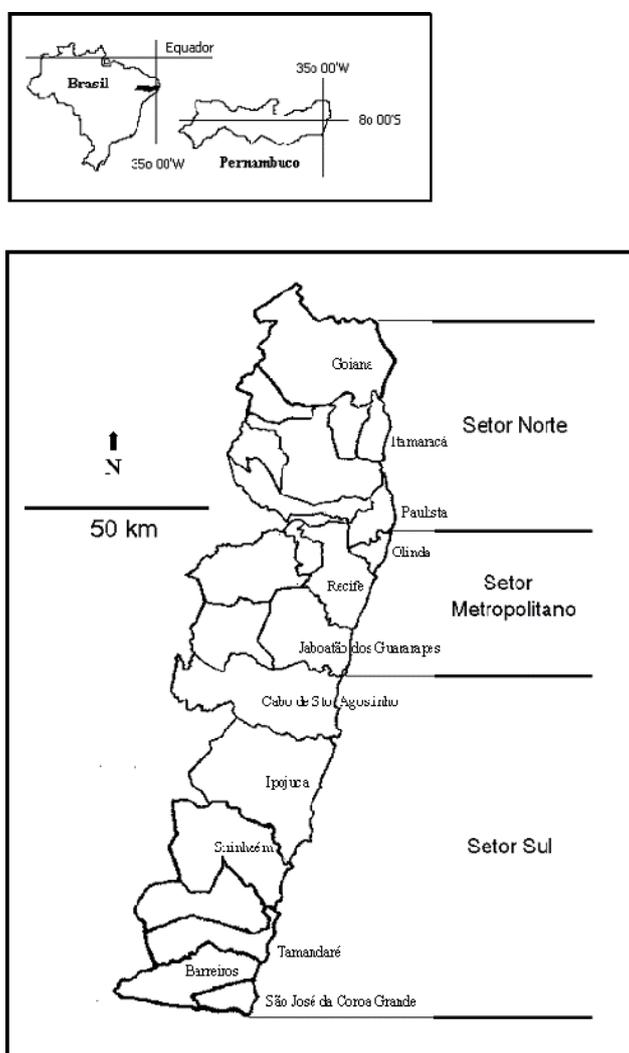
Desta forma, é provável que a construção do complexo portuário de Suape tenha contribuído para um aumento na presença de tubarões nas praias do litoral da RMR (Hazin *et al.*, 2008). Além de outros fatores, como um tipo de influência nas espécies de tubarões daquela região fazendo com que acontecesse uma migração no sentido a região norte da RMR. Essa movimentação também foi observada em direção ao rio Jaboatão onde ocorria o despejo de efluentes não tratados pelo matadouro municipal de Jaboatão dos Guararapes, esses efluentes incluíam diversas partes de animais, o que pode ter atraído os tubarões para essa área (Hazin *et al.*, 2008).

Os 21 municípios do litoral de Pernambuco abrangem uma extensão de aproximadamente 170km, que vai desde o extremo norte do município de goiana até o limite sul com a cidade de São José da Coroa Grande (Mapa 4), além disso, quando somamos a essa extensão o arquipélago de Fernando de Noronha, que possui uma área de 17 km², totalizando 187km de extensão costeira (Manso, 2006). A RMR, possui um trecho litorâneo aproximadamente de 20 km que é reconhecido mundialmente por suas belas paisagens naturais, essas áreas com águas mornas e

o clima temperado acaba atraindo turistas tanto do Brasil quanto do exterior (Da Silva *et al.*, 2019; Hazin *et al.*, 2008).

As praias localizadas na RMR, especialmente a praia de Boa Viagem e a praia de Piedade, são conhecidas por ter seu ambiente altamente urbanizado e pelo constante impacto da presença humana. Ao longo dos anos têm sido realizadas intervenções físicas para conter o nível do mar, devido a necessidade de proteção das áreas costeiras (Rollnic & Medeiros, 2006).

Mapa 2 - Litoral de Pernambuco com subdivisões (Setores Norte, Metropolitano e Sul)

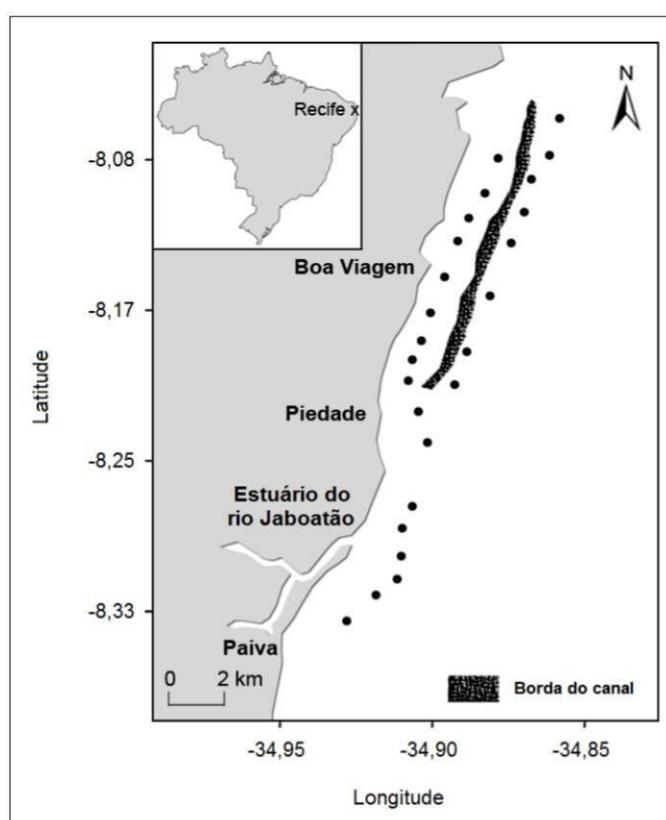


Fonte: GERCON-PE/CPRH, s.d.

Na faixa RMR, há um canal profundo paralelo à linha da costa que se estende desde a praia de Piedade, onde os arrecifes são mais estreitos, até as praias de Boa

Viagem e Pina (mapa 5). Em alguns pontos, durante a maré seca, a borda externa chega a ficar emersa (Hazin *et al.*, 2008). A profundidade de acordo com estudos batimétricos possui em torno de 6,5 metros e uma largura de aproximadamente 475 metros (Hazin & Afonso, 2013), além da presença de um banco de algas calcárias a cerca de 2km da costa, podendo ser observada em profundidades variadas (Hazin *et al.*, 2008). A existência do canal na região entre Piedade e Boa Viagem acaba contribuindo como um dos fatores para os ataques acontecerem com tanta frequência (Hazin *et al.*, 2013), juntamente com as águas rasas e turvas desta região.

Mapa 3 - Localização dos pontos de estudo e do canal paralelo na costa.



Fonte: Hazin *et al.*, 2008.

Os incidentes com tubarões ao longo da costa de Pernambuco têm sido registrados desde eclosão de ocorrências de tubarões entre 1990 até 1992, que em sua totalidade envolvem duas espécies de tubarão *C. leucas* e *G. cuvier* (Hazin *et al.*, 2008). Diante disso, em 1992 o Comitê de Monitoramento de Incidentes com tubarões (CEMIT) começou a registrar os casos até os dias atuais (Hazin *et al.*, 2013), estes casos se estendem desde a praia do Carmo em Olinda, atravessando toda a RMR e

alcançam a região da praia de Piedade, porém existe um caso particularmente peculiar que não foi registrado no CEMIT envolvendo um padre, esse ocorrido aconteceu no ano de 1947 em frente a Capela Nossa Senhora da Piedade. O registro consta nos arquivos do Isaf (ISAF, 2017). Desde o primeiro caso registrado pelo CEMIT, tem havido ocorrências em vários municípios do litoral do estado (Tabela 2), totalizando um número significativo de 67 incidentes até os dias atuais (CEMIT, 2023).

Quadro 1 Público Alvo dos Incidentes

Envolvidos	Total
Banhistas	34
Surfistas	33

Fonte: Adaptado do CEMIT, 2023.

Quadro 2 Consequências dos incidentes

Consequências	Total
Fatalidades	26
Vivos	41

Fonte: Adaptado do CEMIT, 2023.

3.6 Abordagens de mitigação implementados mundialmente

Em todo o mundo, vários governos têm se comprometido a reforçar as medidas de segurança em resposta ao aumento significativo nos incidentes envolvendo tubarões (Evans, 2016). Essas maneiras são diversas de acordo com as regiões no mundo, indo desde ações educativas, até a implementação de barreiras físicas como um reforço, no território sul africano foram utilizadas redes de proteção numa extensão de 300km ao longo da costa, no entanto, é importante reconhecer que essas medidas têm um lado negativo, já que podem indevidamente afetar outras espécies que ficam

presas nas mesmas (Ngutjinazo, 2021). Outra medida implementada na mesma região são redes com ímãs, já efetivamente testadas na África do Sul, afim de afastar os tubarões branco (O'connell *et al.*, 2012).

Por outro lado, na Austrália as barreiras de “Sharksafe” (figura 4) testadas reduziram a frequência de entrada dos tubarões branco em áreas de banhistas e mostraram-se mais eficazes do que as redes de praias, principalmente nas interferências ecológicas em outros organismos, sendo consideradas mais específicas. Além disso, essas soluções demonstraram ser mais específicas, minimizando as interferências ecológicas em outros organismos (O'connell *et al.*, 2014).

Figura 6 - Barreiras Sharksafe Implementadas.



Fonte: Sharksafe Solution, 2018.

3.7 Plano de medidas adotadas no nordeste brasileiro

No Brasil, especialmente no estado de Pernambuco, estão concentradas importantes iniciativas de conscientização e prevenção relacionadas aos incidentes com tubarões. O Programa de Monitoramento e Pesquisa de Tubarões (PROTUBA), que tem como objetivo desempenhar uma convivência segura e proteger tanto os banhistas quanto os próprios tubarões. Desenvolvido em parceria entre a secretaria de defesa social (SDS), CEMIT e o Departamento de engenharia de pesca e

aquicultura da Universidade federal Rural de Pernambuco (DEPaq-UFRPE), o programa PROTUBA foi implementado em toda a extensão da costa do estado.

Essas instituições foram designadas como responsáveis pelo projeto, coordenando as atividades de monitoramento, pesquisa e conservação dos tubarões ao longo do litoral pernambucano. Dentro do projeto, foram implementadas ações de educação ambiental coordenadas pelo Instituto oceanário de Pernambuco (IOPE). Essas atividades incluíram dinâmicas ambientais realizadas nas regiões entre a praia de Boa Viagem e Candeias, além de aulas e palestras ministradas em escolas públicas e particulares, empresas privadas e exposições em eventos científicos (Figura 5).

Figura 7 - Ação do PROTUBA e do IOPE nas Praias.



Fonte: UFRPE, 2009.

Essa abordagem abrangente visava conscientizar a população sobre a importância da preservação marinha e fornecer informações relevantes sobre os tubarões (Protuba, 2009). O barco Sinuelo (figura 6) era o meio de transporte essencial do projeto. Sendo um barco de pequeno porte com características distintivas que incluem um casco chato, bem como uma proa e popa elevadas, o que o torna

ideal para enfrentar águas rasas e banco de areia. Durante uma década, o projeto dedicou-se ao monitoramento e marcação de tubarões ao longo da costa. No entanto, em 2015, o projeto chegou ao fim, encerrando suas atividades devido a restrições orçamentárias que acabaram impactando negativamente a continuidade do projeto (Mattoso, 2019).

Figura 8 - Barco Sinuelo utilizado pelo projeto PROTUBA.

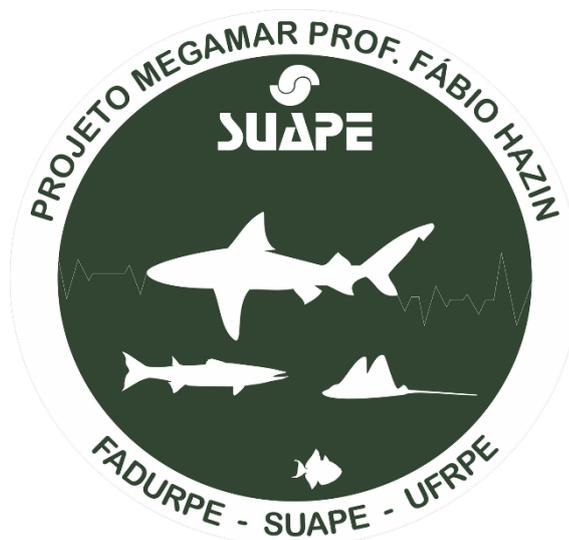


Fonte: Bobby Fabisak/JC, 2021.

Nas iniciativas de educação ambiental, a ecopedagogia desempenha um papel crucial, pois, a incorporação desta abordagem curricular nas escolas se torna algo fundamental para promover uma eficaz reeducação ambiental. A ecopedagogia tem como objetivo fazer uma conexão entre os seres humanos e o meio ambiente, fornecendo uma base sólida para os estudantes compreendam a importância da preservação e conscientização ambiental e adotem práticas sustentáveis (Quintão, 2011).

Diante disto, o Projeto MegaMar que é uma iniciativa de pesquisa desenvolvida pela UFRPE em parceria com outras instituições, como o Porto de Suape, e tem como foco principal o estudo da Megafauna presente no ecossistema marinho da região de Suape-Pernambuco (figura 7). Além disso, esta iniciativa também visa educar e sensibilizar a comunidade local e os visitantes sobre a importância da conservação marinha. Podendo ser feito através de eventos públicos, divulgações e projetos de educação dentro de instituições de ensino (Projeto MegaMar, 2022).

Figura 9 - Logótipo do Projeto Megamar.



Fonte: Projeto Megamar, 2021.

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Este estudo consiste em uma revisão integrativa de literatura, abrangendo uma ampla gama de fontes, como monografias, artigos, teses, simpósios, cartilhas e livros nos idiomas inglês e português. A busca foi conduzida no período de 1758 a 2023, abarcando uma extensa linha do tempo para proporcionar uma visão abrangente do tema. Os dados foram extraídos de importantes bancos de dados: Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SCIELO), além do bancos de teses e dissertações: Repositório da Universidade Federal de Pernambuco e da Universidade Federal de São Paulo.

Para uma busca mais ampla, utilizaram-se algumas palavras-chave, como "incidentes", "tubarões", "Recife" e "barreiras físicas". Além disso, foram aplicados operadores booleanos, notadamente o "AND", para combinar descritores específicos como "Sharksafe Barrier", "Shark", "Abundance" e "Distribution". Essa abordagem refinada e criteriosa visou otimizar a precisão dos resultados obtidos.

4.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

4.1.1 Critérios de Inclusão

Foram considerados uma ampla variedade de artigos, abordando diferentes temas que incluem distribuição e taxonomia, disponíveis em diversos bancos de dados. Além disso, foram considerados temas relevantes para os objetivos estabelecidos no escopo do estudo, como incidentes envolvendo tubarões, informações sobre localidades e a presença de barreiras físicas. Essa abordagem assegurou a incorporação de conteúdos que contribuíssem de maneira significativa para a consecução dos objetivos propostos nesta pesquisa.

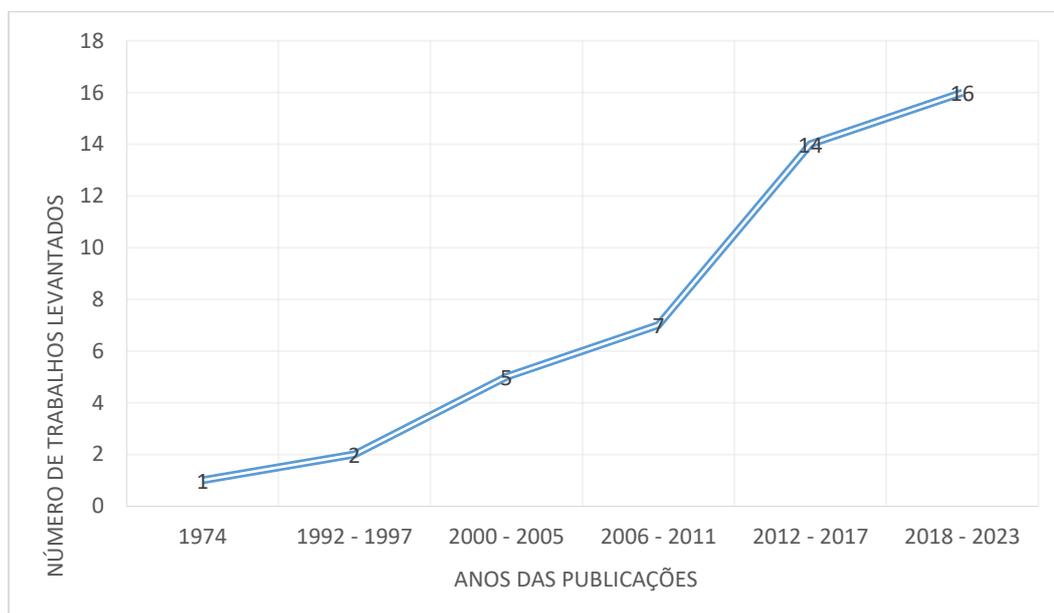
4.1.2 Critérios de Exclusão

Foram levados em consideração diversos critérios de exclusão, incluindo hábitos alimentares, espécies endêmicas, espécies não associadas aos incidentes, condições climáticas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises representadas no gráfico 1, está de acordo com o ano que apareceram as primeiras medidas preventivas para os incidentes com tubarões, que ocorreram de 1974 à 2023, alcançando uma variedade de fontes para concluir esse levantamento de dados.

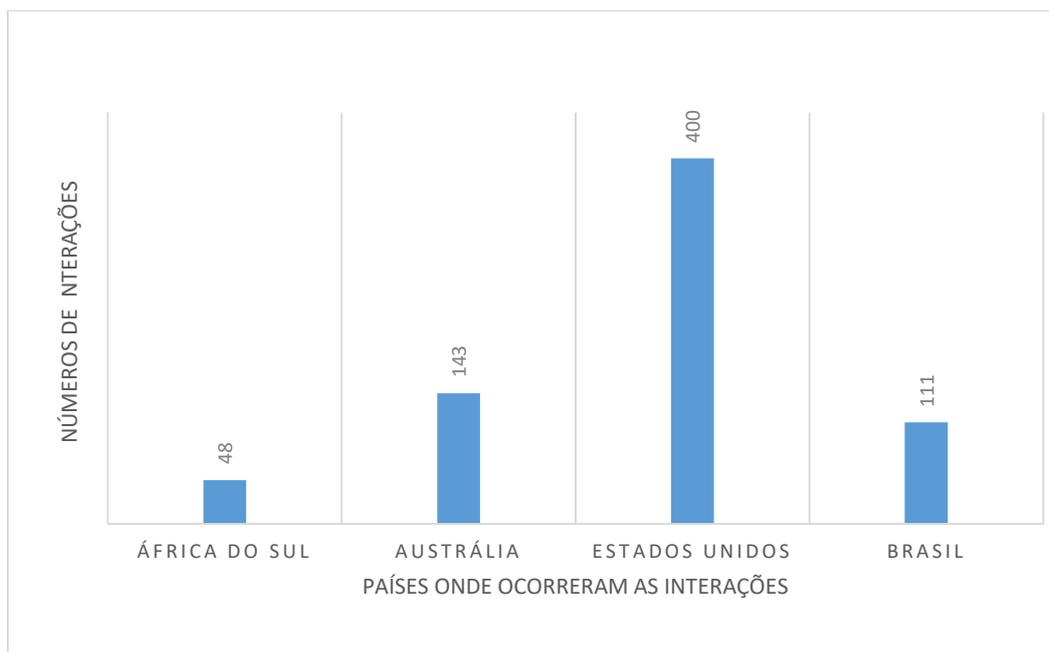
Gráfico 1 - Número de materiais publicados ao longo do intervalo amostral.



Fonte: Autoral, 2023.

Neste contexto, é notável um aumento substancial nas pesquisas relacionadas aos tubarões. Em resposta a um crescente aumento nas interações entre seres humanos e os animais em todo o mundo (Midway *et al.*, 2002). Além de que é importante observar que a divulgação generalizada através das mídias pode trazer implicações negativas sobre estes animais. Essas visualizações estão se tornando mais comuns em várias partes do mundo, causando preocupação entre banhistas e turistas (Hazin *et al.*, 2002). Essas áreas de contato abrangem diversos lugares, dentre eles Austrália, África do sul, Estados Unidos e Brasil (Midway *et al.*, 2019) destacado no gráfico 2.

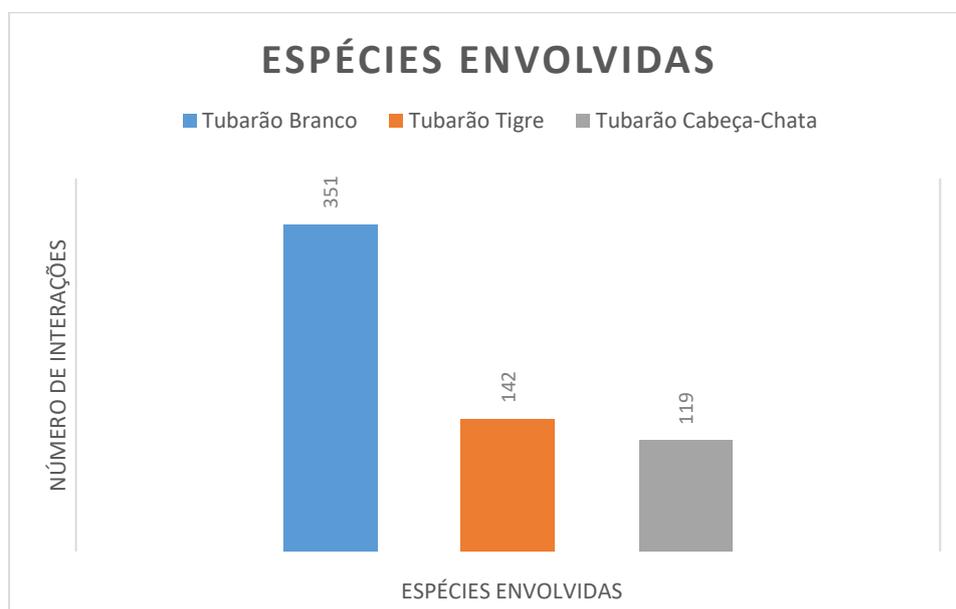
Gráfico 2 - Dados dos países com maiores taxas de interações de incidentes com tubarões.



Fonte: Adaptado do ISAF, 2023.

Dentre as espécies de tubarões que foram objeto de estudo, três ganham destaque por sua capacidade de atrair grande atenção, sendo eles o tubarão cabeça-chata (*Carcharhinus leucas*), o tubarão tigre (*Galeocerdo cuvier*) e o tubarão branco (*Carcharodon carcharias*) (Midway *et al.*, 2019). Que são frequentemente relacionados a incidentes em diversas partes do mundo. Essas espécies, em conjunto, acumulam mais de 400 registros de interações (ISAF, 2023). Demonstrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Rank das espécies com maiores taxas de incidentes.



Fonte: Adaptado do ISAF, 2023

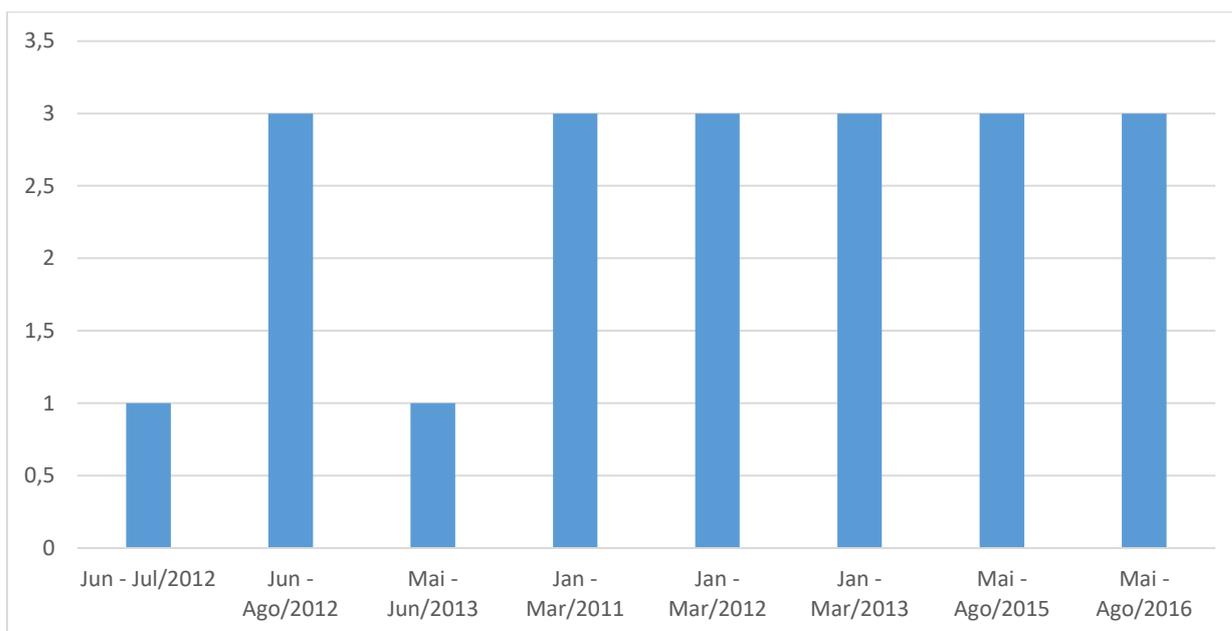
Diante disso, ao redor do globo governos estão respondendo ao aumento das interações entre humanos e tubarões, implementando uma variedade de medidas mitigatórias (Midway *et al.*, 2019), entre essas medidas, destaca-se a instalação de telas de nylon a alguns metros da faixa de areia, bem como a criação de pulseiras Sharkbanz, desenvolvidas para auxiliar surfistas.

Estas pulseiras emitem frequências elétricas que têm a capacidade de repelir tubarões, funcionando efetivamente como um tipo de repelente (Oceanhub, 2020). Essas inovações visam aumentar a segurança nas áreas costeiras frequentadas por surfistas e banhistas. Contudo, um exemplo notável é a continuidade das pesquisas destinadas a avaliar a eficácia das barreiras Sharksafe, as quais foram implementadas em locais como a África do sul, Austrália e Bahamas (O'connell *et al.*, 2014)

Durante um extenso período de seis anos, pesquisas foram conduzidas para avaliar a eficácia de ímãs e barreiras "SharkSafe" em locais como a África do Sul e as Bahamas. Essas investigações foram conduzidas em períodos distintos, conforme evidenciado no gráfico 4, resultando em quatro publicações lançadas nos anos seguintes, cada uma abordando uma espécie específica de tubarão estudada. O

principal objetivo dessas investigações era analisar os impactos dessas novas tecnologias nos padrões de comportamento dos tubarões utilizando estímulos visuais e magnéticos, foi possível efetivamente influenciar e manipular os padrões de natação desses indivíduos (O'connell *et al.*, 2014)

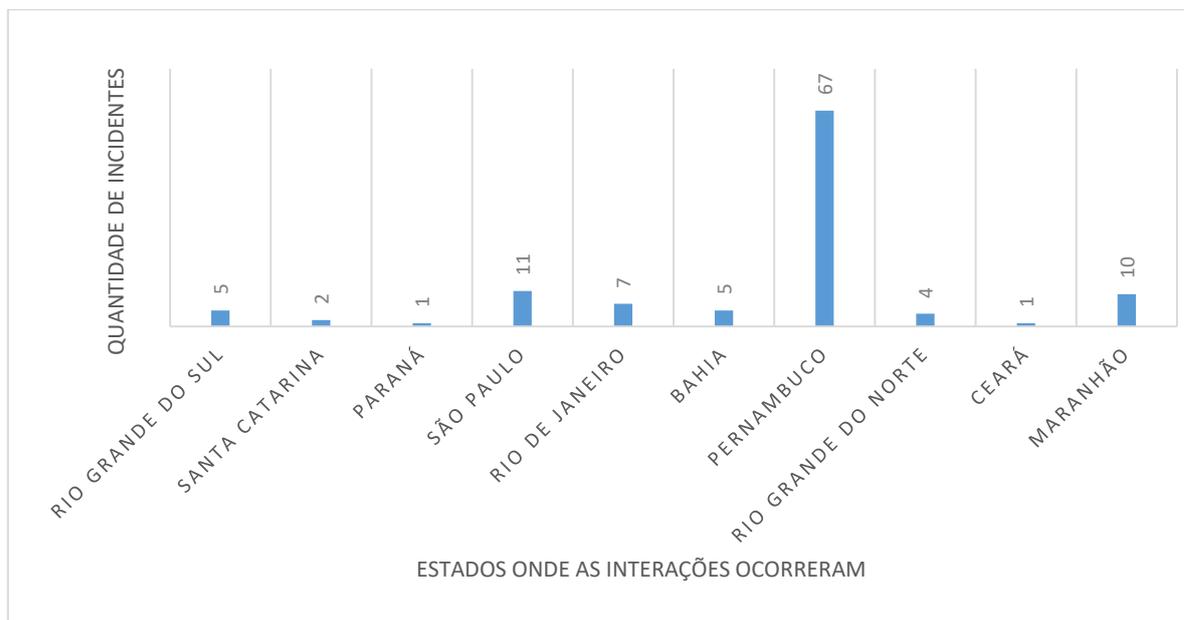
Gráfico 4 - Números dos estudos realizados sobre a eficácia das barreiras Sharksafe.



Fonte: Adaptado de O'connell, 2023.

Contudo, a presença de tubarões ao longo dos da costa brasileira tem sido marcada por um aumento notável de incidências (Hazin *et al.*, 2000), registrando um total de 111 incidentes em todo seu território desde 1931 até o presente ano (Gráfico 5). Esse crescimento tem gerado desafios socioeconômicos significativos devido ao aumento dos incidentes envolvendo ataques a banhistas e surfistas na região nordeste, com destaque para a costa de Pernambuco, por possui uma costa com 187 km de extensão, dos quais 34 km são identificados com avisos (Hazin *et al.*, 2000; CEMIT, 2012). Nesta área, já foram registradas uma das taxas mais elevadas de incidentes envolvendo tubarões por unidade de área em todo o mundo (Hazin *et al.*, 2013).

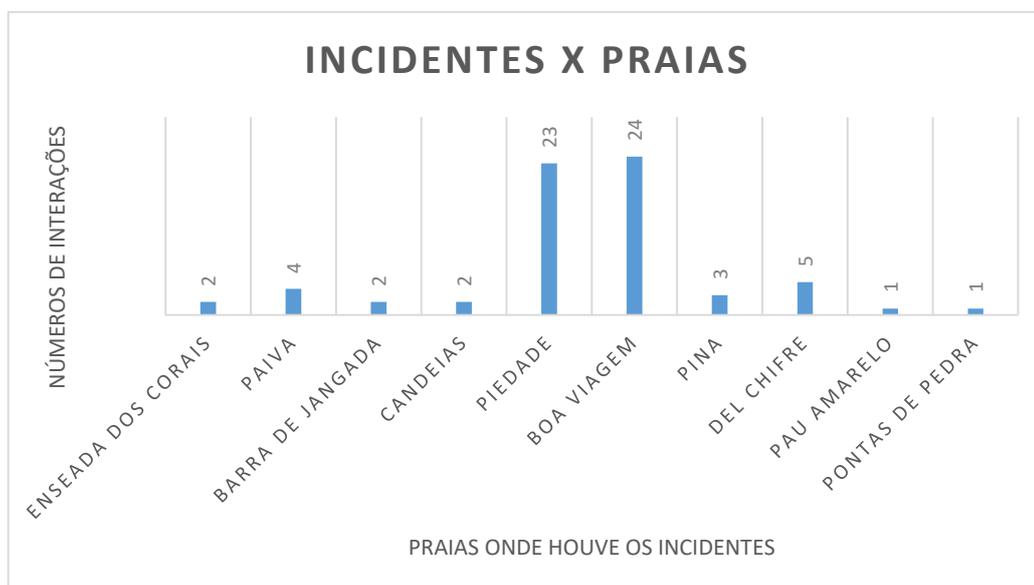
Gráfico 5 - Número de incidentes com tubarões por estado.



Fonte: Adaptado de ISAF, 2023.

No entanto, as ações adotadas pelos governos locais só foram criadas após um surto de incidentes ocorrido entre 1990 e 1992. Foi nesse contexto que o CEMIT foi estabelecido com o objetivo de registrar tais ocorrências. Desde então, houve um total de 67 incidentes nas praias da região até o momento presente demonstrado no gráfico 6 (CEMIT, 2023).

Gráfico 6 - Números de incidentes com tubarões por praia de Pernambuco.



Fonte: Adaptado do CEMIT, 2023.

Estas interações entre humanos e tubarões resultaram num total de 26 óbitos (CEMIT, 2023). Entretanto, diante deste problema em análise, surgiram questionamentos, incluindo a investigação dos principais fatores ambientais e antropogênicos associados ao aumento de incidentes em Pernambuco, conforme relatado na literatura. Além disso, quais medidas o estado tem adotado para prevenir ou reduzir esses incidentes? (Araújo, 2019). Um dos principais fatores antropogênicos é a construção do Porto de Suape, que resultou no fechamento da foz dos rios situados na região de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho. Esta intervenção teve um impacto significativo em um importante berçário de diversas espécies marinhas (Mattoso, 2019).

Além da degradação do ecossistema estuarino, esse fenômeno incentivou a migração em direção à foz subsequente. A influência das correntes marítimas ao longo da costa também facilitou o deslocamento de sul para norte (Maia *et al.*, 2014), chegando à entrada do rio Jaboatão, que divide as praias de Paiva e Barra de Jangada, já dentro da RMR.

Além do aumento no fluxo de embarcações na região está correlacionado com o aumento de incidentes, uma vez que esses animais são conhecidos por seguir navios (Baldrige, 1974; Schultz, 1975). A urbanização e o desenvolvimento costeiro têm causado várias modificações nos habitats naturais, levando ao aumento da proximidade das áreas habitadas por seres humanos em busca de recursos (Silva, 2019). A topografia da praia de Boa Viagem é caracterizada pela presença de um canal, que facilita a movimentação dos tubarões ao longo da costa da RMR (Hazin *et al.*, 2004).

As medidas implementadas pelos estados envolvem iniciativas direcionadas à fiscalização e monitoramento desses incidentes denominada PROTUBA, bem como à promoção da educação ambiental nas praias com parcerias com órgãos públicos (PROTUBA, 2009). Durante as operações de fiscalização entre 2007 e 2012, foram identificados e marcados 35 tubarões de diferentes espécies, incluindo o *Carcharhinus leucas*, *Galeocerdo cuvier*.

Entretanto, desde 1992, os impactos socioeconômicos decorrentes dos incidentes na região costeira de Pernambuco têm sido consideráveis (Hazin *et al.*, 2000). No entanto, a implementação de barreiras físicas representa um componente fundamental dos esforços governamentais para mitigar esses encontros e reduzir suas consequências. Ainda assim, a implementação dessas barreiras, com investimentos do governo local, pode resultar em benefícios econômicos significativos. Isso se deve ao aumento comprovado no fluxo de frequentadores das praias onde essas barreiras foram instaladas (O'Connell *et al.*, 2017). Considerando as elevadas taxas de incidentes com tubarões na região, a viabilidade da implementação torna-se evidente, pois a alta turbidez das águas costeiras favorece o contato próximo com esses animais (Da Silva, 2019).

Contudo, as barreiras que operam por meio de estímulos visuais e magnéticos, comprovadamente eficazes em áreas de águas turvas, representam uma solução favorável (O'Connell *et al.*, 2017). No entanto, é vital considerar as especificidades locais, incluindo a diversidade de espécies de tubarões e os padrões de comportamento, a fim de ajustar a implementação conforme necessário. Dessa forma, podemos buscar não apenas a segurança dos banhistas, mas também a preservação do ecossistema marinho da região (Luna, 2022). Assim, considerando os dados que demonstram a eficácia das barreiras em várias localidades, como Austrália e África do Sul (O'Connell *et al.*, 2013), considerando que essa tecnologia se apresenta como uma alternativa viável para ser implementada na costa de Pernambuco.

Portanto, para uma implementação eficaz, é fundamental conduzir estudos abrangentes sobre as espécies costeiras, compreendendo seus padrões de distribuição e comportamento (Gadig, 2001). Além disso, é crucial promover a educação ambiental entre banhistas e barqueiros para assegurar a compreensão do funcionamento das barreiras e a necessidade de preservá-las (Hazin *et al.*, 2008; O'Connell *et al.*, 2012). É necessário considerar as particularidades locais, incluindo a diversidade de espécies de tubarões e seus comportamentos, a fim de adaptar a implementação conforme necessário (Luna, 2022). Dessa maneira, não só garantimos a segurança dos banhistas, mas também a preservação do ecossistema marinho da região.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo descrito neste trabalho ilustra como podemos contribuir para mitigar conflitos com os tubarões, apresentando soluções mitigadoras já implementadas em diversas regiões do mundo. Isso oferece abordagens práticas para promover a coexistência entre seres humanos e tubarões em ambientes costeiros. O escopo do nosso trabalho engloba desde a diversidade da classe dos condrictes até a apresentação de evidências científicas que comprovam a eficiência das medidas mitigatórias na prevenção de incidentes com tubarões. No entanto, é importante destacar que essas medidas devem estimular a realização de novos estudos e o desenvolvimento de políticas públicas na região, além de ser crucial a participação dos órgãos responsáveis e da comunidade visando se comprometer a apoiar e adotar essas medidas eficazes para assegurar a segurança e a preservação do ecossistema marinho da região. Diante da bem-sucedida aplicação de barreiras físicas em locais como a Austrália Ocidental, essa abordagem emerge se destaca como uma solução promissora. Entretanto, a estratégia de abordagem dessas potenciais barreiras deve ser cuidadosamente estudada para evitar possíveis impactos ambientais e econômicos para a fauna local e as comunidades que dependem dela. Portanto a conclusão desta pesquisa é ressaltar a necessidade de soluções específicas e adaptáveis, com potencial para melhorar vários aspectos da convivência entre seres humanos e tubarões na zona costeira de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C. **Análise espaço-temporal de incidentes com tubarões no litoral de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p.101, 2019.

BALDRIDGE, H. David. Shark attack: a program of data reduction and analysis. Mote Marine Laboratory, Sarasota, FL., 1974.

BARREIROS, J. P.; GADIG, O. B. F. Catálogo ilustrado dos tubarões e raias dos Açores. Instituto Açoriano de Cultura, Angra do Heroísmo. 196pp, 2011.

BIÓLOGO. Disponível em < <https://www.biologo.com.br/tubarao/especies/tubarao-tigre>. > Acessado em: 19, Mai, 2023.

BOELTER, J. P. Classe Chondrichthyes. Disponível em < <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/condrictes/> > Acessado em: 19, Mai, 2023.

BORNATOWSKI, H.; COSTA, L.; ROBERT, M. C.; PINA, J. V. Hábitos alimentares de tubarões-martelo jovens, *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae), no litoral sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 213-216, 2007.

BORNATOWSKI, H.; ROBERT, M. C.; COSTA, L. Dados sobre a alimentação de jovens de tubarão-tigre, *Galeocerdo cuvier* (Péron & Lesueur) (Elasmobranchii, Carcharhinidae), do sul do Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 10-13, 2007.

CHAPMAN, Blake K.; MCPHEE, Daryl. Global shark attack hotspots: Identifying underlying factors behind increased unprovoked shark bite incidence. **Ocean & Coastal Management**, v. 133, p. 72-84, 2016.

CLIFF, G.; DUDLEY, S. F. J. Protection against shark attack in South Africa, 1952-90. **Marine and Freshwater Research**, v. 43, n. 1, p. 263-272, 1992.

COLMAN, J. G. A review of the biology and ecology of the whale shark. **Journal of Fish Biology**, v. 51, n. 6, p. 1219-1234, 1997.

CURTIS, T. *Carcharhinus leucas*. Disponível em < <http://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/carcharhinus-leucas/> > Acessado em: 19, Mai, 2023.

DA COSTA, V. P. Identificação dos fatores que propiciam os acidentes com *Carcharhinus leucas* na praia de Boa Viagem em Recife PE. **Atas de Saúde Ambiental-ASA**, v. 3, n. 2, p. 138-143, 2015.

DA SILVA, A. C. R.; DO NASCIMENTO, R. M. Aprendendo a conviver com os tubarões: relações entre humanos e não humanos em Recife e no arquipélago de Fernando de Noronha (BRA). **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, v. 7, n. 2, p. 66-81, 2019

DA SILVA, J. E. R. **A problemática de incidentes com tubarões em Pernambuco, Brasil**. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, p. 138, 2019.

EVANS; **Será que estas tecnologias poderão reduzir os ataques e o abate de tubarões?**. [S. l.], 15 jun. 2016. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2016/06/sera-estas-tecnologias-poderao-reduzir-os-ataques-abate-tubaroes/>. - Acesso em: 5 set. 2023.

Fiocruz, Tubarões, Disponível em < <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis?infantil/tubarao.htm> > Acesso em: 19, Mai, 2023.

GADIG, O. B. F. **Tubarões da costa brasileira**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista, p. 360, 2001.

GADIG, O. B. F.; SAZIMA, I. A non-fatal attack by the Tiger Shark, *Galeocerdo cuvieri*, on the northeast coast of Brazil (CHONDRICHTHYES:CARCHARHINIDAE). **Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza**, v. 36. n. 1-2, p.119-121. 2003.

HAZIN, Fábio HV; AFONSO, André S. A green strategy for shark attack mitigation off Recife, Brazil. **Animal Conservation**, v. 17, n. 4, p. 287-296, 2014.

HAZIN, F. H. V.; WANDERLEY Jr, J. A. M.; MATTOS, S. M. G. Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza**, v. 33, n. 1-2, p. 33-42, 2002.

HAZIN, F. H. V.; WANDERLEY JR., J. A. D. M.; MATTOS, S. M. G. D. Shark attack on the coast of Pernambuco, Brazil: case report. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 35, n. 3, p. 269-272, 2002.

HAZIN, F. H. V.; BURGESS, G. H.; CARVALHO, F. C. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. **Bulletin of Marine Science**, v. 82, n. 2, p. 199-212, 2008.

HEITHAUS, M. R. Shark attacks on bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Shark Bay, Western Australia: attack rate, bite scar frequencies, and attack seasonality. **Marine Mammal Science**, v. 17, n. 3, p. 526-539, 2001.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. 1232p < Disponível em <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/livro-vermelho/livro-vermelho-da-fauna-brasileira-ameacada-de-extincao-2018/> Acesso em : 08. Dez. 2023

INTERNATIONAL SHARK ATTACK FILE - ISAF. Map of Brazil's Confirmed Unprovoked Shark Attacks 1931-Present. Disponível em <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/maps/sa/brazil/> Acesso em: 25. Mai. 2023.

INTERNATIONAL SHARK ATTACK FILE - ISAF. Map of World's Confirmed Unprovoked Shark Attacks. 1580-Present. Disponível em <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/maps/world/> Acesso em: 25 Mai. 2023

INTERNATIONAL SHARK ATTACK FILE – ISAF Species Implicated in Attacks 1530 – Present. Disponível em <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/factors/species-implicated/> Acesso em: 02 out 2023.

MANSO, V.D.A.V., et al. Erosão e Progradação do litoral brasileiro: Pernambuco. **Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha–LGGM**, p. 179-196, 2006

MARTINS, A. P. B.; SCHWINGEL, P. R.; HAZIN, F. H. V. Shark attack hotspots on the east coast of Brazil: a GeoStatistical analysis. **Ocean & Coastal Management**, v. 80, p. 43-50, 2013.

MARTINS, A. P. B.; SCHWINGEL, P. R. Sharks in the waters of Recife: perceptions of surfers and swimmers on shark attacks. **Environment, Development and Sustainability**, v. 18, n.1, p. 1-20, 2016.

MYRBERG, Arthur A. The acoustical biology of elasmobranchs. The behavior and sensory biology of elasmobranch fishes: an anthology in memory of Donald Richard Nelson, p. 31-46, 2001.

NGUTJINAZO, O. **África Do Sul: Redes de Proteção contra tubarões ameaçam a vida marinha: Para proteger os nadadores de ataques, foram implantadas redes de tubarões ao longo das praias mais populosas da África do Sul.** [S. l.], 22 mar. 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-002/%C3%A1frica-do-sul-redes-de-prote%C3%A7%C3%A3o-contra-tubar%C3%B5es-amea%C3%A7am-a-vida-marinha/g-56953805>. Acesso em: 5 set. 2023

NIELA, Y. V. **Ocorrência, biologia e movimentação do tubérculo de cabeça achatada, *Carcharhinus leucas*, na costa nordeste do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p.120, 2016.

O'CONNELL, C. P.; GRESSLE, J.; CREWS, J.; KING, A. A.; HE, P. Evaluating the effects of a SharkSafe Barrier™ shoreline deployment on bull shark (*Carcharhinus leucas*) behaviour. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 32, n. 1, p. 55-65, 2022.

O'CONNELL, C. P.; ANDREOTTI, S.; RUTZEN, M.; MEYER, M.; MATTHEE, C. A.; HE, P. Effects of the Sharksafe barrier on white shark (*Carcharodon carcharias*)

behavior and its implications for future conservation technologies. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 460, p. 37-46, 2014.

O'CONNELL, C. P.; HYUN, S.; RILLAHAN, C. B.; HE, P. Bull shark (*Carcharhinus leucas*) exclusion properties of the sharksafe barrier and behavioral validation using the ARIS technology. **Global ecology and conservation**, v. 2, p. 300-314, 2014.

O'CONNELL, C. P.; ANDREOTTI, S.; RUTZEN, M.; MEYER, M.; MATTHEE, C. A. Testing the exclusion capabilities and durability of the Sharksafe Barrier to determine its viability as an eco-friendly alternative to current shark culling methodologies. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 28, n. 1, p. 252-258, 2018.

Porque o Protuba foi interrompido?. Disponível em <
https://www.linkedin.com/pulse/por-que-o-protuba-foi-interrompido-arnaud-mattoso?utm_source=share&utm_medium=member_android&utm_campaign=share_via > Acessado em: 03 Jun. 2023

Projeto MegaMar. Disponível em <
<https://www.projetoMegamar.com/a%C3%A7%C3%B5es> > Acessado em: 05 set. 2023

QUINTÃO, Maria. Educação ambiental. 2011.

READ, T. D.; Petit III, R. A.; JOSEPH, S. J.; ALAM, M. T.; WEIL, M. R.; AHMAD, M.; BHIMANI, R.; VUONG, J. S.; HAASE, C. P.; WEBB, D. H.; TAN, M.; DOVE, A. D. M. Draft sequencing and assembly of the genome of the world's largest fish, the whale shark: *Rhincodon typus* Smith 1828. **BMC genomics**, v. 18, p. 1-10, 2017.

Relatório Protuba IV, Disponível em <
https://www.sds.pe.gov.br/images/CEMIT/RELAT%C3%93RIOS/Relatorio_PROTUBA_IV.pdf > Acessado em: 03. Jun 2023.

Relatório Protuba V, Disponível em <
https://www.sds.pe.gov.br/images/CEMIT/RELAT%C3%93RIOS/Relat%C3%B3rio_PROTUBA_V_-_1%C2%BA_T__Per%C3%ADodo_17_de_junho_de_2009_a_17_de_setembro_de_2009.pdf > Acessado em 03 Jun. 2023.

RITTER, E. K.; HORTA, P. A. Abundance and distribution of large sharks in the Recife region, northeastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 90, n. 1, p. 166-181, 2017.

ROCHA, B. C. L. **Habitats adequados e aspectos ecológicos do tubarão-baleia (Rhincodon, typus Smith 1828) no Oceano Atlântico Sudoeste e Equatorial**. Tese (Doutorado em Oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 160, 2016.

ROLLNIC, M.; MEDEIROS, C. Circulation of the coastal waters off Boa Viagem, Piedade and Candeias beaches Pernambuco, Brazil. **Journal of Coastal Research**, p. 648-650, 2006.

ROLLNIC, M.; MEDEIROS, C.. Application of a probabilistic sediment transport model to guide beach nourishment efforts. **Journal of Coastal Research**, n. 65 (10065), p. 1856-1861, 2013.

ROWAT, D.; BROOKS K. S. A review of the biology, fisheries and conservation of the whale shark *Rhincodon typus*. **J Fish Biol**, v. 80, p. 1019–1056, 2012.

MIDWAY, S. R.; WAGNER, T.; BURGESS, G. H. Trends in global shark attacks. **PloS one**, v. 14, n. 2, p. e0211049, 2019.

SCHWINGEL, P. R.; MARTINS, A. P. B. Shark attack incidence in Pernambuco, Brazil, between 1992 and 2012. **Hydrobiologia**, v. 757, n.1, p. 221-226, 2015.

SUAPE- disponível- <https://www.suape.pe.gov.br/pt/porto/o-porto-do-futuro>

SZPILMAN, M. Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação. Rio de Janeiro: MAUAD Editora Ltda, 2000.