



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**PETRECHOS DE PESCA COMO RESÍDUO PRAIAL EM UMA
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA COSTA PARAENSE**

Dissertação apresentada por:

Elaine Simone da Cruz Silva Silva

Orientação: Dr.^a Sury de Moura Monteiro

Coorientação: Dr.^a Sarita Nunes Loureiro

**BELÉM - PA
2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 24^a

**PETRECHOS DE PESCA COMO RESÍDUO PRAIAL EM UMA
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA COSTA PARAENSE**

Dissertação apresentada por:

Elaine Simone da Cruz Silva Silva

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sury de Moura Monteiro (UFPA)

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Sarita Nunes Loureiro (UFPA)

**BELÉM – PA
2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p Silva, Elaine Simone da Cruz Silva.
Petrechos de pesca como resíduo praial em uma área de proteção ambiental na costa paraense / Elaine Simone da CruzSilva Silva. — 2024.
xiv, 51 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^ª. Dra. Sury de Moura Monteiro
Coorientação: Prof^ª. Dra. Sarita Nunes Loureiro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Belém, 2024.

1. Poluição marinha. 2. Degradação. 3. Resíduos pesqueiros. 4. Bioincrustação. 5. Costa amazônia. I. Título.

CDD 551.4607



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia

PETRECHOS DE PESCA COMO RESÍDUO PRAIAL EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA COSTA PARAENSE

Dissertação de mestrado apresentada por:
ELAINE SIMONE DA CRUZ SILVA SILVA

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre na Área de Oceanografia e Linha de pesquisa em Avaliação e Gestão de Recursos Aquáticos.

Data da Aprovação: 29 / 02 /2024

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br SURY DE MOURA MONTEIRO
Data: 09/05/2024 10:48:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Sury de Moura Monteiro
(Orientadora – UFPA)

Documento assinado digitalmente
gov.br SARITA NUNES LOUREIRO
Data: 09/05/2024 09:25:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Sarita Nunes Loureiro
(Coorientadora – UFPA)

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCELO ROLLNIC
Data: 07/05/2024 15:57:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Rollnic
(Membro - UFPA)

Documento assinado digitalmente
gov.br FABIAN SA
Data: 30/04/2024 12:50:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabian Sá
(Membro – UFES)

Prof.^a Dr.^a Maria Christina Barbosa de Araújo
(Membro – UFPE)

Documento assinado digitalmente
gov.br MARIA CHRISTINA BARBOSA DE ARAUJO
Data: 03/05/2024 14:49:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ao autor da minha fé!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita graça sobre a minha vida, por todas as bênçãos concedidas, por me proteger como a menina de seus olhos e me abençoar muito além do que eu mereça ou possa imaginar.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao projeto Resíduos Sólidos em Rios, Praias e Manguezais da Costa Paraense, pelo financiamento.

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental e Marinho (LAPMAR) pelo suporte nas análises laboratoriais. Em nome do Adauto Lima Cardoso, ao Laboratório Genômica Integrativa, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista (UNESP) pela parceria nas análises de DNA Barcode.

Ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-BIO) pelo apoio nas pesquisas.

À minha orientadora Dra. Sury de Moura Monteiro por todo apoio e dedicação nas orientações, pelos conselhos, ensinamentos, trocas de experiências, por ser um exemplo de profissionalismo, de humanidade, por se importar de fato com os seus orientandos e sempre está disposta a nos ouvir e oferecer o seu ombro amigo. Palavras não são suficientes para externar a minha eterna gratidão.

À minha coorientadora Dra. Sarita Nunes Loureiro que me acompanha desde os meus primeiros passos na pesquisa, por acreditar na minha capacidade de alcançar novas metas e desafios, por me aconselhar e direcionar quando necessário.

Aos membros da banca examinadora pelas suas considerações.

Aos meus colegas de laboratório pelo compartilhamento de conhecimentos, de atividades, de colaboratividade, de aflições e de conquistas, em especial a Deisiane, Danilo, João, Pedro, David, Marcus, Gabriel, Marília e Maurício pelas ajudas em campo, nas análises e/ou simplesmente por fazer os meus dias mais felizes e divertidos.

Aos meus amados pais Oziel Souza da Silva e Eliudes da Cruz Silva, por sempre acreditarem em mim, por me incentivarem a ir em busca dos meus sonhos e objetivos, pelos ensinamentos, amor, cuidado e intercessões direcionadas a mim.

Ao meu amado esposo, Adones Ribeiro Silva, por ser meu porto seguro nos momentos de adversidade, pelo companheirismo, compreensão, incentivo e por todas as orações.

Aos meus queridos irmãos Wanderson Adriano da Cruz Silva, Cleidilene Felix da Silva, Evandro Williamy da Cruz Silva e Paulo César Eduardo da Cruz Silva que acompanharam a minha trajetória e sempre transmitiram palavras positivas, pelos bons momentos de conversas, risos e boa vivência, que me ajudam a levar a vida de uma forma mais leve e feliz.

À minhas estrelinhas que agora brilham lá no céu, meu avô materno José Santiago da Cruz (*in memoriam*) e minha avó paterna Sinhá Maria da Silva Lima (*in memoriam*), por ter sido tão amada e admirada por eles, por ser meu exemplo de amor e ternura. Em nome da minha avó materna Lúcia da Costa Prestes da Cruz e avô paterno Manoel de Souza Lima, agradeço a todos os meus familiares que sempre torceram por mim e se alegram comigo em cada conquista.

À Eny da Conceição Prestes e Aparício Araújo Passos, por abrirem não somente a porta de sua casa, mas também os seus corações, por cuidarem e me acolherem tão bem, pelas brincadeiras, risadas, conselhos e por serem luz e benção em minha vida.

A todos os meus amigos e amigas que acreditaram, torceram por mim e comemoram comigo as minhas conquistas, em especial as minhas amigas Noemy da Silva Takada, Antônia Tamires Barbosa de Souza, Dayana Alves Soares e Vanessa Oliveira.

*“O mar tem coisas surpreendentes.
O lixo não precisa ser uma delas.”*

(Jéssica Tamires Link)

RESUMO

Os Petrechos de Pesca Abandonados, Perdidos ou Descartados (*Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear* – ALDFG) durante as atividades pesqueiras, representam um problema global. Esses equipamentos correspondem a pelo menos 640.000 toneladas de resíduos que se acumulam anualmente nos oceanos e causam impactos para a fauna aquática como emaranhamento, ingestão, lesões, pesca fantasma e podem ainda, atuar como vetores de substâncias químicas. Esta é a primeira quantificação dos ALDFG em praias no Norte do Brasil. O estudo foi realizado em praias da Ilha de Algodual, que é uma Área de Proteção Ambiental (APA), com o objetivo de avaliar se há variação espacial e temporal dos ALDFG em diferentes praias (Caixa d'água, Farol, Princesa e Cação), considerando suas diferentes características ambientais, e verificar se há a ocorrência de organismos associados aos ALDFG. Os ALDFG foram coletados nos períodos chuvoso e seco (2022), em quadrantes de 100m² em 30 transectos contendo três pontos: linha de maré alta, intermediário e linha de maré baixa. Calculou-se a densidade dos ALDFG e um Fator de Impacto Ambiental (FIA), considerando o tipo de ALDFG, sua massa e o ambiente onde foi encontrado. Ao todo, 459 itens de ALDFG foram recolhidos (248 no período seco e 211 no chuvoso), totalizando 13,14 kg, dentre estes os principais foram os fragmentos, os cabos elétricos, as cordas e as redes de pesca, com destaque para o material do tipo nylon e a cor azul. No geral, as praias apresentaram densidade média de 0,023 itens/m² e 0,755 g/m² no período chuvoso e de 0,028 itens/m² e 0,704 g/m² no período seco, com baixo impacto ambiental (FIA entre 0-1). Mas também se observou pontos com elevados impactos (FIA = 10 e FIA= 9), em pontos com a presença de afloramentos rochosos e vegetação, respectivamente. Na praia da Caixa d'água há presença de mangue juvenil no ambiente de entremarés e afloramentos rochosos, assim como, localiza-se próximo ao porto de embarcações pesqueiras, logo, foi a praia que apresentou a maior quantidade de ALDFG (274 itens), a maior massa (6,35 kg), a maior densidade (2,74 itens/m² e 63,52 g/m²), e conseqüentemente o maior Fator de Impacto Ambiental (FIA = 10). Além disto, associados aos ALDFG foram registrados 1.543 organismos (1.380 no período chuvoso e 163 no seco) pertencentes aos seguintes grupos, cracas, bivalves, paguros, caranguejos, isópodes, poliquetas, gastrópodes, anêmonas e pulgas-do-mar, a maioria foram encontrados associados as cordas e as boias de poliestireno. A pesca é uma fonte reconhecida de ALDFG e a presença desses resíduos em uma APA pode causar diversos impactos a esse ecossistema.

Palavras-chave: poluição marinha; degradação; resíduos pesqueiros; bioincrustação; costa amazônica.

ABSTRACT

Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear (ALDFG) during fishing activities represent a global problem. This equipment corresponds to at least 640,000 tons of waste that accumulates annually in the oceans and causes impacts on aquatic fauna such as entanglement, ingestion, injuries, ghost fishing and can also act as vectors of chemical substances. This is the first quantification of ALDFG on beaches in Northern Brazil. The study was carried out on beaches on Algodual Island, which is an Environmental Protection Area (APA), with the aim of evaluating whether there is spatial and temporal variation in ALDFG on different beaches (Caixa d'água, Farol, Princesa and Caçã), considering their different environmental characteristics, and check whether there is the occurrence of organisms associated with ALDFG. The ALDFG were collected in the rainy and dry seasons (2022), in quadrants of 100m² in 30 transects containing three points: high tide line, intermediate and low tide line. The density of ALDFG and an Environmental Impact Factor (FIA) were calculated, considering the type of ALDFG, its mass and the environment where it was found. In total, 459 ALDFG items were collected (248 in the dry season and 211 in the rainy season), totaling 13.14 kg, among which the main ones were fragments, electrical cables, ropes and fishing nets, with emphasis on the nylon type material and blue color. Overall, the beaches had an average density of 0.023 items/m² and 0.755 g/m² in the rainy season and 0.028 items/m² and 0.704 g/m² in the dry season, with a low environmental impact (FIA between 0-1). But points with high impacts were also observed (FIA = 10 and FIA = 9), in points with the presence of rocky outcrops and vegetation, respectively. On Caixa d'água beach there is the presence of juvenile mangroves in the intertidal environment and rocky outcrops, as well as, it is located close to the port for fishing vessels, therefore, it was the beach that presented the largest quantity of ALDFG (274 items), the highest mass (6.35 kg), the highest density (2.74 items/m² and 63.52 g/m²), and consequently the highest Environmental Impact Factor (FIA = 10). Furthermore, associated with the ALDFG, 1,543 organisms were recorded (1,380 in the rainy season and 163 in the dry season) belonging to the following groups, barnacles, bivalves, paguros, crabs, isopods, polychaetes, gastropods, anemones and sea fleas, the majority of which were found associated with ropes and polystyrene buoys. Fishing is a recognized source of ALDFG and the presence of these residues in an APA can cause several impacts to this ecosystem.

Key words: marine pollution; degradation; fishing waste; biofouling; amazon coast.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da Ilha de Algodoal (PA) indicando os limites da APA e das praias estudadas: Caixa d'água, Farol, Princesa e Cação e os pontos de amostragem de ALDGF.....	4
Figura 2 - Petrechos de pesca utilizados na Ilha de Algodoal, PA: A) curral; B) rede fixa do tipo zangaria; C) rede fixa do tipo escorada; D) puçá de siri.	6
Figura 3 - Características ambientais da praia da Caixa d'água, Ilha de Algodoal, PA: A) sedimentação arenosa; B) afloramento rochoso com vegetação de mangue juvenil; C) vegetação de mangue juvenil com marisma.	6
Figura 4 - Praias da área de estudo, Ilha de Algodoal, PA: A) praia do Farol; B) praia da Princesa; C) afloramentos rochosos na praia da Princesa.	7
Figura 5 - Esquema de distribuição dos transectos, destacando os quadrantes (10x10m) para coleta de ALDFG.....	10
Quadro 1 -Descrição dos tipos de petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados considerados neste estudo.	11
Figura 6 - ALDFG encontrados na Ilha de Algodoal (PA): A) fragmento; B) emaranhado; C) cabo elétrico; D) tela de curral; E) boia de poliestireno; F) corda; G) barbante; H) fragmento; I) rede de pesca.....	12
Quadro 2 - Atribuição de fator de peso de impacto ambiental para cada ALDFG na Ilha de Algodoal (PA).....	14
Quadro 3 - Atribuição de fator de peso de impacto ambiental para cada ambiente onde os ALDFG foram encontrados na Ilha de Algodoal (PA).	15
Figura 7 - Quantidade dos tipos e material dos ALDFG encontrados na Ilha de Algodoal (PA). A) quantidade dos tipos de ALDFG. B) quantidade de material dos ALDFG.	17
Figura 8 - Tipos e quantidades de ALDFG encontrados nos períodos chuvoso e seco, na Ilha de Algodoal (PA).....	18
Figura 9 - Distribuição dos ALDFG conforme as praias onde foram encontrados, Ilha de Algodoal (PA).....	18
Figura 10 - Distribuição dos ALDFG conforme o ambiente em que foram encontrados, Ilha de Algodoal (PA).....	19
Figura 11 - Distribuição das densidades dos ALDFG (itens/m ²) na Ilha de Algodoal (PA) no período chuvoso (A) e seco (B).	20
Figura 12 - Distribuição das densidades dos ALDFG (g/m ²) na Ilha de Algodoal (PA) no período chuvoso (A) e seco (B).	21

Figura 13 - Fator de impacto ambiental que os ALDFG podem causar ao ambiente na Ilha de Algodual (PA) no período chuvoso (A) e seco (B), considerando os tipos de ALDFG e o ambiente.	22
Figura 14 - Cabos elétricos usados para amarrações em currais na Ilha de Algodual (PA): A) estrutura de curral com amarrações de cabo elétrico; B) detalhe da estrutura com cabos elétricos; C) curral desmontado com presença de cabos elétricos considerados ALDFG.	24
Figura 15 - Resíduos praias encontrados na praia do Cação, Ilha de Algodual (PA): A) ALDFG presentes na linha de maré alta; B) Garrafa pet proveniente de outro país encontrada na linha de maré alta.	25
Figura 16 - Características ambientais de regiões da linha de maré baixa na praia da Caixa d'água, Ilha de Algodual (PA): A) currais em afloramentos rochosos; B) vegetação em afloramentos rochosos; C) presença de cabos elétricos em estrutura de curral.	26
Figura 17 - Registros de cabos elétricos encontrados como ALDFG na Ilha de Algodual (PA). A) Cabos elétricos usados para amarração de curral e encontrados presos nos afloramentos rochosos; B) cabos elétricos triados em laboratório.	27
Figura 18 - Redes de pesca associadas a outros tipos de ALDFG na Ilha de Algodual (PA). A) e B) rede de pesca encontrada no ponto 10C, infralitoral; C) e D) redes de pesca encontradas em outras regiões das praias, retidas pela presença de um obstáculo (vegetação e/ou curral abandonado).	28
Figura 19 - Organismos encontrados associados aos ALDFG na Ilha de Algodual (PA): A) caranguejo; B) caranguejo (<i>Hexapanopeus caribbaeus</i>); C) caranguejo (<i>Petrolisthes armatus</i>); D) caranguejo; E) anêmona (<i>Diadumene leucolena</i>); F) pulga-do-mar (<i>Amphipoda</i> sp. WCH_2117); G) craca; H) paguro; I) bivalve; J) isópode; K) poliqueta (<i>Alitta succinea</i>); L) gastrópode. (Imagens ilustrativas e sem escala).	33
Figura 20 - Organismos associados aos ALDFG durante o período chuvoso e seco, na Ilha de Algodual (PA).	34
Figura 21 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias, na Ilha de Algodual (PA).	34
Figura 22 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias em cada período de amostragem, na Ilha de Algodual (PA).	35
Figura 23 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias desde a linha de maré alta até a linha de maré baixa, na Ilha de Algodual (PA).	35
Figura 24 - Organismos associados a ALDFG do tipo corda, na Ilha de Algodual (PA).	36

Figura 25 - ALDFG com ocorrência de organismos, na Ilha de Algodual (PA): A) corda; B) cabo elétrico; C) boia de poliestireno; D) rede de pesca; E) fragmento; F) tela de curral.	36
Figura 26 - Grupos de organismos encontrados associados aos ALDFG, na Ilha de Algodual (PA).	37
Figura 27 - Caranguejo associado a rede de pesca presa em vegetação de mangue juvenil, em região intermediária na praia da Caixa d'água, na Ilha de Algodual (PA).	37
Figura 28 - Mapa de distribuição de ocorrência de organismos associados aos ALDFG nas quatro praias de estudo, na Ilha de Algodual (PA). Círculos indicam pontos com ocorrência de organismos: cor preta (no período chuvoso), cor amarela (no período seco) e bicolor (em ambos os períodos), a cruz indica pontos de coleta onde não houve a ocorrência de organismos.	38
Figura 29 - Organismos encontrados em corda no infralitoral da praia do Cação, na Ilha de Algodual (PA): A) craca e poliqueta; B) bivalves; C) craca e caranguejo.	40
Figura 30 - Tartaruga-de-couro encontrada emaranhada em rede de pesca na praia da Princesa, Ilha de Algodual (PA). Fonte: Projeto TAMAR.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tamanho de extensão e distância entre a linha de maré alta e a linha de maré baixa das praias pesquisadas na Ilha de Algodual	7
Tabela 2 - Comparação entre as densidades calculadas a partir da quantidade de itens (itens/m ²) e da massa (g/m ²) dos ALDFG em praias na Ilha de Algodual (PA).	21
Tabela 3 – Trabalhos sobre ALDFG considerando a área de estudo, quantidade e tipos de ALDFG encontrados.	23
Tabela 4 - Espécies de organismos encontrados associados aos ALDFG na Ilha de Algodual (PA).	38
Tabela 5 - Organismos associados a uma única corda encontrada na linha de maré baixa da praia do Cação, na Ilha de Algodual (PA).	39

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	x
LISTA DE TABELAS	xiii
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
1.3.1 Área de Estudo	4
1.3.2 Delineamento Amostral	7
CAPÍTULO 2 ALDFG EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA COSTA PARAENSE.....	8
2.1 INTRODUÇÃO	8
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.2.1 Análises de Dados.....	12
2.3 RESULTADOS.....	16
2.4 DISCUSSÃO.....	22
CAPÍTULO 3 OCORRÊNCIA DE ORGANISMOS ASSOCIADOS AOS ALDFG EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO LITORAL AMAZÔNICO.....	30
3.1 INTRODUÇÃO	30
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.3 RESULTADOS.....	32
3.4 DISCUSSÃO.....	39
CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	44

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade ancestral provedora de alimento e renda (Viana *et al.* 2021) e é realizada por equipamentos chamados Petrechos de Pesca (PP). Até meados do século XX, os PP foram fabricados com materiais biodegradáveis como linho (Adomilli 2009) e algodão, porém estes não eram resistentes, sendo vulneráveis à ação do ambiente marinho (Rajabally & Ramires 2020). A partir da segunda guerra mundial, os PP passaram a ser fabricados com materiais sintéticos, o que aumentou a sua durabilidade e eficiência (Mallos 2013). As redes de pesca, por exemplo, passaram a ser fabricadas com polietileno de alta densidade ou nylon (Monteiro 2016).

Variedades de PP são usados em todo o mundo (*i.e.* varas, linhas, anzóis, redes de pesca, espinheis, armadilhas, boias e outros) e esses equipamentos correspondem a pelo menos 640.000 toneladas que se acumulam anualmente no oceano (World Animal Protection 2019). Desta forma, os Petrechos de Pesca Abandonados, Perdidos ou Descartados (*Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear - ALDFG*) durante as atividades pesqueiras, representam um problema global (Link *et al.* 2019). Para os organismos aquáticos, está problemática foi potencializada com a introdução de PP sintéticos que permanecem intactos no ambiente marinho durante anos (Mallos 2013).

No ambiente marinho os PP podem se dispersar devido a influência dos ventos (Brabo *et al.* 2022, Montenegro *et al.* 2020), das correntes, das marés e das ondas (Brasil 2019). Além disso, são expostos a abrasão física e a exposição da luz solar (Karbalaie *et al.* 2018) e, como consequência, se degradam em partículas menores (Chamorro 2020). Estas partículas microplásticas podem ser absorvidas pelos organismos através da inalação, ingestão, pele, invadir as células (Shang *et al.* 2014) e atuar como vetores de substâncias químicas utilizadas durante a sua fabricação, as quais podem ser adsorvidas no meio (Hong *et al.* 2017).

Outro impacto para a fauna aquática ocorre através do emaranhamento e das lesões (Orós *et al.* 2005, Tourinho *et al.* 2010). Além disso, podem causar a pesca fantasma, que ocorre quando os ALDFG capturam os organismos acidentalmente (Chaves & Robert 2009), mesmo quando já estão em desuso.

Em ambiente praial os petrechos de pesca já foram classificados como uma categoria de resíduos sólidos em países como a Colômbia (Rangel-Buitrago *et al.* 2018), a Indonésia (Purba *et al.* 2018) e o Brasil (Ramos & Pessoa 2019). Também foram classificados como resíduos em corpos de água doce ao redor do mundo (Azevedo-Santos *et al.* 2021a).

Estudos que abordam especificamente os ALDFG em praias, foram realizados em: Lácio (Itália) (Battisti *et al.* 2019); Kerala (Índia) (Daniel *et al.* 2020), Pulau Ubin (Singapura) (Gajanur & Jaafar 2023); e no Brasil ocorreram em: São Paulo (Souza *et al.* 2019); Paraná (Antunes 2021); Santa Catarina e Paraná (Chaves & Robert 2009); Pernambuco (Andrade *et al.* 2022) e na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina (Link 2017). Além desses, no Brasil, os ALDFG também são abordados por meio de revisões de literatura (Link *et al.* 2019) e de mídias digitais (Azevedo-Santos *et al.* 2021b), ou através de diagnósticos de lesões em megafauna (Nery *et al.* 2008). No Norte do Brasil somente o estudo de Nóbrega *et al.* (2021) tratou sobre a captura acidental de invertebrados por meio da rede de arrasto, que é utilizada na pesca de camarão.

Destaca-se que a produção pesqueira da região Norte, representou cerca de 15% do total da pesca marinha no Brasil, em 2007 (Castello 2010). Nesta região, o pescado é a principal fonte de proteína para a população local com estimativa de 500 mil toneladas/ano, sendo o estado do Pará um dos principais exportadores no país (Diniz *et al.* 2010).

No Norte do Brasil a pesca artesanal é predominante (Castello 2010), e no Pará corresponde a 84,23% da produção (Conceição *et al.* 2020). Os principais PP usados são do tipo: armadilha móvel (muzuá e cacurí), armadilha fixa (curral e fuzarca), linha (espinhel e linha pargueira), rede fixa e rede (arrastão, bubuia, caiqueira, gozeira, lagosteira, malhadeira, miqueira, rede de lance, serreira e tainheira), sendo que cada um destes é usado de acordo com a respectiva espécie alvo (Espírito-Santo & Isaac 2012).

Os principais polos de pesca artesanal da costa paraense são Belém, Abaetetuba, Curuçá, São Caetano de Odivelas (Marcelino *et al.* 2015); Vigia (Silva & Batista 2017) e Maracanã (Santos 2005). Neste último, está inserida a Ilha de Algodoal, que é uma Área de Proteção Ambiental (APA), com importância econômica e ecológica, sobretudo, por ser uma área de ocorrência de desova de tartarugas marinhas.

Considerando a importância da região para a produção pesqueira brasileira, a variedade de PP utilizados, sobretudo os produzidos por materiais plásticos como nylon, e a ausência de estudos sobre os impactos que estes causam ao ambiente, destaca-se a importância socioambiental de realizar o primeiro levantamento dos ALDFG em uma APA do Pará. Esta deveria apresentar uma atividade pesqueira sustentável com foco na conservação dos oceanos, buscando reduzir a presença de ALDFG no ambiente, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Especificamente para o ODS 14.1 que visa prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos até 2025 (United Nations 2016), destaca-se que os estudos

sobre os ALDFG ainda são limitados. Há ainda uma deficiência de conhecimento sobre o fluxo de plástico provenientes de atividades pesqueiras para o ambiente marinho (Jambeck *et al.* 2015). Isso impossibilita não somente cumprir o ODS como também intervir na gestão ambiental (Gilman *et al.* 2021) da Ilha que está inserida em uma APA.

A importância ecossistêmica da Ilha de Algodal e a problemática ambiental apresentada despertou o interesse científico de estudo sobre os ALDFG na região, e este fornecerá informações inéditas sobre a ocorrência de ALDFG na APA.

Esta dissertação será apresentada em três capítulos, sendo o Capítulo 1 com a contextualização do tema, os objetivos e a descrição da área de estudo. O Capítulo 2 apresentará os ALDFG encontrados na Ilha de Algodal (PA), assim como, os métodos, procedimentos da pesquisa e análises dos dados, e o Capítulo 3 apresentará a ocorrência de organismos associados aos ALDFG na Ilha de Algodal (PA).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar se há variação espacial e temporal de petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados e se há a ocorrência de organismos associados a esses resíduos, em diferentes praias de uma Área de Proteção Ambiental na costa paraense.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar quanto ao tipo, massa e tamanho os diferentes ALDFG encontrados nas praias;
- Analisar se há diferença na distribuição dos ALDFG entre as praias considerando as características ambientais: largura praial entre o limite de maré alta e o limite de maré baixa; diferença na sedimentação; presença ou ausência de vegetação e/ou afloramentos rochosos;
- Avaliar se há diferença na densidade dos ALDGF entre as praias e nos diferentes períodos, considerando os diferentes tipos de petrechos de pesca utilizados ao longo do ano;
- Propor um Fator de Impacto Ambiental considerando os tipos de ALDFG e as características ambientais de cada praia;
- Avaliar a distribuição dos organismos associados aos ALDFG considerando os períodos e as praias.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

1.3.1 Área de Estudo

Ilha de Algodual está inserida em uma Área de Proteção Ambiental (APA) localizada no município de Maracanã, Nordeste do estado Pará, Brasil ($0^{\circ}35'19''$ S e $47^{\circ}34'38''$ W) (Figura 1). A Ilha de Algodual é a primeira APA criada em ambiente costeiro no estado, com o intuito de manter e reparar as condições ecológicas (Bastos *et al.* 1995). Esta APA foi criada em 27 de novembro de 1990, sob a lei estadual n.º 5.621 (Monteiro & Nóbrega 2008) e atualmente é administrada pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-BIO).

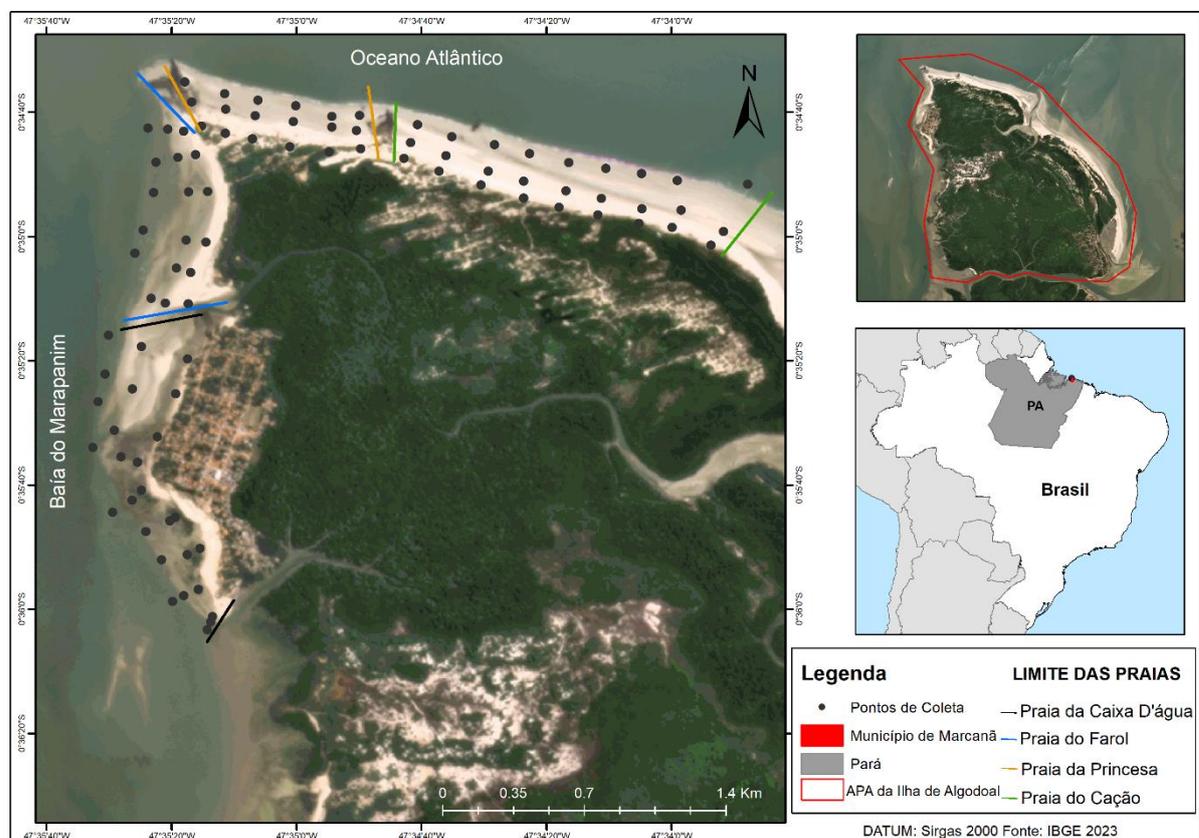


Figura 1 - Localização da Ilha de Algodual (PA) indicando os limites da APA e das praias estudadas: Caixa d'água, Farol, Princesa e Cação e os pontos de amostragem de ALDGF.

A planície costeira da Ilha apresenta depósitos arenosos e argilosos, recortado por canais de maré, de entre marés e estuarino, cordões praia-duna, lagos interdunais, planície de maré arenosa e planície de maré lamosa (Filgueira 2019). Esta região é formada por vários tipos de ecossistemas como manguezal juvenil, restinga, marisma, praias e campos de dunas vegetadas e não vegetadas (Nobrega & Martinelli-Lemos 2016).

A Ilha de Algodual é banhada ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul pelo furo de Mocooca, a leste e oeste pelas baías de Maracanã e Marapanim, respectivamente (Freitas *et al.* 2019). Essa região é influenciada por marés semidiurna, com amplitude média de 5,5 m durante a maré de sizígia (Aviz *et al.* 2022). No período chuvoso os ventos sopram predominantemente do nordeste e são menos intensos do que no período seco (Aviz *et al.* 2022). As praias da Ilha são dissipativas com granulometria fina ou muito fina (Rosa Filho *et al.* 2011).

Está região é influenciada por clima tropical úmido (Rosa Filho *et al.* 2011), com temperatura média anual em torno de 27°C (Ruivo *et al.* 2005) e possui estações secas (julho a dezembro) e chuvosas (janeiro a junho) (Loureiro *et al.* 2016) com pluviosidade anual média de 3.000 mm (Rosa Filho *et al.* 2011).

A Ilha de Algodual está inserida em um importante polo de pesca artesanal do estado do Pará (Santos 2005), onde a pesca de subsistência e o turismo são as principais fontes de renda. Os pescadores da Ilha são cadastrados no Sindicato dos Pescadores e Aquicultores Artesanais de Maracanã (SIPAAM), que é o primeiro sindicato dos pescadores artesanais do Brasil. O SIPAAM contabilizou 2.362 pescadores ativos (em 2020), em Maracanã (Conceição *et al.* 2020).

Os pescadores da região utilizam uma de ampla variedade de petrechos de pesca. Neste estudo, o termo petrecho de pesca é definido como qualquer equipamento usado com a finalidade de capturar organismos marinhos e de água doce (FAO 2016).

Os principais PP utilizados são rede fixa (do tipo escorada, zangaria, rabiola), rede de emalhe à deriva, tarrafa, espinhel, curral, linha de mão (Martins 2011), anzol, redes malhadeiras, puçá de arrasto e puçá de siri (Borcem *et al.* 2011) (Figura 2).

Além disso, o abandono, perda ou descarte de PP de forma inadequada pode acontecer por meio de alguns fatores operacionais e ambientais (correntes, ondas e ventos), ou falta de pontos para descarte adequado e até vandalismo e roubo (Randall 2020).



Figura 2 - Petrechos de pesca utilizados na Ilha de Algodão, PA: A) curral; B) rede fixa do tipo zangaria; C) rede fixa do tipo escorada; D) puçá de siri.

Quatro praias (Caixa d'água, Farol, Princesa e Cação) foram selecionadas para o levantamento ALDFG totalizado aproximadamente 5.800 metros de extensão da costa das praias. A praia da Caixa d'água está voltada para o Rio Marapanim e é influenciada predominantemente pela corrente de maré, sendo protegida da ação direta das ondas oceânicas. Na região de entremarés há sedimentação de areia fina próximo a linha de maré baixa e afloramentos rochosos. Há também presença de marisma e vegetação de mangue juvenil, com uma área de aproximadamente 29.170 m² (Figura 3). Esta praia está localizada próximo à área urbanizada, onde há o porto e fundeadouro, logo, há um grande fluxo de pescadores e embarcações.



Figura 3 - Características ambientais da praia da Caixa d'água, Ilha de Algodão, PA: A) sedimentação arenosa; B) afloramento rochoso com vegetação de mangue juvenil; C) vegetação de mangue juvenil com marisma.

A praia do Farol também está voltada para o rio Marapanim e está separada da praia da Caixa d'água pelo canal do Furo Velho. Esta praia apresenta afloramentos rochosos e predomínio de areia fina. A praia da Princesa e do Cação estão voltadas para o Oceano

Atlântico, recebem influência das ondas e apresentam vasto campo de dunas, afloramentos rochosos e domínio de areia fina. A praia da Princesa é um ponto turístico paraense e recebe visitantes no decorrer do ano, sobretudo no período de veraneio de julho a novembro. Já a praia do Caçã é menos visitada devido ser a mais distante e não ter estrutura turística (Figura 4). As quatro praias diferem-se entre si pelas suas características ambientais, por apresentar diferentes extensão e distâncias entre a Linha de Maré Alta (LMA) à Linha de Maré Baixa (LMB) (Tabela 1), e diferentes usos.



Figura 4 - Praias da área de estudo, Ilha de Algodual, PA: A) praia do Farol; B) praia da Princesa; C) afloramentos rochosos na praia da Princesa.

Tabela 1 - Tamanho de extensão e distância entre a linha de maré alta e a linha de maré baixa das praias pesquisadas na Ilha de Algodual

Praia	Extensão	Distância mínima (LMA a LMB)	Distância média (LMA a LMB)	Distância máxima (LMA a LMB)
Caixa d'água	1.710 m	147 m	202 m	411 m
Farol	1.232 m	179 m	270 m	318 m
Princesa	1.101 m	165 m	196 m	234 m
Caçã	1.757 m	181 m	228 m	353 m

1.3.2 Delineamento Amostral

As coletas dos ALDFG foram realizadas em ambientes de entremarés (limitados pela linha de maré alta e baixa) de cada praia, nos períodos chuvoso e seco (2022), durante a maré de sizígia (na lua nova). Os dados de maré para a Ilha de Algodual foram obtidos na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). A descrição de amostragem e análise será apresentada detalhadamente nos capítulos 2 e 3 considerando os objetivos específicos.

CAPÍTULO 2 ALDFG EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA COSTA PARAENSE

2.1 INTRODUÇÃO

Os Petrechos de Pesca Abandonados, Perdidos ou Descartados (*Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear* - ALDFG) antes, durante e/ou depois das atividades pesqueiras, representam um problema global (Link *et al.* 2019). Estes causam preocupação em relação a conservação do ambiente marinho (Ramos & Pessoa 2019) uma vez que podem impactar a fauna, o turismo (Bruno & Santos 2012), a saúde e produtividade do oceano (Casarini *et al.* 2018).

Desde o surgimento da pesca os equipamentos utilizados foram descartados de forma inadequada no ambiente marinho (Coutinho & Cavalcante 2021), pelo abandono, perda ou descarte (Gilman *et al.* 2016). Destaca-se que o abandono ocorre quando o operador tem o controle do PP, mas por algum motivo ou imprevisto deixa-o no mar; a perda acontece quando o operador não tem o controle do PP e os mesmos não podem ser recuperados e/ou localizados; já no descarte os PP são lançados no mar sem qualquer tentativa de controle ou recuperação (Randall 2020).

A quantidade de ALDFG aumenta anualmente, e estes podem persistir no ambiente marinho por cerca de 600 anos (Casarini *et al.* 2018). Os impactos causados pelos ALDFG no ambiente costeiro ainda não são bem definidos, e, por isso, há um alerta quanto a necessidade de entender como esses se comportam no ambiente (Gajanur & Jaafar 2022). Destaca-se, porém, que a pesca fantasma tem um impacto significativo que tem como efeito a mortalidade dos organismos e a captura acumulada (Link *et al.* 2019). Além disso, os ALDFG apresentam potencial ameaça ao ecossistema e à vida marinha, sobretudo em locais onde a pesca é uma importante atividade econômica e de subsistência, como ocorre na Área de Proteção Ambiental inserida na Ilha de Algodal, Pará, Norte do Brasil.

Nesta região a atividade pesqueira ocorre principalmente entre os meses de maio e julho (Da Conceição *et al.* 2020), sendo utilizados os Petrechos de Pesca (PP) dos tipos rede fixa, rede de emalhe à deriva, tarrafa, espinhel, curral, linha de mão (Martins 2011), anzol, redes malhadeiras, puçá de arrasto e puçá de siri (Borcem *et al.* 2011).

Este estudo compreende quatro praias localizada na Ilha de Algodal, as quais são utilizadas em atividades pesqueiras e turísticas, além de apresentarem diferenças ambientais. As praias são dissipativas, dominadas por macromarés, e apresentam extensa planície arenosa. Especificamente, a praia da Caixa d'água é abrigada com presença de afloramentos rochosos e

vegetação de mangue juvenil, e juntamente com a praia do Farol são influenciadas pela hidrodinâmica do estuário do rio Marapanim. Nestas duas praias, há instalação de currais no ambiente de entremarés, os quais ficam próximo aos afloramentos rochosos situados na linha de maré baixa. A praia da Princesa e Cação estão voltadas para o Oceano Atlântico, recebem influência das ondas e apresentam campo de dunas.

Considerando as características ambientais e os tipos de ALDGF em cada praia, este capítulo tem como objetivo avaliar se a distribuição dos ALDFG varia de acordo com as características ambientais de cada praia (presença de vegetação e/ou afloramento rochoso, ou sedimentação arenosa), com a largura praial e com os períodos sazonais. De forma específica irá propor o Fator de Impacto Ambiental que os ALDFG, como resíduo praial, podem causar em uma APA no estado do Pará.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos ALDFG ocorreram no período chuvoso (abril/2022) e seco (novembro/2022) durante a maré de sizígia. Para alcançar toda a extensão das praias de estudo, foram realizadas em 30 transectos com distância de 200 metros entre eles. Em cada transecto foram determinados três pontos equidistante entre a linha de maré alta e a linha de maré baixa, totalizando 90 pontos. Como as praias apresentam larguras diferentes, os três pontos abrangeram a extensão do entremarés (linha de maré alta, intermediário e linha de maré baixa). Em cada ponto foi demarcado um quadrante com área de 100 m² (10 x 10m) (Figura 5). Esta área considerou que as praias apresentam mais de 1 km de extensão e ainda o tipo de pesca e o tamanho dos petrechos usados na região, por exemplo, rede fixa com mais de 10 metros de comprimento. A descrição das praias e os tipos de petrechos utilizados na Ilha de Algodal estão disponíveis no Capítulo 1.

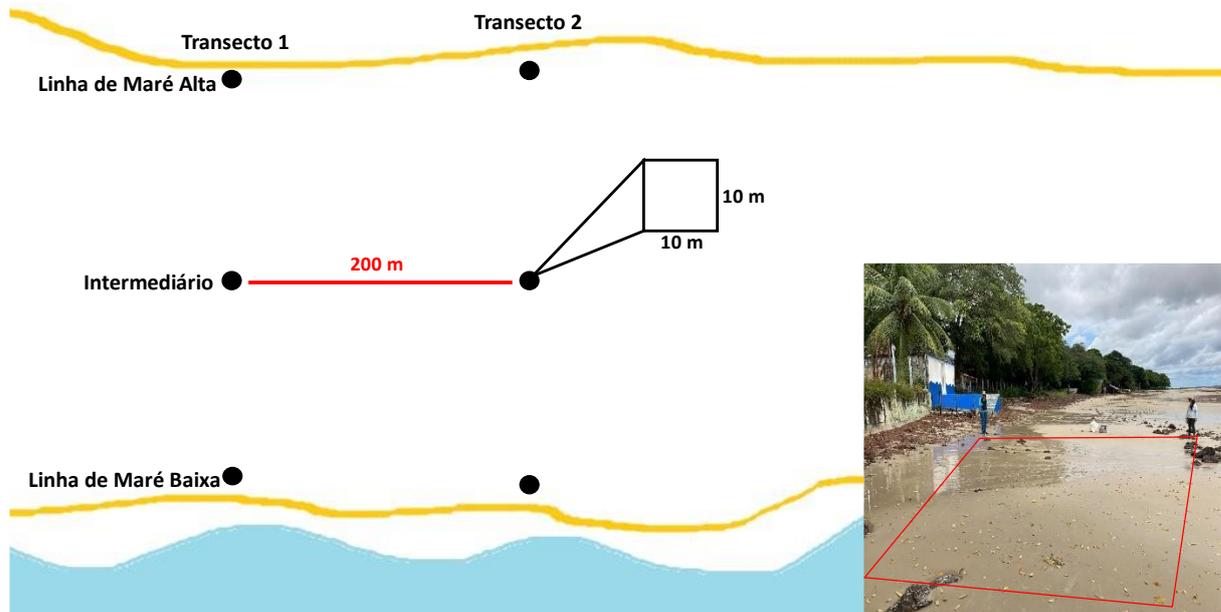


Figura 5 - Esquema de distribuição dos transectos, destacando os quadrantes (10x10m) para coleta de ALDFG.

Os pontos de coletas foram pré-definidos com base em mapas georreferenciados durante a maré baixa (utilizando Google Earth), e confirmados em campo, sendo que o primeiro ponto estava situado na região máxima atingida pela maré alta de sizígia (linha de maré alta) e o último ponto na linha d'água (linha de maré baixa). O percurso entre os pontos foi realizado a pé (caminhada) com utilização de aplicativo de georreferenciamento (Avenza Maps). No ponto de coleta, primeiramente realizou-se a marcação do quadrante e todos ALDFG visualizados foram coletados e armazenados. Para os ALDFG que estavam parcialmente enterrados foi necessário a utilização de objetos cortantes e/ou pá para a sua retirada, assim como para os ALDFG que estavam presos em rochas e/ou vegetações.

Em cada quadrante foi realizado também amostragem de sedimento superficial (cerca de 200 g) para determinação da granulometria, através do método gravimétrico utilizando a metodologia descrita por Suguio (1937). Com a finalidade de verificar se o tipo de sedimento influencia na distribuição dos ALDFG.

Os ALDFG foram quantificados e classificados quanto ao seu tipo, tamanho (cm), massa (g), cor, material e o ambiente em que foram encontrados (*e.g.* sedimento, vegetação ou afloramentos rochosos). As medições das telas de curral, emaranhados, boias de poliestireno, redes de pesca e o fragmento (poliestireno) foram em relação ao seu comprimento e largura. Já os barbantes, cordas, cabos elétricos e fragmentos (cordas e redes) foram em relação ao comprimento e o diâmetro. Todos os ALDFG foram fotografados e arquivados em um banco

de imagens, a fim de facilitar o acesso para extrair informações dos ALDFG sempre que necessário.

Os ALDFG descritos neste estudo consideram as características padrões dos PP e ainda as evidências de utilização de determinados materiais (*e.g.* cabo elétrico) como petrecho de pesca local. Assim, os tipos de ALDFG foram detalhados no Quadro 1 e Figura 6.

Quadro 1 -Descrição dos tipos de petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados considerados neste estudo.

Petrecho de Pesca	Descrição
Barbante	Quando encontrados com nó (amarrações) indicando a sua utilização associado as boias e/ou as cordas nas redes de pesca.
Corda	Com tamanho superior a 80 cm; ou menor que 80 cm, desde que apresentem amarrações com barbante e/ou nó utilizado em poitas.
Boia de poliestireno	Quando apresenta o seu formato ainda bem definido e/ou amarrações com corda de nylon ou barbante.
Fragmento	Pedaços de poliestireno, de corda (<80 cm) e/ou rede de pesca, que possuem a mesma composição dos PP (nylon e poliestireno) e provavelmente com grau de degradação elevado.
Rede de pesca	De qualquer forma e tamanho*, com ou sem a presença de amarração de cordas, barbantes e outros.
Tela de curral	Tela plástica e/ou em nylon, associada a amarrações típicas da pesca de curral.
Cabo elétrico	Utilizados para amarração em currais, associados as telas e/ou redes. São revestidos com material plástico.
Emaranhado	Quando dois ou mais PP apresentam-se emaranhados e/ou enredados, impossibilitando sua separação.

*Quando apresenta as malhas definidas e/ou completas.

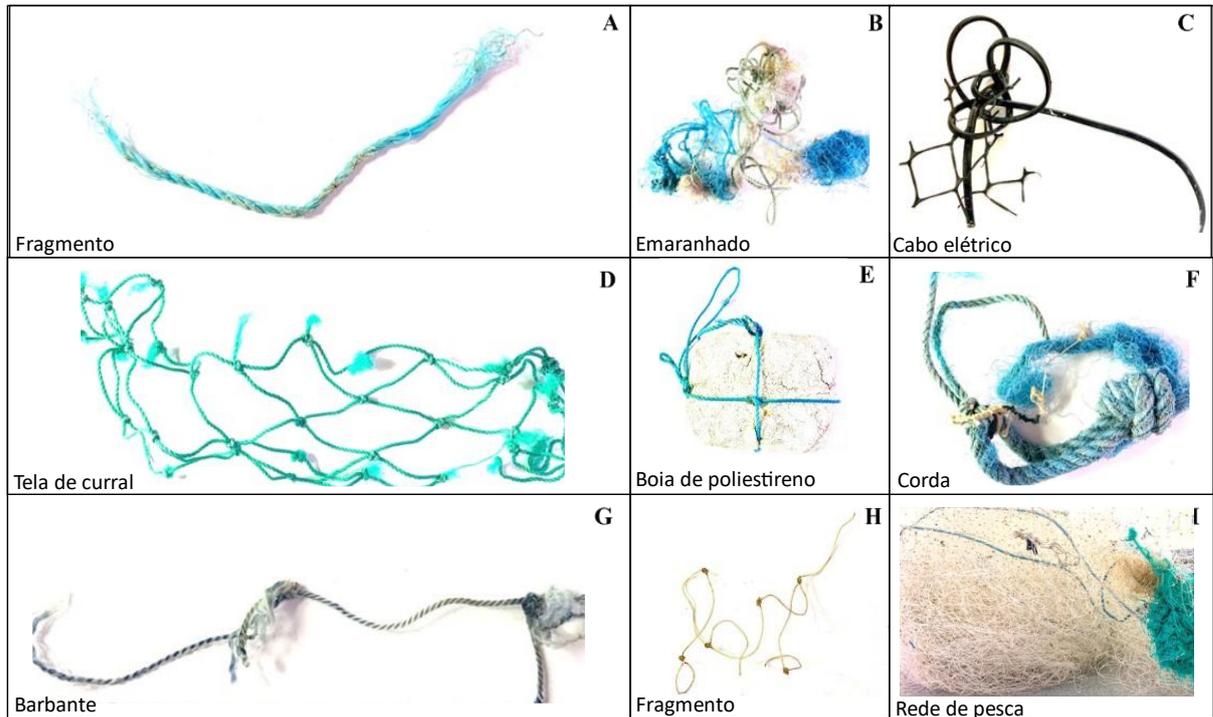


Figura 6 - ALDFG encontrados na Ilha de Algodual (PA): A) fragmento; B) emaranhado; C) cabo elétrico; D) tela de curral; E) boia de poliestireno; F) corda; G) barbante; H) fragmento; I) rede de pesca.

2.2.1 Análises de Dados

Para apresentar os resultados, optou-se por aplicar três formas diferentes para calcular a densidade: 1) densidade considerando o número de itens (itens/m²); 2) densidade individual de cada petrecho de pesca considerando a massa (g/m²); 3) e densidade total (somatória das densidades individuais). Além disso, calculou-se o Fator de Impacto Ambiental (FIA) para cada tipo de ALDFG e ambiente onde foram encontrados.

A densidade dos ALDFG foi calculada através da razão entre a quantidade de itens e a área total do quadrante (itens/m²). A aplicação desta fórmula segue os estudos que abordam a distribuição de resíduos sólidos em ambientes praias (Araújo *et al.* 2018, Krelling *et al.* 2023) os quais englobam os petrechos de pesca em uma das categorias analisadas.

Como os ALDFG são diferentes quanto ao tamanho, a massa (*e.g.* rede de pesca, emaranhado, corda, fragmento, tela de curral, boia de poliestireno, cabo elétrico e barbante), também se optou em calcular a Densidade Individual (DI) de cada item através da razão entre a massa do item e a área total do quadrante (g/m²). Em seguida, para cada quadrante, calculou-se a Densidade Total (DT) através da somatória das DI (g/m²).

Diante das questões apresentadas acima, elaborou-se ainda o Fator de Impacto Ambiental considerando que os ALDFG presentes nas praias podem causar alteração e/ou degradação de habitat sensíveis (Gilman *et al.* 2021). Este fator é baseado em um sistema de

pontuação que avalia o possível impacto ambiental que cada tipo de ALDFG pode causar enquanto resíduo praia. O FIA considera os tipos de itens, a massa de cada item e o impacto ambiental (fator de peso para cada ambiente e cada ALDFG).

Para definição do impacto (fator de peso) que cada ALDFG pode causar no ambiente, utilizou-se uma abordagem baseada no risco. Assim, o menor peso é atribuído a um impacto localmente restrito e baixo, podendo ser facilmente gerido (Lewin *et al.* 2019), enquanto o maior está associado ao elevado impacto potencial que os ALDFG podem causar no ambiente (Gilman *et al.* 2021). Neste sentido, para este estudo, sugere-se um fator de peso que varia entre 0,1 e 1,0, sendo o menor atribuído ao ALDFG do tipo barbante e o maior à rede de pesca, como descrito no Quadro 2.

Para definição do impacto (fator de peso) em cada ambiente, utilizou-se uma abordagem baseada no risco de retenção e aprisionamento dos ALDFG, assim como seus efeitos. Neste sentido, para este estudo, também se adotou fator de peso que variam entre 0,1 e 1,0, sendo o menor atribuído ao sedimento e o maior a vegetação, como descrito no Quadro 3.

O FIA é calculado considerando o tipo de item, a massa do item e o fator de peso de impacto ambiental atribuído a cada ALDFG (Quadro 2) e a cada ambiente onde foi encontrado (Quadro 3), conforme a equação abaixo.

$$\text{Fator de Impacto Ambiental} = \sum_{i=1}^n (\text{Itens}_i \times \text{Massa}_i \times \text{Fator de Peso ALDFG}_i) \times (\text{Fator de Peso Ambiente}_i)$$

Onde:

n = número de categorias de ALDFG (oito categorias); Itens = tipo de ALDFG (rede de pesca, emaranhado, corda, fragmento, tela de curral, boia de poliestireno, cabo elétrico e barbante); Massa = em gramas; Fator de Peso ALDFG = varia de 0,1 a 1,0 de acordo com o grau de impacto de cada ALDFG; Fator de Peso Ambiente = varia de 0,1 a 1,0 de acordo com o grau de retenção, aprisionamento e efeitos de/em cada ambiente.

O fator de impacto ambiental foi normalizado em uma escala de 0 a 10, sendo 10 considerado o impacto máximo possível. A normalização foi realizada para a melhor representação dos dados.

Quadro 2 - Atribuição de fator de peso de impacto ambiental para cada ALDFG na Ilha de Algodual (PA).

Fator de peso	ALDFG	Descrição
1,0	Rede de pesca	De maior risco (Gilman <i>et al.</i> 2021), pois quando abandonada pode causar mortalidade da fauna por emaranhamento; tem facilidade de aprisionamento nas vegetações e/ou afloramentos rochosos. São PP de grandes dimensões (acima de 10 m), leves e transparentes, logo, podem ser transportadas pela corrente. Além disso, seu material (nylon) apresenta alta durabilidade, até 600 anos (World Animal Protection 2019).
0,8	Emaranhado	A junção de redes de pesca com outros ALDFG pode permanecer no ambiente por muitos anos devido a sua composição ser de difícil degradação, possibilitando também a ocorrência de emaranhamento da fauna.
0,6	Corda	Em função do seu tamanho e massa podem ficar semienterrados no sedimento. Quando são menores que 80 cm, apresentam maior facilidade a fragmentação e, consequentemente, a dispersão no ambiente. Pode ainda, ser utilizada como micro-habitat por pequenos invertebrados aquáticos.
0,5	Fragmento	Item de tamanho reduzido que pode se dispersar por toda a praia através das ondas e correntes. O material mais abundante é o nylon e poliestireno que apresentam elevada durabilidade.
0,4	Tela de curral	São usadas de forma pontuais, sendo fixadas as estruturas de curral. Por isso apresentam baixo risco de perda (Gilman <i>et al.</i> 2021), mas quando isto ocorre também podem causar emaranhamento. Há dois tipos de telas utilizadas, a tela plástica e a de nylon, que normalmente são retiradas dos currais após o período de pesca.
0,3	Boia de poliestireno	Apresenta menor risco direto ao ambiente, mas quando exposto a abrasão e a radiação solar sua fragmentação e transporte é facilitado pelo vento e correntes.
0,2	Cabo elétrico	Classificado pela primeira vez como ALDFG (neste estudo), tem seu uso pontual na pesca de curral. Sua densidade (massa x volume) dificulta seu transporte pelas correntes.
0,1	Barbante	Menor peso de impacto devido sua composição (algodão), que apresenta rápida degradação no ambiente.

Quadro 3 - Atribuição de fator de peso de impacto ambiental para cada ambiente onde os ALDFG foram encontrados na Ilha de Algodual (PA).

Fator de peso	Ambiente	Descrição
1,0	Vegetação	Raízes e vegetação de mangue são estruturas que favorecem a retenção de ALDFG (Gajanur & Jaafar 2022). A presença dos ALDFG pode alterar e/ou degradar habitats sensíveis, através da abrasão e/ou sufocamento da estrutura (Gilman <i>et al.</i> 2021). A região de mangue juvenil presente na Ilha de Algodual pode ser considerada como um habitat sensível.
0,5	Afloramentos rochosos	Os afloramentos rochosos têm facilidade de aprisionamento de ALDFG, sobretudo pela textura rugosa das rochas. Por se tratar de um afloramento de rocha sedimentar, com elevado grau de intemperismo, há presença de cavidades em formato irregular, as quais são bastante rugosas e favorecem a retenção dos ALDFG.
0,1	Sedimento	Os sedimentos também podem reter os ALDFG (Gajanur & Jaafar 2022). Além disso, as praias arenosas são usadas para atividades comerciais, de recreação, turismo e pesquisa, e o abandono, perda ou descarte inadequado dos PP podem reduzir o valor socioeconômico desse habitat (Gilman <i>et al.</i> 2021). As praias dissipativas, com sedimentação arenosa e lamosa podem favorecer o soterramento de ALDFG, causando prejuízo sobretudo a fauna bentônica.

A distribuição espacial das densidades foi apresentada por mapa de interpolação através do método de Inverse Distance Weighting (IDW) ou Ponderação do Inverso da Distância (PID) que é uma técnica de interpolação matemática, que determina os valores dos pontos usando uma combinação ponderada dos pontos amostrados (Marcuzzo *et al.* 2011). Quanto mais distante um local observado estiver do estimado, menor será seu peso, ou seja, menor será sua influência sobre o valor interpolado (Silva 2015). Além disso, a técnica é caracterizada pela geração de bull's eyes (efeitos de mira) que ocorrem na forma de círculos concêntricos ao redor dos pontos de amostragem (Bakkali & Amrani 2008).

Para calcular o valor de um ponto através do método do IDW, é utilizado a seguinte equação:

$$Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(x_i) \frac{1}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} \quad (1)$$

Em que:

z = o valor do ponto que se deseja interpolar; x = número de amostras; xi = valores conhecidos; di = distâncias entre os valores conhecidos e estimados.

Para a apresentação do FIA os dados foram sistematizados e organizados em planilha no Microsoft Excel, com as suas respectivas coordenadas geográficas, sendo gerado um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que foi especializado no Software de Geoprocessamento ArcGis 10.2.

Para a realização das análises estatísticas, padronizou-se o n amostral de cada praia. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. A variabilidade entre os ALDFG (tipo e quantidade), as praias (Caixa d'água, Farol, Princesa, Cação), os pontos (LMA, intermediário e LMB) e os períodos (chuvoso e seco) foram testados através de uma Análise de Variância (ANOVA OneWay) com nível de significância $p = 0,05$, no programa Origin 2018.

2.3 RESULTADOS

Foram recolhidos 459 itens de ALDFG nas quatro praias da Ilha de Algodual (Nordeste do Pará), sendo 248 no período seco e 211 no período chuvoso, sem diferença significativa entre os períodos ($p = 0,772$). Os fragmentos (191 itens), o cabo elétrico (114 itens), a corda (78 itens) e a rede de pesca (47 itens) foram os ALDFG mais encontrados. Foram recolhidos também tela de curral (12 itens), boia de poliestireno (10 itens), emaranhado (4 itens) e barbante (3 itens) (Figura 7).

Os ALDFG totalizaram 13,14 kg (sendo 6,35 kg correspondente a praia da Caixa d'água, 3,71 kg no Farol, 2,43 kg no Cação e 0,65 kg na Princesa). A maioria apresentou a cor azul (50%), preto (19%), branco (10%), transparente (10%). Mas também ocorreram ALDFG da cor verde (3%), marrom (1%), cinza (1%) e colorido (*e.g.* azul e branco, branco e vermelho, azul e transparente etc.) totalizando (6%). Dentre os materiais destacam-se o nylon (58%), cobre e plástico (25%), poliestireno (8%), nylon e algodão (5%) e outros (4%) (Figura 7).

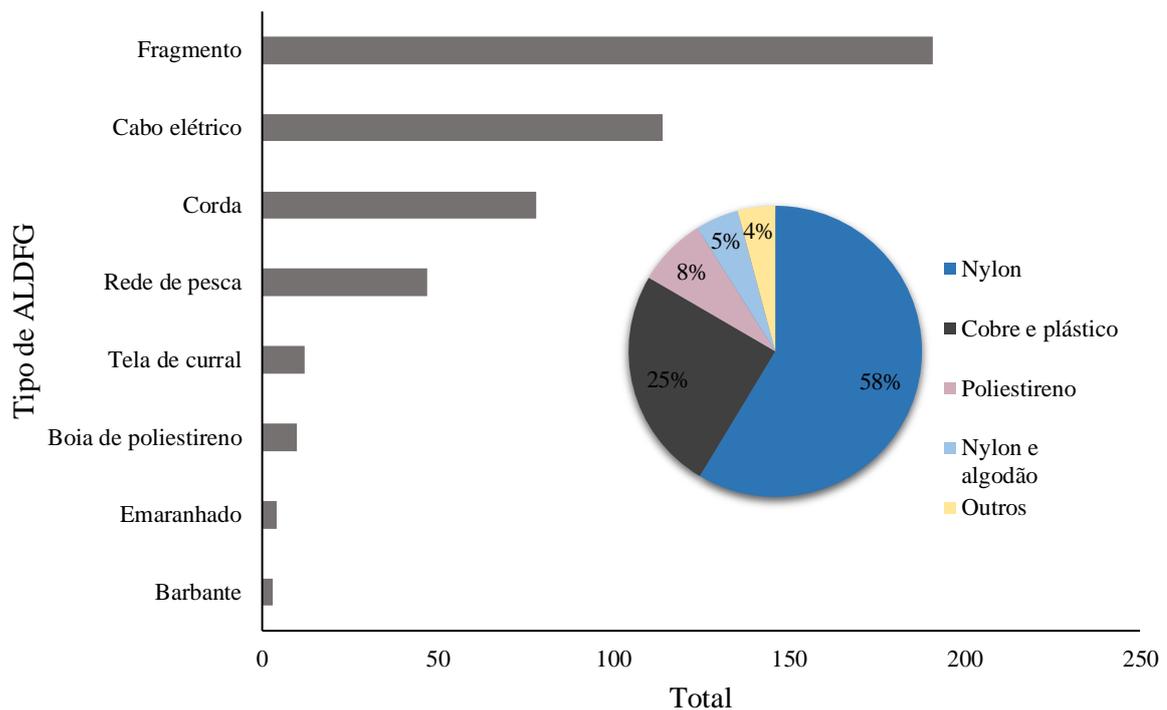


Figura 7 - Quantidade dos tipos e material dos ALDFG encontrados na Ilha de Algodual (PA). A) quantidade dos tipos de ALDFG. B) quantidade de material dos ALDFG.

A distribuição dos ALDFG entre as praias apresentou diferença significativa ($p=0,001$), sendo a maior quantidade observada na praia da Caixa d'água (274 itens), seguida das praias do Cação (100 itens), Farol e Princesas (44 e 41 itens respectivamente). Em consequência das maiores quantidades de itens, onde registou-se redes, cabos elétricos, cordas e emaranhados, a praia da Caixa d'água também apresentou a maior massa (6,35 kg).

A distribuição dos ALDFG entre a linha de maré alta, intermediário e a linha de maré baixa não apresentou diferença significativa ($p=0,281$). Mesmo sem diferença destaca-se que a linha de maré alta apresentou 234 itens, seguido da linha de maré baixa (137 itens) e intermediário (88 itens). A praia do Cação apresentou a maior quantidade de ALDFG na linha de maré alta (89 itens) e a Caixa d'água a maior na linha de maré baixa (109 itens).

Considerando os tipos de ALDFG, o fragmento, o cabo elétrico, a corda e a rede de pesca apresentaram maiores quantidades nos dois períodos avaliados, porém o barbante ocorreu apenas no período seco (Figura 8). Os ALDFG não apresentaram diferença significativa em relação aos períodos, mas a rede de pesca, corda e cabo elétrico apresentaram diferença significativa em relação as praias ($p<0,001$; $p=0,021$; $p=0,039$, respectivamente) (Figura 9). E a rede de pesca, corda, tela de curral, cabo elétrico e barbante apresentaram diferença significativa em relação ao tipo de ambiente onde foram encontrados ($p<0,001$; $p=0,002$; $p=0,001$; $p<0,001$; $p<0,001$, respectivamente) (Figura 10).

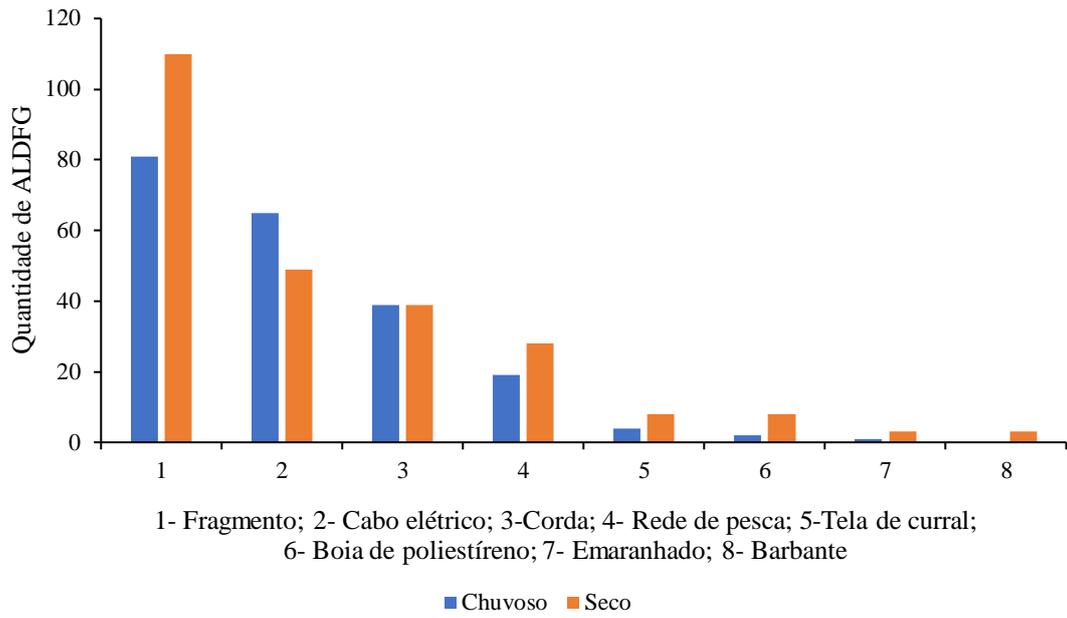


Figura 8 - Tipos e quantidades de ALDFG encontrados nos períodos chuvoso e seco, na Ilha de Algodal (PA).

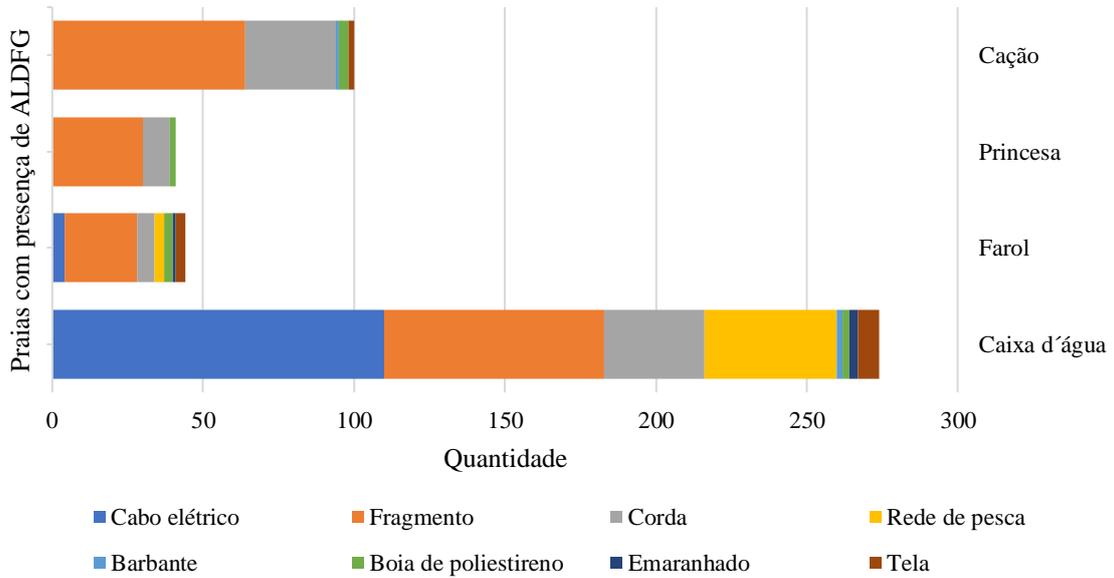


Figura 9 - Distribuição dos ALDFG conforme as praias onde foram encontrados, Ilha de Algodal (PA).

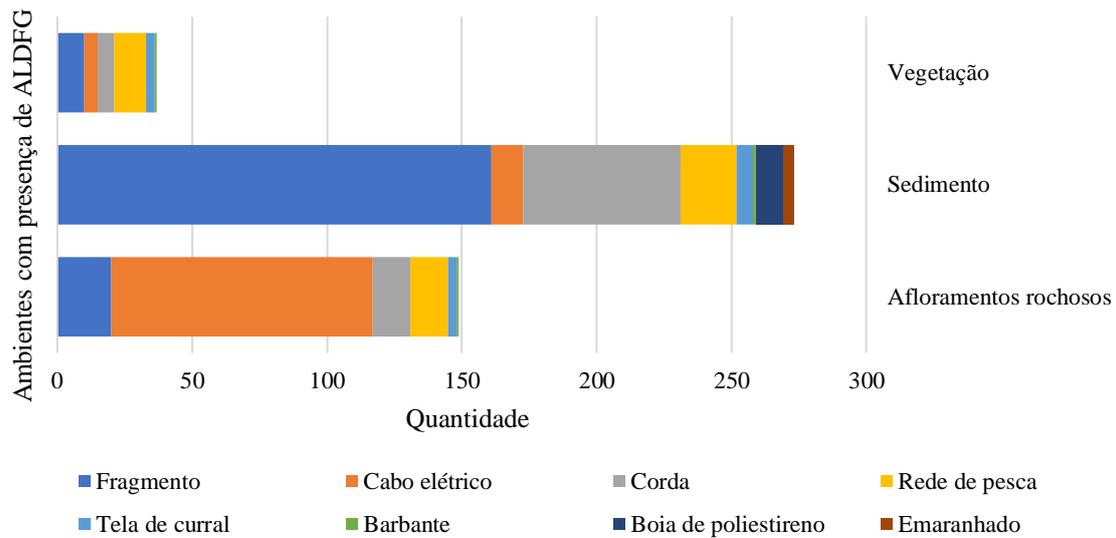


Figura 10 - Distribuição dos ALDFG conforme o ambiente em que foram encontrados, Ilha de Algodal (PA).

Considerando os tipos de ambientes (*e.g.* sedimento, vegetação e afloramentos rochosos) a distribuição dos ALDFG apresentou diferença significativa ($p < 0,001$), sendo a maior concentração no ambiente de sedimentação arenosa (273 itens) seguido dos afloramentos rochosos (149 itens) e vegetação (37 itens). Destaca-se que todas as praias estudadas apresentam a granulometria de areia fina a muito fina, logo, não houve diferença quanto ao tipo de sedimento.

Os ALDFG que se destacaram com maiores valores de densidade, que considera a quantidade total de itens, foram os fragmentos (1,91 itens/m²), o cabo elétrico (1,14 itens/m²), a corda (0,78 itens/m²) e a rede de pesca (0,47 itens/m²). Em contrapartida, quando a densidade individual considera a massa de cada ALDFG, observa-se que a rede de pesca apresenta maior densidade (54,52 g/m²), seguida da corda (35,20 g/m²), do cabo elétrico (17,00 g/m²) e do fragmento (8,67 g/m²).

Ao avaliar a distribuição dos ALDFG considerando as duas formas de cálculo de densidade (itens/m² e g/m²), verificou-se que a praia da Caixa d'água apresentou a maior densidade de ALDFG (2,74 itens/m²), seguida das praias do Cação (1,0 itens/m²), Farol e Princesas (0,44 e 0,41 itens/m² respectivamente) (Tabela 2). Especificamente na linha de maré baixa, a praia da Caixa d'água apresentou a densidade máxima por ponto (0,76 itens/m²), onde foram coletadas 76 unidades de ALDFG, somente no período chuvoso. Dentre estes, foram registrados 60 itens de cabos elétricos usados nas amarrações de currais e que, conseqüentemente, ficam aprisionados nos afloramentos rochosos (Figura 11A e B).



Figura 11 - Distribuição das densidades dos ALDFG (itens/m²) na Ilha de Algodal (PA) no período chuvoso (A) e seco (B).

Quanto a densidade total, que leva em consideração a massa dos ALDFG, a praia da Caixa d'água também se destacou com 63,52 g/m², seguida da praia do Farol (37,06 g/m²), Cação (24,27 g/m²) e Princesa (6,54 g/m²) (Tabela 2). Especificamente na linha de maré baixa, a praia do Farol apresentou a densidade máxima por ponto (33,52 g/m²), onde foram coletadas 24 unidades, com destaque para uma rede de pesca com 2.445 cm e 3.250 g, que foi o maior ALDFG, e com maior massa, coletado neste estudo, somente no período seco (Figura 12A e B).

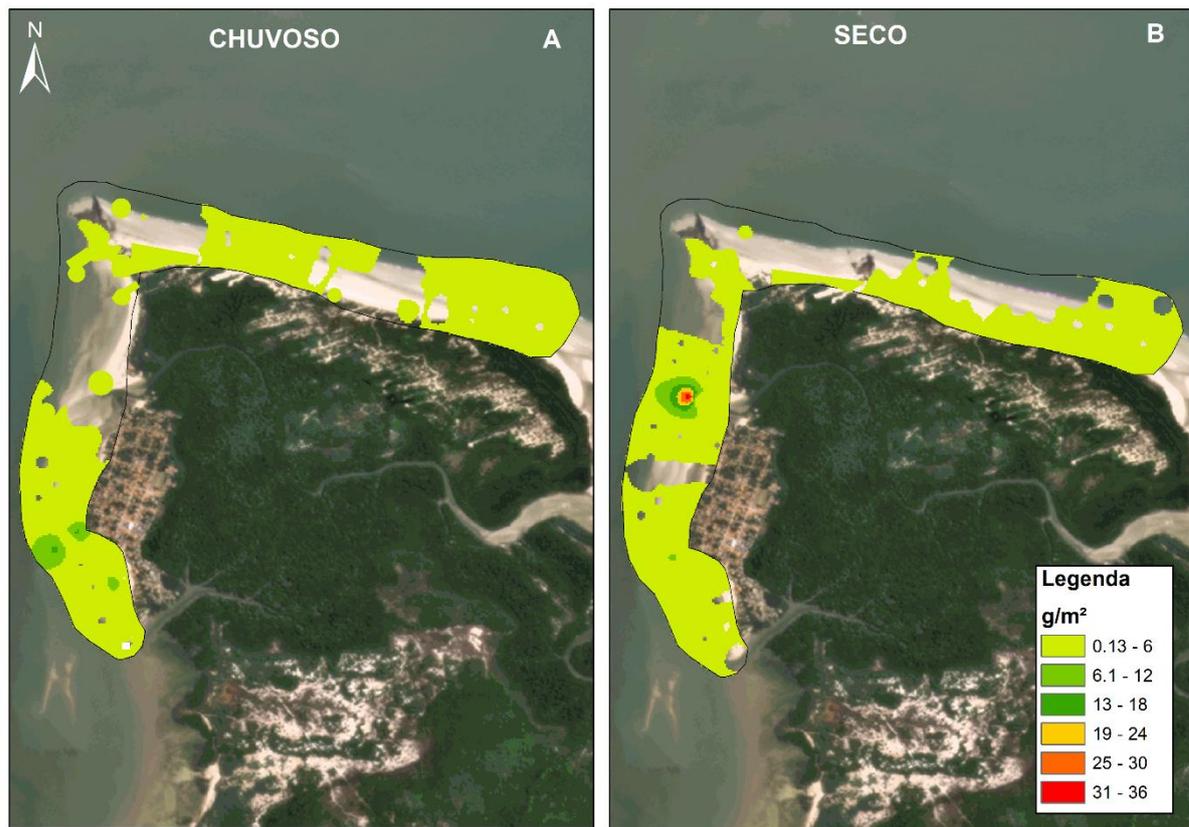


Figura 12 - Distribuição das densidades dos ALDFG (g/m^2) na Ilha de Algodal (PA) no período chuvoso (A) e seco (B).

Tabela 2 - Comparação entre as densidades calculadas a partir da quantidade de itens (itens/m^2) e da massa (g/m^2) dos ALDFG em praias na Ilha de Algodal (PA).

Praia	Densidade (itens/ m^2)			Densidade (g/m^2)		
	Chuvoso	Seco	Anual	Chuvoso	Seco	Anual
Caixa d'água	1,55	1,19	2,74	45,11	18,41	63,52
Farol	0,07	0,37	0,44	0,86	36,20	37,06
Princesa	0,24	0,17	0,41	6,05	0,49	6,54
Caçã	0,25	0,75	1,00	15,97	8,30	24,27
TOTAL			4,59			131,39

Ao calcular o Fator de Impacto Ambiental que considera os itens de pesca, a massa destes e o tipo de ambiente, a praia da Caixa d'água se destacou no período chuvoso, especificamente na linha de maré baixa, onde há presença de afloramentos rochosos (FIA = 10). Nesta praia também ocorreu elevado fator de impacto na porção intermediária da praia, onde há presença de vegetação (FIA = 9). No período seco a praia da Caixa d'água apresentou o maior fator (FIA = 2) associada a região com a presença de vegetação e com afloramentos

rochosos. Na praia do Farol que apresenta predominância de sedimentação arenosa, observou-se também FIA = 2 na linha de maré baixa (Figura 13).



Figura 13 - Fator de impacto ambiental que os ALDFG podem causar ao ambiente na Ilha de Algodual (PA) no período chuvoso (A) e seco (B), considerando os tipos de ALDFG e o ambiente.

2.4 DISCUSSÃO

A investigação de ALDFG na região Norte do Brasil é escassa, sendo este o primeiro estudo a investigar praias situadas dentro de uma Área de Proteção Ambiental. Na Ilha de Algodual a pesca é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas (Da Conceição *et al.* 2020), e se tornou uma fonte potencial de resíduos sólidos, considerando a quantidade de ALDFG encontrados nas praias. Em outras praias também foram coletadas quantidades expressivas de ALDFG, como exemplo, em Santa Catarina e Paraná-Brasil (+ de 160 itens) (Chaves & Robert 2009), em Lácio-Itália (243 itens) (Battisti *et al.* 2019), em Pernambuco-Brasil (1.935 itens) (Andrade *et al.* 2022) e em Kerala-Índia (5.540 itens) (Daniel *et al.* 2020). A diferença na quantidade de itens nas praias citadas acima, ocorre devido as particularidades de cada área de estudo, assim como, sua realidade local e os tipos de PP usados em cada região (Tabela 3).

Tabela 3 – Trabalhos sobre ALDFG considerando a área de estudo, quantidade e tipos de ALDFG encontrados.

Área de estudo	Área (km)	Nº de Itens	Tipo de ALDFG
Ilha de Algodual (Brasil)	5,8	459	Barbante, corda, boia de poliestireno, fragmento, rede de pesca, tela de curral, cabo elétrico e emaranhado.
Santa Catarina e Paraná (Brasil)	35	+160	Fragmentos de redes, flutuadores/boias de plástico e isopor.
Pernambuco (Brasil)	-	1.935	Cordas, redes, flutuadores/boias, tela de curral, linha, anzol e sacos de iscas.
Lácio (Itália)	1	243	Linhas e anzóis.
Kerala (Índia)	590	5.540	Cordas, redes, flutuadores/boias, chumbada, anzol, armadilhas, potes e linhas de pesca.

A massa total dos ALDFG recolhidos neste estudo está entre os valores já mensurados em outras praias estudadas, que variaram entre 0,64 kg e 198,4 kg (Battisti *et al.* 2019, Daniel *et al.* 2020, respectivamente). Em Omã (Oriente Médio) as redes de pesca coletadas variaram entre 38,7 kg e 88,5 kg (Hoytema *et al.* 2020).

Poucos estudos quantificaram os ALDFG e utilizaram diferentes métodos de coletas e/ou análise (Battisti *et al.* 2019, Chaves & Robert 2009, Andrade *et al.* 2022, Daniel *et al.* 2020, Gajanur & Jaafar 2023, Ballesteros *et al.* 2018, Gajanur & Jaafar 2022). Isso dificulta as análises comparativas e de avaliação de impacto dos ALDFG em ambientes praias. Ressalta-se, porém, que independente da metodologia adotada, o abandono, perda e/ou descarte inadequado de petrechos de pesca pode causar diferentes impactos a fauna aquática, as atividades turísticas (Bruno & Santos 2012) e ao oceano de forma geral (Casarini *et al.* 2018).

Neste estudo, os ALDFG do tipo fragmentos foram mais abundantes, por ser uma categoria diversificada que engloba os poliestirenos, as cordas e/ou redes de pesca, com grau de degradação elevado e/ou tamanho reduzido. As redes de pesca também foram abundantes, pois na Ilha de Algodual a rede fixa, a rede de emalhe, a tarrafa e as redes malhadeiras são bastante utilizadas, mas ocasionalmente podem ser abandonadas, perdidas e/ou descartadas durante e/ou após o período de pesca, tornando-se um ALDGF.

Outros estudos, em Santa Catarina e Paraná, também identificaram fragmento de redes abundantes em praias, além de boias (Chaves & Robert 2009). ALDFG do tipo linhas, anzóis (Battisti *et al.* 2019), redes, cordas, chumbadas (Daniel *et al.* 2020) e rede de curral (Andrade *et al.* 2022), também foram mapeados enquanto resíduos de praias em outros estados e países.

O cabo elétrico foi o segundo tipo de ALDFG mais abundante e constatou-se pela primeira vez, neste estudo, o uso desse material como petrecho de pesca, utilizado para substituir as cordas nas amarrações do curral (Figura 14). Isto pode decorrer da busca pelo melhor custo/benefício para a construção de currais (Sales *et al.* 2022), uma vez que os cabos elétricos podem apresentar maior durabilidade em relação as cordas de nylon. Contudo, no processo de desmobilização dos currais, pode se tornar um ALDGF no ambiente, principalmente, quando é cortado e, o seu tamanho reduzido, não permitindo a reutilização.



Figura 14 - Cabos elétricos usados para amarrações em currais na Ilha de Algodual (PA): A) estrutura de curral com amarrações de cabo elétrico; B) detalhe da estrutura com cabos elétricos; C) curral desmontado com presença de cabos elétricos considerados ALDFG.

O nylon se destacou por ser o material mais presente na composição dos ALDFG, o que pode estar relacionado a alta resistência mecânica deste material (Romero *et al.* 1995), a qual permite que cordas e redes de nylon apresentem elevada durabilidade nas atividades pesqueiras. Além disso, a abundância desse material, reflete a predominância da cor azul. Outros estudos sobre ALDFG em praias também destacaram o nylon como o principal material (Battisti *et al.* 2019, Daniel *et al.* 2020). O material plástico usado na composição ou revestimento dos ALDFG são suscetíveis as ações mecânicas das ondas e a radiação solar, o que pode fazer com que se fragmente em partículas menores (microplásticos).

Os ALDFG recolhidos nas praias estavam na superfície ou semienterrados na planície arenosa, presos em rochas ou emaranhados em raízes de vegetação de mangue juvenil. Estas

características favoreceram o aprisionamento de resíduos (Belarmino *et al.* 2014), sobretudo na praia da Caixa d'água que é abrigada e com presença de vegetação e afloramentos rochosos. Nesta praia há ainda uma grande quantidade de embarcações de pesca, que podem contribuir para a elevada quantidade de ALDFG. Em contrapartida, a praia da Princesa apresentou baixa quantidade de ALDFG, pois é uma praia voltada para as atividades turísticas que recebe constante manutenção (retirada de resíduos da praia). Desta forma, por ser uma praia com menor atividade pesqueira, a maioria dos ALDFG foram encontrados varridos na linha de maré alta.

As maiores quantidades de ALDFG estavam distribuídos na linha de maré alta principalmente na praia do Cação (Figura 15A). Esta praia, voltada para o Oceano Atlântico, apresenta característica deposicional condicionada pela ação das macromarés semidiurnas, com amplitude média de 5,5 m (Aviz *et al.* 2022). As correntes de maré podem transportar os resíduos do oceano para a praia, os quais depositam-se próximo a linha de maré alta. Além dos ALDFG, nessa praia também foi encontrada uma garrafa pet proveniente de outro país (Figura 15B). Esta dispersão e/ou transporte pode estar relacionada as mudanças nos padrões de circulação costeira e na intensidade e direção dos ventos (Aviz *et al.* 2022). A deposição de ALDFG na linha de maré alta também foi observada em Santa Catarina e Paraná (Chaves & Robert 2009).



Figura 15 - Resíduos praias encontrados na praia do Cação, Ilha de Algodual (PA): A) ALDFG presentes na linha de maré alta; B) Garrafa pet proveniente de outro país encontrada na linha de maré alta.

Os ALDFG presentes na linha de maré baixa foram mais abundantes na praia da Caixa d'água. Esta praia apresenta afloramentos rochosos, vegetação de mangue juvenil e currais, o que justifica também a grande quantidade de cabos elétricos coletados no local (Figura 16).

A maioria dos ALDFG foram encontrados no sedimento arenoso que está presente em todas as praias e compõe grande partes delas. Embora as vegetações tenham mais facilidade de

aprisionamento, foi o local que menos apresentou ALDFG, pois a área de mangue juvenil é presente exclusivamente na praia da Caixa d'água. Além disso, o mangue está localizado no intermediário, onde há menos instalação de redes de pesca e/ou currais. Os ALDFG encontrados emaranhados na vegetação são provavelmente petrechos transportados por correntes de maré.

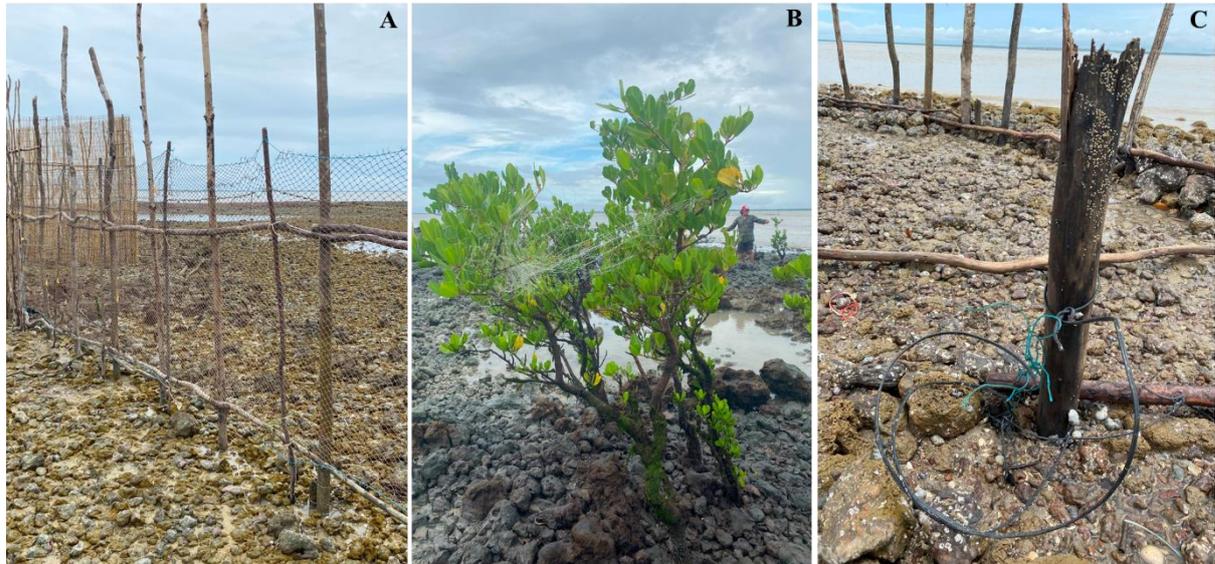


Figura 16 - Características ambientais de regiões da linha de maré baixa na praia da Caixa d'água, Ilha de Algodual (PA): A) currais em afloramentos rochosos; B) vegetação em afloramentos rochosos; C) presença de cabos elétricos em estrutura de curral.

Os estudos quantitativos de resíduos praias, em geral, apresentam os resultados de densidade considerando somente a quantidade de itens (itens/m²) (Araújo *et al.* 2018, Ramos *et al.* 2021, Krelling *et al.* 2023). O cálculo da densidade considerando somente o número de itens torna-se limitado, visto que os tipos de resíduos possuem diferentes massas e volumes. Estas características podem influenciar na capacidade do ALDFG ser transportado pelo vento, ondas ou correntes, ou ainda ser aprisionado considerando as características do ambiente. Neste sentido, a massa e o volume dos petrechos, podem implicar em diferentes impactos ambientais, como emaranhamento, lesões, ingestão (Orós *et al.* 2005; Tourinho *et al.* 2010) e pesca fantasma (Chaves & Robert 2009). Por isso, neste estudo foi considerado também a massa (g/m²) dos ALDFG para determinação da densidade. A elevada densidade (itens/m²) na praia da Caixa d'água se relaciona a desmontagem dos currais, a qual ocorre após o período de pesca, com o corte e o descarte inadequado do cabo elétrico (Figura 17).



Figura 17 - Registros de cabos elétricos encontrados como ALDFG na Ilha de Algodual (PA). A) Cabos elétricos usados para amarração de curral e encontrados presos nos afloramentos rochosos; B) cabos elétricos triados em laboratório.

A praia da Caixa d'água também apresentou a maior densidade (g/m^2), devido a grande quantidade de redes de pesca, cabos elétricos, emaranhados e cordas, os quais possuem maiores massa dentre os ALDFG. Porém, na praia do Farol, destaca-se a presença de uma rede de pesca no ponto 10C (infralitoral) a qual se emaranhou a outros ALDFG, como cabos elétricos e fragmentos. Esse aglomerado de ALDFG apresentou elevada massa e, conseqüentemente, elevada densidade ($33,52 \text{ g/m}^2$). As redes de pesca associados a outros itens também foram observados em outras regiões da praia e o seu transporte pode ser influenciado pela ação dos ventos e das marés (Figura 18).

Ressalta-se, assim, que, ao considerar somente o número de itens para apresentação da densidade dos ALDFG enquanto resíduo praiar, independentemente do tamanho, massa e/ou volume, desconsidera-se o potencial impacto que estes podem causar ao ambiente. Logo, a elaboração e aplicação de plano de gerenciamento destes resíduos pode ser subdimensionado.



Figura 18 - Redes de pesca associadas a outros tipos de ALDFG na Ilha de Algodual (PA). A) e B) rede de pesca encontrada na linha de maré baixa; C) e D) redes de pesca encontradas em outras regiões das praias, retidas pela presença de um obstáculo (vegetação e/ou curral abandonado).

Ao considerar a quantidade de itens, a massa e o tipo de ambiente que o ALDFG foi registrado, apresentou-se uma avaliação quantitativa do Fator Impacto Ambiental que os ALDFG podem causar ao ambiente, que apontou valores de alto impacto em ambientes com a presença de vegetação e afloramentos rochosos, devido a maior retenção dos ALDFG.

No período chuvoso foi observado elevado impacto ambiental (FIA = 10 e 9) em regiões com afloramentos rochosos e vegetação de mangue juvenil, respectivamente. O mangue juvenil presente na praia da Caixa d'água é considerado a região mais sensível quanto a presença de qualquer tipo de resíduo sólido, os ALDFG encontrados podem ter potencial de causar a degradação ou alteração desse habitat (Gilman *et al.* 2021), uma vez que a vegetação favorece a retenção dos ALDFG (Gajanur & Jaafar 2022). Além desse local apresentar maior sensibilidade, também foi coletado seis redes de pesca, que apresentam o maior fator de peso de impacto ambiental, por possuírem maiores riscos de emaranhamento e lesões aos organismos (Quadro 2).

No período seco os elevados impactos, na região intermediária da praia e na linha de maré baixa, também ocorreram pela presença de elevadas quantidades de redes de pesca (e outros ALDFG), aprisionadas nas vegetações, nos afloramentos rochosos e na sedimentação arenosa. Os sedimentos também podem reter os ALDFG (Gajanur & Jaafar 2022). Nas praias de Algodual, o transporte de sedimentos arenosos é favorecido pela maior intensidade dos

ventos que ocorrem principalmente de leste e leste-nordeste e, conseqüentemente, condicionam ondas mais fortes (Aviz *et al.* 2022). Estes processos oceanográficos podem favorecer o soterramento ou transporte de resíduos no entremarés.

Mesmo que as praias estudadas apresentem, no geral, baixo impacto ambiental (FIA entre 0-1) pela presença de ALDGF, por se tratar de uma atividade extrativista tradicional, deve-se considerar a aplicação de medidas mitigadoras para redução de qualquer impacto. Além disso, se observa pontos com elevado impacto (FIA = 10 e FIA = 9) que pode ocasionar o desequilíbrio da biodiversidade local e do meio ambiente e, conseqüentemente, da atividade pesqueira. Levando em consideração a sensibilidade desses ambientes, assim como os diferentes serviços ecossistêmicos e ambientais que as praias oferecem, deve-se procurar maneiras de mitigar os impactos socioeconômicos costeiros causados pelos ALDFG, visando a conservação e proteção da Ilha de Algodal, através de uma pesca sustentável.

CAPÍTULO 3 OCORRÊNCIA DE ORGANISMOS ASSOCIADOS AOS ALDFG EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO LITORAL AMAZÔNICO

3.1 INTRODUÇÃO

Os Petrechos de Pesca Abandonados, Perdidos ou Descartados (*Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear* - ALDFG) referem-se aos materiais usados durante a pesca e que se encontram em desuso no ambiente (Randall 2020). Os ALDFG mais encontrados são redes de pesca, cabos, boias, anzóis, armadilhas, linhas e outros (Viana *et al.* 2021).

O abandono, perda ou descarte inadequado de Petrechos de Pesca (PP) pode acontecer por meio de fatores operacionais e ambientais (correntes, ondas e ventos), ou por falta de pontos para descarte adequado e até vandalismo e roubo (Randall 2020).

Estes petrechos têm um grande potencial de causar danos a fauna (Azevedo-Santos *et al.* 2021). As redes de pesca, os currais (Santos 2017), as linhas de pesca e os anzóis podem causar, por exemplo, o aprisionamento de organismos (Battisti *et al.* 2019). O emaranhamento é uma grande ameaça, principalmente para os indivíduos marinhos, pois eles podem se afogar, sofrer asfixia ou estrangulamento, podem ter dificuldade de mobilidade, de se alimentar, e pode ainda lhes causar lesões e ferimentos (Sheavly & Register 2007). Há registros de tartarugas, por exemplo, que quando emaranhadas em rede de pesca, morreram por afogamento (Santos *et al.* 2020); ou podem apresentar ferimento no pescoço e/ou amputação da nadadeira (Santos 2017). Outra consequência é a presença de microplástico no trato intestinal de organismos encontrados emaranhados em redes (Torn 2020).

Os ALDFG e todos os detritos plásticos, quando presentes no meio ambiente, se tornam um risco para a biodiversidade e são capazes de causar efeitos tóxicos (Silva-Cavalcanti *et al.* 2017). Estes detritos podem se tornar vetores de substâncias químicas no ambiente marinho e ainda adsorver produtos químicos da água circundante (Hong *et al.* 2017). Apesar das consequências, os ALDFG no ambiente podem criar habitats e formar um ecossistema vivo. Detritos plásticos, de forma geral, fornecem habitat para diversos filos tais como Arthropoda, Mollusca, Bryozoa, Chordata, Cnidaria e outros, por meio da bioincrustação e colonização (Subías-Baratau *et al.* 2022).

No ambiente oceânico diferentes grupos (*e.g.* crustáceos, moluscos) são descritos associados aos ALDFG. Contudo, em ambientes praias, sobretudo em locais dominados por macromarés e com influência estuarina, os ALDFG estão susceptíveis as ações mecânicas das ondas e a radiação solar, estes podem ficar emersos ou submersos, o que pode promover a sua degradação. Além disso, organismos que habitam regiões de entremarés são submetidos a

estresses causados pela oscilação da salinidade da água (Rosa Filho *et al.* 2006), o que pode influenciar diretamente no processo de colonização de organismo nos ALDFG.

Neste sentido, por se tratar da primeira descrição de ALDFG em praias dominadas por macromarés, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar a fauna macrobentônica associada aos ALDFG em praias da Ilha de Algodal.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em quatro praias localizadas na Ilha de Algodal, que é uma Área de Proteção Ambiental (APA), localizada no estado do Pará. Esta região apresenta importância econômica marcada pelo turismo e pela prática da pesca artesanal e/ou de subsistência, e sobretudo, ecológica, por ser uma área de ocorrência de desova de tartarugas marinhas.

As coletas dos organismos associados aos ALDFG ocorreram no período chuvoso (abril/2022) e seco (novembro/2022), durante a maré de sizígia, seguindo o delineamento amostral descrito no Capítulo 2. Em campo, os ALDFG encontrados com a presença de organismos foram separados e os organismos foram armazenados em recipientes contendo álcool 70%, visando sua conservação para identificação taxonômica.

Os ALDFG e os organismos foram transportados para o Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho (LAPMAR), na Universidade Federal do Pará (UFPA). Os ALDFG foram triados, separados, contados, lavados, secos, pesados (g) e medidos (cm). Os organismos foram quantificados, fotografados por meio de um estereomicroscópio eletrônico e identificados através do DNA Barcode realizado no laboratório Genômica Integrativa, Instituto de Biociências, em parceria com a Universidade Estadual Paulista (UNESP).

O DNA total foi extraído de toracópodes de indivíduos adultos usando o PureLink Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen, K182002) seguindo as instruções do fabricante. Os iniciadores LCO1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') e HCO2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3') desenvolvidos por Folmer *et al.* (1994) foram usados para amplificar um fragmento do gene da subunidade I da citocromo C oxidase mitocondrial (COI). A mistura de reação em cadeia da polimerase (PCR) foi constituída de 11,34 µL de água ultrapura, 1,25 µL de tampão 10× PCR, 0,45 µL de MgCl₂ (50 mM), 0,3 µL de dNTP (10 mM), 0,3 µL de cada primer (10 µM), 1 µL de DNA (100 ng/mL) e 0,06 µL de Platinum Taq DNA Polymerase (Invitrogen, 10966018), totalizando 15 µL. A PCR foi realizada em termociclador Mastercycler Nexus (Eppendorf) nas seguintes condições: 3 min a 94°C; 40 ciclos de 30 s a 94°C, 40 s a 40°C e 45 s a 72°C; e 5 min a 72°C. Os produtos amplificados

foram avaliados em gel de agarose a 1% e sequenciados em sequenciador automático ABI 3500 (Applied Biosystems) utilizando os primers LCO1490 e HCO2198.

Para a apresentação espacial da distribuição dos organismos encontrados associados aos ALDFG, os dados foram sistematizados e organizados em planilha no Microsoft Excel, com as suas respectivas coordenadas geográficas, sendo gerado um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que foi especializado no Software de Geoprocessamento ArcGis 10.2.

3.3 RESULTADOS

Ao todo foram registrados 1.543 organismos associados aos ALDFG nas quatro praias da Ilha de Algodoal (Nordeste do Pará), sendo 1.380 no período chuvoso e 163 no período seco. Os grandes grupos de organismos mais encontrados foram as cracas (1.293 indivíduos), os bivalves (79 indivíduos), os paguros (77 indivíduos) e os caranguejos (53 indivíduos). Foram detectados também isópodes (16 indivíduos), poliquetas (11 indivíduos), gastrópodes (7 indivíduos), anêmonas (4 indivíduos) e pulgas-do-mar (3 indivíduos) (Figura 19). O Filo Arthropoda foi o mais abundante (1.442 indivíduos), seguido do Mollusca (86 indivíduos), do Annelida (11 indivíduos) e do Cnidaria (4 indivíduos).

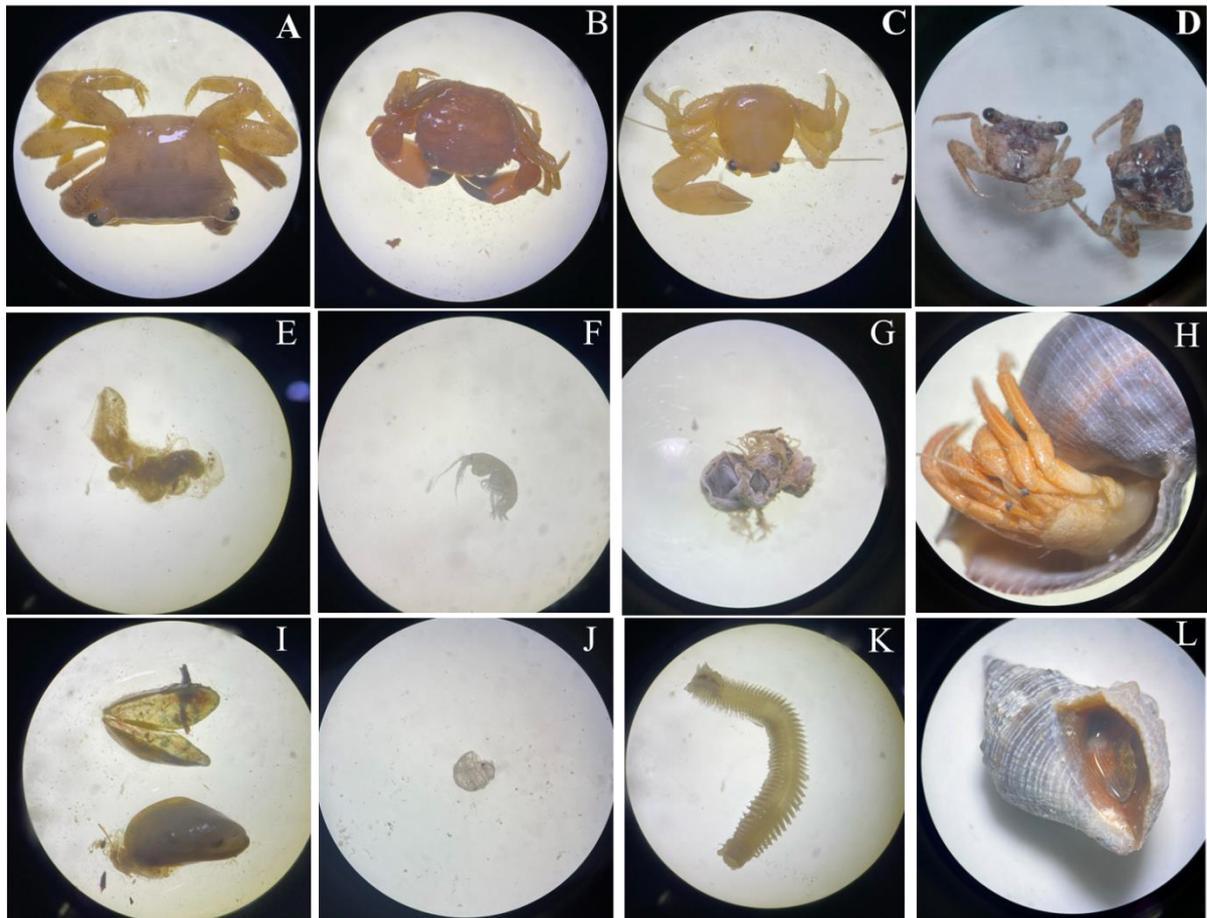


Figura 19 - Organismos encontrados associados aos ALDFG na Ilha de Algodual (PA): A) caranguejo; B) caranguejo (*Hexapanopeus caribbaeus*); C) caranguejo (*Petrolisthes armatus*); D) caranguejo; E) anêmona (*Diadumene leucolena*); F) pulga-do-mar (*Amphipoda* sp. WCH_2117); G) craca; H) paguro; I) bivalve; J) isópode; K) poliqueta (*Alitta succinea*); L) gastrópode. (Imagens ilustrativas e sem escala).

O período chuvoso além de apresentar a maior abundância, apresentou também a maior riqueza de grupos de organismos (todos os grupos) (Figura 20). E as praias do Cação e da Caixa d'água apresentaram maior ocorrência de organismos associados aos ALDFG, somando 689 e 658 indivíduos, respectivamente. A praia da Princesa apresentou 123 indivíduos e a do Farol 73 indivíduos.

A praia do Cação também apresentou o maior número de espécies associados aos ALDFG com os seguintes grupos, craca, bivalve, paguro, caranguejo, poliqueta, anêmona e pulga-do-mar, seguida da Caixa d'água (craca, bivalve, paguro, caranguejo, isópode, gastrópode), Princesa (craca e paguro) e Farol (craca) (Figura 21).

Em relação aos períodos, a praia da Caixa d'água apresentou diversidades de organismos em ambos, já as demais praias, no período seco tiveram ocorrência apenas de cracas, as cracas foram o único grupo de ocorrência na praia do Farol (Figura 22).

A maior abundância de organismos foi coletada na linha de maré baixa (1.053 organismos), seguida da linha de maré alta (270 organismos) e intermediário (220 organismos). O maior número de espécies também foi observado na linha de maré baixa (com 7 grupos), seguida do intermediário (com 5 grupos) e linha de maré alta (com 3 grupos) (Figura 23).

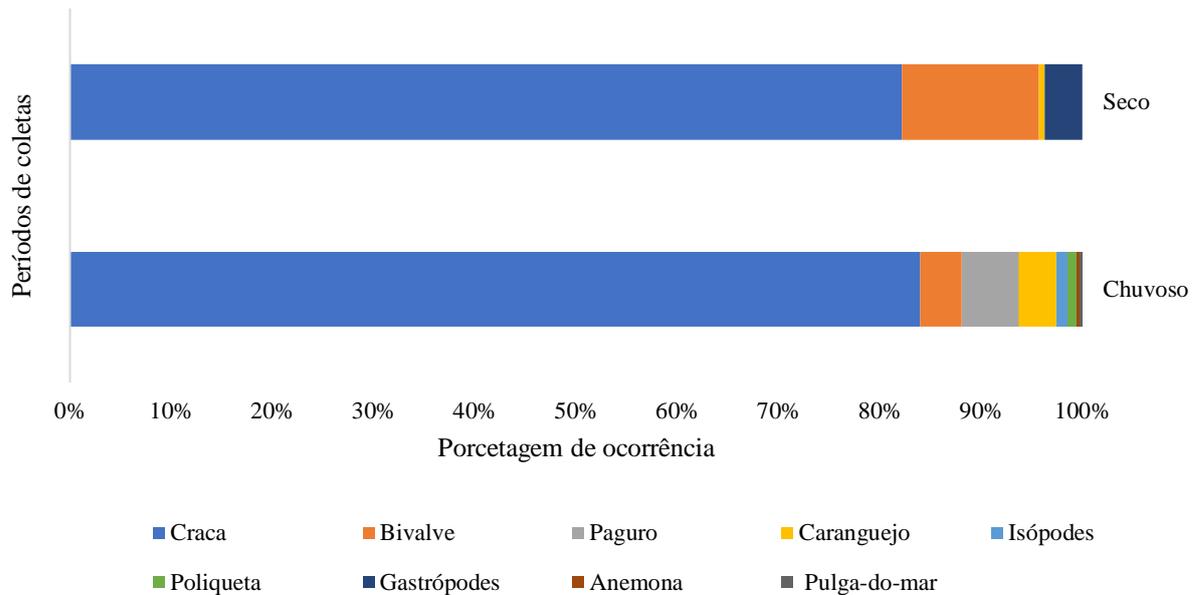


Figura 20 - Organismos associados aos ALDFG durante o período chuvoso e seco, na Ilha de Algodoal (PA).

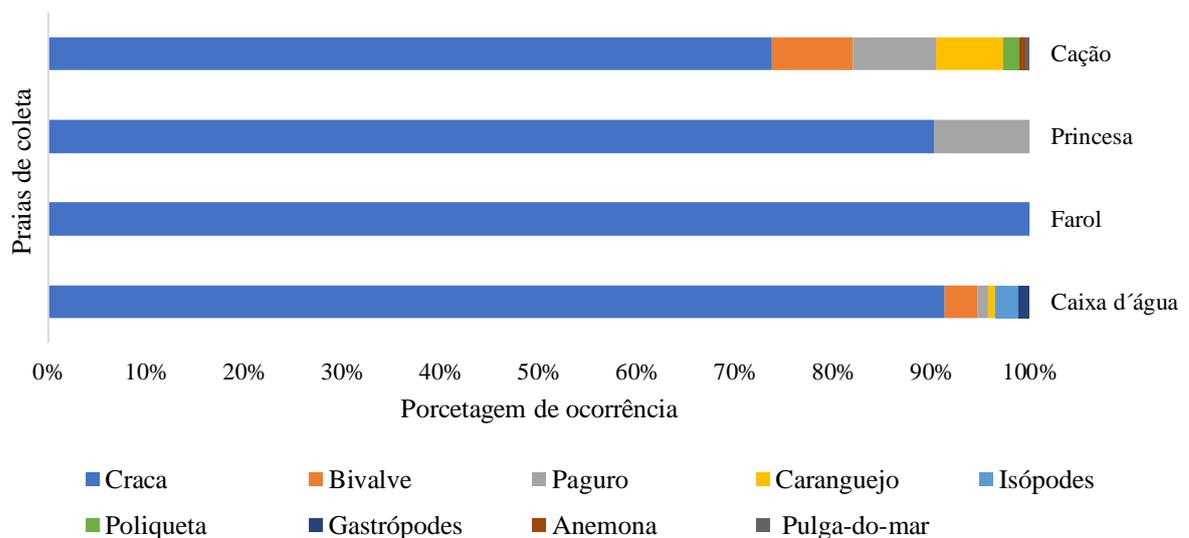


Figura 21 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias, na Ilha de Algodoal (PA).

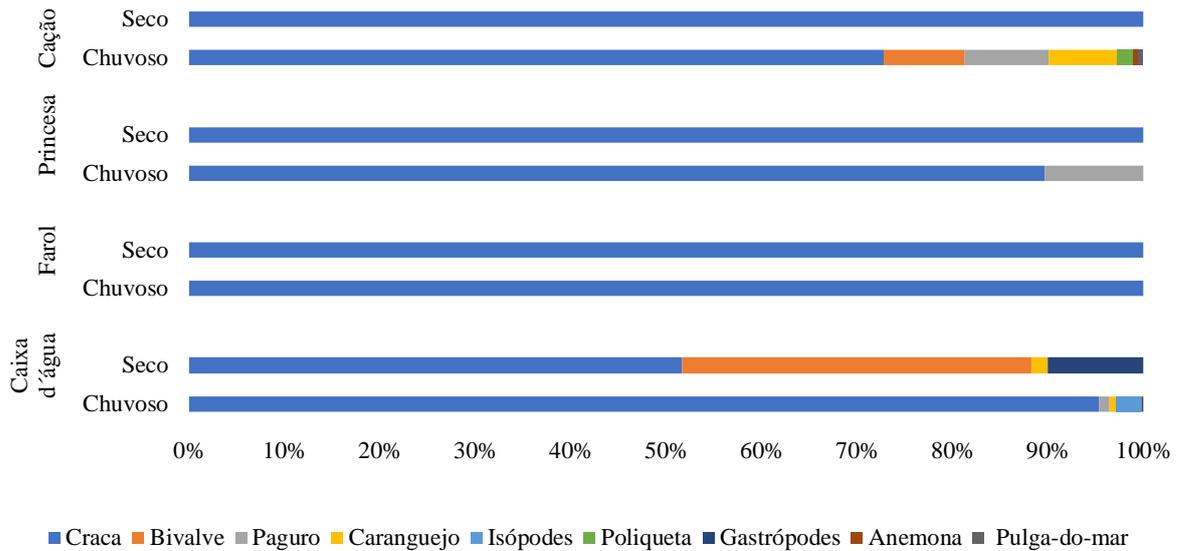


Figura 22 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias em cada período de amostragem, na Ilha de Algodal (PA).

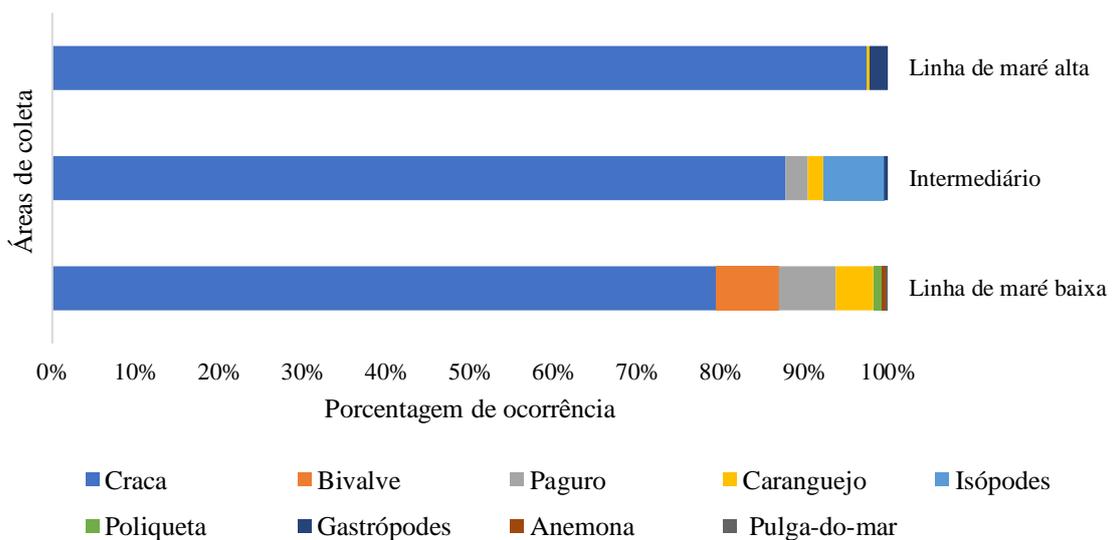


Figura 23 - Grupos de organismos associados aos ALDFG encontrados nas praias desde a linha de maré alta até a linha de maré baixa, na Ilha de Algodal (PA).

Em relação ao tipo de ALDFG em que os organismos foram encontrados, a corda se destacou com a presença de 1.032 indivíduos (Figura 24), seguida da boia de poliestireno (258 indivíduos), do cabo elétrico (115 indivíduos), da rede de pesca (105 indivíduos), do fragmento (28 indivíduos) e da tela de curral (5 indivíduos) (Figura 25). Da categoria citada no capítulo 2, apenas os ALDFG dos tipos barbante e emaranhado não apresentaram ocorrência de organismos associados a eles (Figura 26). Notabiliza-se o registro, ainda em campo, de um

caranguejo associado a rede de pesca, presa em vegetação de mangue juvenil em região intermediária (Figura 27).



Figura 24 - Organismos associados a ALDFG do tipo corda, na Ilha de Algodal (PA).



Figura 25 - ALDFG com ocorrência de organismos, na Ilha de Algodal (PA): A) corda; B) cabo elétrico; C) boia de poliestireno; D) rede de pesca; E) fragmento; F) tela de curral.

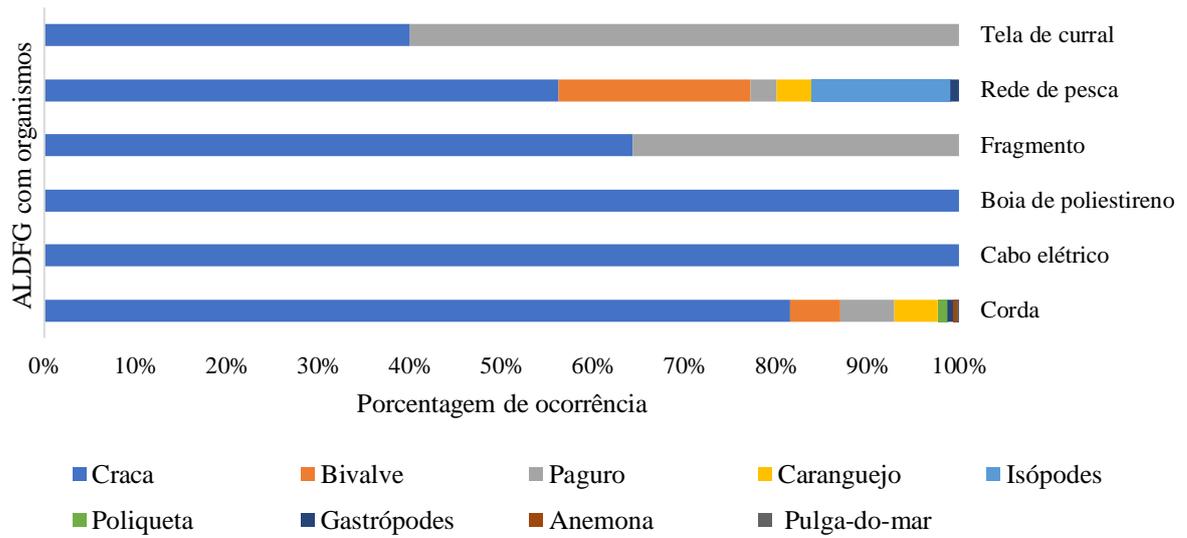


Figura 26 - Grupos de organismos encontrados associados aos ALDFG, na Ilha de Algodual (PA).



Figura 27 - Caranguejo associado a rede de pesca presa em vegetação de mangue juvenil, em região intermediária na praia da Caixa d'água, na Ilha de Algodual (PA).

Os organismos identificados pela análise de DNA Barcode foram, *Diadumene leucolena* (Anêmona), *Alitta succinea* (Poliqueta), *Petrolisthes armatus* e *Hexapanopeus caribbaeus* (Caranguejo) e o gênero *Amphipoda* sp. WCH_2117 (Pulga-do-mar) (Tabela 4). E a distribuição dos organismos associados aos ALDFG ao longo das quatro praias estudadas e nos períodos de amostragem, pode ser observada a seguir (Figura 28).

Tabela 4 - Espécies de organismos encontrados associados aos ALDFG na Ilha de Algodual (PA).

Filo	Classe	Nome Popular	Nome Científico	Abundância	Figura
Arthropoda	Maxillopoda	Craca	-	1.293	G
Mollusca	Bivalvia	Bivalve	-	79	I
Arthropoda	Malacostraca	Paguro	-	77	H
Arthropoda	Malacostraca	Caranguejo	<i>Hexapanopeus caribbaeus</i>	46	B
Arthropoda	Malacostraca	Isópodes	-	16	J
Annelida	Polychaeta	Poliqueta	<i>Alitta succinea</i>	11	K
Mollusca	Gastropoda	Gastrópodes	-	7	L
Cnidaria	Anthozoa	Anêmona	<i>Diadumene leucolena</i>	4	E
Arthropoda	Malacostraca	Caranguejo	-	4	A e D
Arthropoda	Malacostraca	Pulga-do-mar	<i>Amphipoda</i> sp.	3	F
			WCH_2117		
Arthropoda	Malacostraca	Caranguejo	<i>Petrolisthes armatus</i>	3	C



Figura 28 - Mapa de distribuição de ocorrência de organismos associados aos ALDFG nas quatro praias de estudo, na Ilha de Algodual (PA). Círculos indicam pontos com ocorrência de organismos: cor preta (no período chuvoso), cor amarela (no período seco) e bicolor (em ambos os períodos), a cruz indica pontos de coleta onde não houve a ocorrência de organismos.

3.4 DISCUSSÃO

Resíduos plásticos possuem potencial de colonização por organismos incrustantes (*e.g.* cracas, moluscos e outros), pois servem como habitats artificiais para alguns animais marinhos em fase larval ou juvenil (Gregory 2009). Os ALDFG, com destaque aos de nylon, também podem ser colonizados rapidamente por comunidades bioincrustantes (Enrichetti *et al.* 2021).

Além da Ilha de Algodal, estudos em outras regiões também quantificaram a presença de organismos associados aos ALDFG, como exemplo, em Cingapura (1.052 indivíduos) (Gajanur & Jaafar 2022) e em Itália (120 indivíduos) (Battisti *et al.* 2019).

As cracas são animais filtradores que vivem fixados em substratos (Castro & Huber 2012) flexíveis e rígidos (Ramos *et al.* 2021), neste estudo foram o grupo mais abundante de organismos encontrados vivendo associados aos ALDFG, usando-os como superfície para fixação. Assim como neste, outros estudos também identificaram bivalves, cracas e gastrópodes presos em linhas de pesca e anzóis (Battisti *et al.* 2019), crustáceos emaranhados em redes (Chaves & Robert 2009) e cracas incrustadas em boias (Battaglia *et al.* 2019).

Elevada abundância de organismos (principalmente as cracas), foram encontrados associados as boias de poliestireno e as cordas no período chuvoso. Com destaque para uma corda coletada encontrada com elevado grau de degradação, localizada na linha de maré baixa da praia do Cação, que continha grande abundância (364 indivíduos) e riqueza (craca, caranguejo, poliqueta, paguro, bivalve, anêmona e pulga-do-mar) de organismos (Tabela 5 e Figura 29).

Tabela 5 - Organismos associados a uma única corda encontrada na linha de maré baixa da praia do Cação, na Ilha de Algodal (PA).

Organismos	Abundância
Craca	265
Bivalve	57
Caranguejo	21
Paguro	8
Poliqueta	6
Anêmona	4
Pulga-do-mar	3
Total	364



Figura 29 - Organismos encontrados em corda no infralitoral da praia do Cação, na Ilha de Algodal (PA): A) craca e poliqueta; B) bivalves; C) craca e caranguejo.

A maior abundância e riqueza de organismos foram coletados na linha de maré baixa. Local menos estressante, pois os organismos sofrem menos com a oscilação de enchentes e vazantes da maré. Além disto, esses organismos são adaptados a essas mudanças ambientais (Valentin & Muelbert 2015).

Em relação aos tipos de ALDFG em que os organismos foram encontrados o maior destaque foi para as cordas, boia de poliestireno e cabo elétrico, esses materiais, por possuir uma área maior, disponibilizam mais espaço para colonização de organismos. As redes também podem servir de substrato para fixação de grupos de organismos e ainda podem causar emaranhamento em outros. Nas redes e outros ALDFG em que os organismos foram encontrados, também havia abundância de algas, as quais estavam localizadas em ambientes lamosos com vegetação de mangue juvenil e marisma presente na praia da Caixa d'água. A presença de algas nos ALDFG pode atrair os crustáceos (*e.g.* craca, isópodes, paguro, caranguejos e pulga-do-mar), pois estes habitam em vários ambientes, inclusive entre as algas (Castro & Huber 2012).

Outros estudos também indicam a associação de hidrozoários, crustáceos, briozoários, bivalves e outros organismos em rede fantasma na Ilha da Galé (Santa Catarina) (Link 2017) e ainda sugerem a ingestão de plásticos por crustáceos (Azevedo-Santos *et al.* 2021).

Os ALDFG podem causar a mortalidade de organismos que vivem em ambientes de entremarés (Gajanur & Jaafar 2022), pode causar a transferência de microplásticos e toxinas na cadeia alimentar (Gilman *et al.* 2021), causar lesões, ferimentos e emaranhamentos. Ressalta-se que em nos dia 27 de junho de 2023, uma tartaruga da espécie *Dermochelys coriacea*

(tartaruga-de-couro), alistada no topo de espécies ameaçadas de extinção, foi encontrada emaranhada em rede de pesca na praia da Princesa, Ilha de Algodual (PA), sendo a primeira ocorrência dessa espécie na região, a tartaruga teve lesões leve e logo após socorrida foi devolvida ao mar (Oliberal.com 2023) (Figura 30).



Figura 30 - Tartaruga-de-couro encontrada emaranhada em rede de pesca na praia da Princesa, Ilha de Algodual (PA). Fonte: Projeto TAMAR.

Além disso, a bioincrustação em resíduos plásticos podem facilitar a introdução de espécies exóticas no ambiente (Pinheiro *et al.* 2021). As espécies descritas nessa pesquisa são espécies já identificadas na Ilha de Algodual em outros estudos, ou seja, são espécies frequentes na região, pulga-do-mar - *Amphipoda* sp. WCH_2117 (Andrade 2021, Ataíde 2009), poliqueta - *Alitta succinea* (Braga *et al.* 2013), caranguejo - *Petrolisthes armatus* (Cardoso 2017) e *Hexapanopeus caribbaeus* (Nobrega & Martinelli-Lemos 2016), a Anêmona - *Diadumene leucolena* foi identificada em Salinópolis (Pará) (Gusmão *et al.* 2018).

Por fim, este estudo que apresenta a ocorrência de organismos associados aos ALDFG na Ilha de Algodual, Norte do Brasil. Por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental que abriga uma grande diversidade de organismos, a ocorrência de organismos associados aos ALDFG deve ser investigada de forma mais específica, a fim de avaliar os potenciais impactos dessa colonização, quanto habitat, substrato de assentamento e/ou fonte de alimento.

Portanto, considerando a importância ecológica da região e o potencial impacto causados pelos ALDFG ao ambiente, sugere-se a aplicação de processos educativos sobre a conservação da fauna e biodiversidade local e global a fim de alcançar a redução dos ALDFG, e conseqüentemente, da associação de organismos.

CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesca é uma fonte reconhecida de ALDFG na Ilha de Algodal. Os diferentes tipos de ALDFG, assim como os diferentes tamanhos e massas podem causar diferentes impactos (*e.g.* poluição, emaranhamento, lesão) para a fauna e o meio ambiente. Como as praias estudadas possuem características distintas, por exemplo, presença de vegetações de mangue juvenil e/ou afloramentos rochosos no ambiente de entremarés, podem ser impactadas de diferentes formas. Com base nisso, propõem-se a utilização de cálculo de densidade dos ALDFG considerando o número de itens (itens/m²) e a massa (g/m²). Isto se faz necessário porque a massa dos ALDFG, assim como seu tamanho, contribui para diferentes impactos ambientais. Neste sentido, este estudo também contribui com a elaboração do Fator de Impacto Ambiental com a finalidade de avaliar a sensibilidade do ambiente e da fauna aos diferentes tipos de ALDFG nas praias da Ilha de Algodal.

Para isso, este estudo propõe que os ALDFG com maior potencial de causar danos a fauna e ao ambiente são as redes, os quais possuem alta durabilidade e facilidade de aprisionamento nas vegetações e afloramentos rochosos, e, conseqüentemente, podem causar emaranhamento da fauna. Além das redes, as cordas também apresentam elevado potencial de impacto visto que possuem maior facilidade de fragmentação e foi o principal tipo de ALDFG colonizado por organismos.

O maior Fator de Impacto Ambiental ocorreu no período chuvoso, na praia da Caixa d'água, por ser um ambiente com presença de vegetação de mangue juvenil. Desta forma, esta área torna-se um habitat sensível e que requer maior preservação.

Ações preservacionistas são essenciais e urgentes visto que os ALDFG descritos neste estudo também apresentaram organismos associados, sendo que dos nove grupos de ocorrência, as cracas e os bivalves foram mais frequentes. Estes, são organismos filtradores e que utilizam os ALDFG como substrato para fixação. Destaca-se que os ALDFG podem atuar como vetores de substâncias químicas usadas na sua própria fabricação e/ou adquiridas do meio, logo, há uma necessidade de compreensão sobre que tipos de impactos a colonização dos ALDFG pode causar aos organismos, realçando a necessidade de estudos futuros para compreender estes impactos.

Como citado, a pesca é uma fonte reconhecida de ALDFG e esse reconhecimento é importante, pois nos permite delinear ações que visam a redução do problema, que podem ser implementadas junto aos pescadores, colônias de pesca e comunidade em geral, uma vez que essa atividade é de suma importância para a economia da região.

Ao reconhecer a fonte de ALDGF para as praias da Ilha de Algodal, uma vez que é uma Área de Proteção Ambiental, que deve ser protegida devido a sua importância econômica e ecológica, este trabalho busca nortear políticas públicas, com estratégias de mitigação e propostas de ações de regulamentação da pesca, com políticas educativas efetivas sobre o descarte correto dos petrechos de pesca, implementação de meios de recuperação dos PP que são abandonados, perdidos ou descartados no ambiente, criação de ponto de coleta e centros de reciclagem, além de propor o uso de materiais biodegradáveis na fabricação dos petrechos de pesca.

REFERÊNCIAS

- Adomilli G. K. 2009. Arte de pescar, arte de narrar: notas etnográficas sobre a dimensão cultural do trabalho em uma comunidade pesqueira. *MÉTIS: História & Cultura*, **8** (16): 97-119.
- Andrade R. C. G. 2021. *Macrofauna bentônica associada a galerias de Lepidophthalmus siriboia Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Callianassidae) em praias amazônicas*. Orientador: Thuareg Monteiro Trindade dos Santos. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, 43p. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/3500>. Acesso em: 30 de Jan. de 2024.
- Andrade S. *et al.* 2022. The first baseline of ALDFG generated by the artisanal fishery during the SARS-CoV-2 pandemic on the north coast of Pernambuco, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, **177**: 113470. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113470>.
- Antunes C. V. 2021. *O lixo marinho nas praias do município de Pontal do Paraná e a inter-relação com a atividade pesqueira artesanal*. MS Dissertation, Instituto Federal do Paraná, Paranaguá, 86p.
- Araújo M. C. B. *et al.* 2018. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: a snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). *Frontiers in Marine Science*, **5**: 233. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00233>.
- Ataide M. B. 2009. *Caracterização da meiofauna associada aos recifes de Sabellaria wilsoni (Polychaeta, Sabellariidae) da Ilha de Algodal (Pará, Brasil) com ênfase aos nematoda*. Orientadora: Virág Venekey. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, 52p. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/1270>. Acesso em: 30 de Jan. de 2024.
- Aviz D. *et al.* 2022. Temporal dynamics of a Sabellaria wilsoni (Sabellariidae: Polychaeta) reef on the Brazilian Amazon Coast. *Marine Ecology Progress Series*, **702**: 87-103. <https://doi.org/10.3354/meps14190>.
- Azevedo-Santos V. M. *et al.* 2021a. Plastic pollution: A focus on freshwater biodiversity. *Ambio*, **50** (7): 1313-1324. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01496-5>.
- Azevedo-Santos V. M. *et al.* 2021b. Digital media reveal negative impacts of ghost nets on Brazilian marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, **172**: 112821. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112821>.
- Bakkali S. & Amrani M. 2008. About the use of spatial interpolation methods to denoising Moroccan resistivity data phosphate “Disturbances” map. *Acta Montanistica Slovaca*. **13** (2): 216-222.
- Ballesteros L. V. *et al.* 2018. Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine pollution bulletin*, **135**: 1107-1116. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.033>.

- Bastos M. N. C. *et al.* 1995. Caracterização fitofisionômica da restinga de Algodal, Maracanã-PA, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica*, Belém, **11** (2): 173 – 197.
- Battaglia P. *et al.* 2019. Colonization of floats from submerged derelict fishing gears by four protected species of deep-sea corals and barnacles in the Strait of Messina (central Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, **148**: 61-65.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.073>.
- Battisti C. *et al.* 2019. Fishing lines and fish hooks as neglected marine litter: first data on chemical composition, densities, and biological entrapment from a Mediterranean beach. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**: 1000-1007.
<https://doi.org/10.1007/s11356-018-3753-9>.
- Belarmino P. H. P. *et al.* 2014. Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, **14** (3): 447-457. <https://doi.org/10.5894/rgci451>.
- Borcem E. R. *et al.* 2011. A atividade pesqueira no município de Marapanim-Pará, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, **54** (3): 189-201. <https://doi:10.4322/rca.2012.014>.
- Brabo L. *et al.* 2022. Disentangling beach litter pollution patterns to provide better guidelines for decision-making in coastal management. *Marine Pollution Bulletin*, **174**: 113310.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113310>.
- Braga C. F. *et al.* 2013. Spatio-temporal changes in macroinfaunal assemblages of tropical saltmarshes, northern Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, **8** (4): 28-298.
- Brasil. 2019. Ministério do Meio Ambiente. *Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Plano de Combate ao Lixo no Mar*. Brasília, DF, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro.
- Bruno G. S. & Santos J. L. 2012. Análise qualitativa dos detritos acumulados na praia do Cuiúba, Guarujá, SP. *Rev. Ceciliana*, **4** (2): 66-70.
- Cardoso E. M. P. 2017. *Estrutura populacional de Petrolisthes armatus (Decapoda: Porcellanidae) em recifes de Sabellariidae no litoral amazônico*. Orientador: Marcelo Petracco. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém, 41p. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/jspui/handle/prefix/982>. Acesso em: 30 de jan. de 2024.
- Casarini L. M. *et al.* 2018. Projeto Petrechos de Pesca Perdidos no Mar e o Sistema Linha Azul de Logística Reversa. *Unisantia BioScience*, **7** (6): 62-76.
- Castello J. P. 2010. O futuro da pesca da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. *Ciência e Cultura*, **62** (3): 32-35.
- Castro P. & Huber M. E. 2012. Organismos marinhos sem coluna vertebral. *In*: Castro P. & Huber M. E. *Biologia Marinha*. Porto Alegre, AMGH. p. 115-151.

Chamorro P. 2020. 25 milhões de animais marinhos são impactados por pesca fantasma no Brasil por ano, estima relatório. *National Geographic*. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2018/12/animais-marinhos-impactados-pesca-fantasma-brasil-peixe-plastico>. Acesso em: 30 de Jul. 2022.

Chaves P. T. & Robert M. C. 2009. Extravio de petrechos e condições para ocorrência de pesca-fantasma no litoral norte de Santa Catarina e sul do Paraná. *Boletim do Instituto de Pesca*, **35** (3): 513-519.

Conceição L. C. A. *et al.* 2020. A pesca artesanal e a sucessão geracional no município de Maracanã, estado do Pará, Brasil. *Guaju*, **6** (1): 70-85.

Coutinho T. E. & Cavalcante A. C. 2021. Revisão da literatura de ações nacionais e internacionais sobre o destino de petrechos de pesca, perdidos, abandonados ou descartados no mar. *In: Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. Anais[...]*. São Paulo.

Daniel D. B. *et al.* 2020. Assessment of fishing-related plastic debris along the beaches in Kerala Coast, India. *Marine pollution bulletin*, **150**: 110696. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110696>.

Diniz M. J. T. *et al.* 2010. Setor pesqueiro no estado do Pará: concentraçap espacial e fragilidades da cadeia produtiva. *Revista de Estudos Sociais*, **12** (23): 30-61.

Enrichetti F. *et al.* 2021. Fate of lost fishing gears: Experimental evidence of biofouling colonization patterns from the northwestern Mediterranean Sea. *Environmental Pollution*, **268**: 115746. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115746>.

Espírito-Santo R. V. & Isaac V. J. 2012. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança-PA, Brasil: esforço e produção. *Boletim do laboratório de hidrobiologia*, **25** (1): 31-48. <https://doi.org/10.18764/>.

Filgueira J. P. P. S. 2019. *Geomorfologia costeira e morfologia das praias da Ilha de Algodual (Maracanã-Pa)*. Orientador: Marcelo Augusto Moreno da Silva Alves. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 62p. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/640>. Acesso em: 04 de Jul. de 2023.

Folmer O. *et al.* 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *MolMar Biol Biotechnol*, **3**: 294-299.

Food and Agriculture Organization of The United Nations - FAO 2016. *Report of the expert consultation on the marking of fishing gear*. . Rome, Italy, Nations F. A. A. O. O. T. U (ed.). FAO Fisheries and Aquaculture Report.

Freitas Á. C. *et al.* 2019. A pesca artesanal de pequena escala na comunidade da ilha de Algodual-Maiandeuá, Maracanã-Pará. *Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **19** (1): 29-35. <https://doi.org/10.32519/btcc.v19i1.2147>.

Gajanur A. R. & Jaafar Z. 2022. Abandoned, lost, or discarded fishing gear at urban coastlines. *Marine Pollution Bulletin*, **175**: 113341. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113341>.

Gajanur A. R. & Jaafar Z. 2023. Behaviour of stranded abandoned plastic fishing nets in the equatorial tropics. *Nature in Singapore*, **16**: e2023034. <https://DOI: 10.26107/NIS-2023-0034>.

Gilman E. *et al.* 2016. Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets: methods to estimate ghost fishing mortality, and the status of regional monitoring and management. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, **600**: I.

Gilman E. *et al.* 2021. Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gear. *Scientific reports*, **11** (1): 7195. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86123-3>.

Gregory M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **364** (1526): 2013-2025. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>.

Gusmão L. C. *et al.* 2018. Sea anemones through X-rays: visualization of two species of *Diadumene* (Cnidaria, Actiniaria) using micro-CT. *American Museum Novitates*, **3907**: 1-47. <https://doi.org/10.1206/3907.1>.

Hong S. H. *et al.* 2017. Methods of analysing chemicals associated with microplastics: a review. *Analytical Methods*, **9**: 1361-1368. <https://DOI:10.1039/c6ay02971j>.

Hoytema N. V. *et al.* 2020. Fishing gear dominates marine litter in the Wetlands Reserve in Al Wusta Governorate, Oman. *Marine Pollution Bulletin*, **159**: 111503. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111503>.

Jambeck J. R. *et al.* 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347**: 768-770. [10.1126/Science.1260352](https://doi.org/10.1126/Science.1260352).

Karbalaei S. *et al.* 2018. Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, **25**: 36046-36063. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3508-7>.

Krelling A. P. *et al.* 2023. Investigating variability among fisheries litter accumulation on beaches in Paraná, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, **187**: 114607. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114607>.

Lewin W. C. *et al.* 2019. Potential environmental impacts of recreational fishing on marine fish stocks and ecosystems. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, **27** (3): 287-330. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1586829>.

Link J. T. 2017. *Petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados na costa brasileira-estudo de caso na reserva biológica marinha do arvoredo*. Orientadora: Bárbara Segal. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 72p. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/176988/TCC_Jéssica%20Link_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 de Nov. de 2023.

- Link J. *et al.* 2019. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear in Brazil: A review. *Perspectives in Ecology and Conservation*, **17** (1): 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.12.003>.
- Loureiro S. N. *et al.* 2016. Evidence for habitat-driven segregation of an estuarine fish assemblage. *Journal of Fish Biology*, **89**: 804-820. <https://doi:10.1111/jfb.13017>.
- Mallos N. 2013. Ocean ghosts are deadly. *Ocean Conservancy*. Disponível em: <https://oceanconservancy.org/blog/2013/03/07/ocean-ghosts-are-deadly/>. Acesso em: 29 de Jul. 2022.
- Marcelino C. N. A. F. *et al.* 2015. Técnica e conhecimento local na pesca de curral: um estudo comparativo sobre duas comunidades pescadoras de São Caetano de Odivelas/PA. *Papers do NAEA*. (Paper 352). ISSN 15169111.
- Marcuzzo F. F. N. *et al.* 2011. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*. **4**: 793-804.
- Martins B. M. L. 2011. *Aspectos gerais da pesca e sua interação com pequenos cetáceos no estuário amazônico*. Orientadora: Neusa Renata Emin-Lima. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém do Pará, 82p. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/861>. Acesso em: 15 de Mai. 2022.
- Monteiro D. P. D. 2016. *Design como veículo para o reaproveitamento dos resíduos de cordas e redes de pesca para a criação de produtos*. Orientadora: Bárbara Rangel Carvalho. Dissertação, Universidade do Porto, 156p. Disponível em: https://sigarra.up.pt/faup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=166021. Acesso em: 10 de Nov. 2023.
- Monteiro M. J. S. & Nóbrega W. R. M. 2008. Gestão ambiental em unidades de conservação: reflexões e proposta acerca das instalações (eco) turísticas na Área de Proteção Ambiental Algodal-Maiandeuá, Maracanã-Pará. *Caderno Virtual de Turismo*, **8** (3): 67-85.
- Montenegro M. *et al.* (org.). 2020. *Atlas do plástico: fatores e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos*. 1 ed. Rio de Janeiro, Fundação Heinrich Böll.
- Nery M. F. *et al.* 2008. Marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) injuries as a possible indicator of fisheries interaction in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, **56** (4): 313-316.
- Nóbrega P. S. V. *et al.* 2021. Invertebrates assemblage captured by a pink shrimp's fishery on Amazon continental shelf. *Latin American journal of aquatic research*, **49** (2): 227-241. <https://DOI: 10.3856/vol49-issue2-fulltext-2600>.
- Nobrega P. S. V. & Martinelli-Lemos J. M. 2016. Composition and spatio-temporal variation in the density of the Brachyura (Decapoda, Pleocyemata) in the rocky substrates of an Amazonian estuary. *Crustaceana*, **89** (13): 1447-1466. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003599>.

- Orós J. *et al.* 2005. Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998–2001). *Diseases of Aquatic Organisms*, **63** (1): 13-24. doi:10.3354/dao063013.
- Pinheiro L. M. *et al.* 2021. The fate of plastic litter within estuarine compartments: an overview of current knowledge for the transboundary issue to guide future assessments. *Environmental Pollution*, **279**: 116908. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116908>.
- Purba N. P. *et al.* 2018. Distribution of macro debris at Pangandaran Beach, Indonesia. *World Scientific News*, **103**: 144-156.
- Rajabally E. & Ramires M. 2020. A economia circular e o descarte de petrechos de pesca. In: 4º Encontro Nacional de Pós-Graduação, *Anais[...]*, v.1, p. 259-263. ISSN: 2594-6153.
- Ramos B. de *et al.* 2021. Spatio-temporal characterization of litter at a touristic sandy beach in South Brazil. *Environmental Pollution*, **280**: 116927. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116927>.
- Ramos J. A. A. & Pessoa W. V. N. 2019. Fishing marine debris in a northeast Brazilian beach: Composition, abundance and tidal changes. *Marine Pollution Bulletin*, **142**: 428-432. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.002>.
- Randall P. 2020. South African marine fisheries and abandoned, lost and discarded fishing gear. *Commonwealth Litter Programme-South Africa*. p. 1-30. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmninnibpcapcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Peter-Randall/publication/341343550_South_African_Marine_Fisheries_and_Abandoned_Lost_and_Discarded_Fishing_Gear_Commonwealth_Litter_Programme_-_South_Africa/links/5ebba1ce299bf1c09ab9413d/South-African-Marine-Fisheries-and-Abandoned-Lost-and-Discarded-Fishing-Gear-Commonwealth-Litter-Programme-South-Africa.pdf. Acesso em: 01 de Dez. de 2023.
- Rangel-Buitrago N. *et al.* 2018. Killing the goose with the golden eggs: litter effects on scenic quality of the Caribbean coast of Colombia. *Marine Pollution Bulletin*, **127**: 22-38. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.02>.
- Romero L. L. *et al.* 1995. *Fibras artificiais e sintéticas*. Rio de Janeiro, BNDES Setorial, v.1, p. 54-66.
- Rosa Filho J. S. R. *et al.* 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, **1** (3): 85-96.
- Rosa Filho J. S. R. *et al.* 2011. Benthic fauna of macrotidal sandy beaches along a small-scale morphodynamic gradient on the Amazon coast (Algodual Island, Brazil). *Journal of Coastal Research*, SI **64**: 435-439.
- Ruivo M. L. P. *et al.* 2005. Caracterização química de manta orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodual/Maiandeuá, PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais*, Belém, **1** (1): 227 – 234.

- Sales K. A. H. *et al.* 2022. Corral fishing in the Algodual-Maiandeuá environmental protection area (Maracanã, Brazilian Amazon). *Research, Society and Development*, **11** (5): e42311528329-e42311528329. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28329>.
- Santos G. M. 2017. Resgate nas águas amazônicas. *Amazônia Viva*, **66** (6): 32-33.
- Santos M. A. S. 2005. A Cadeia produtiva da pesca artesanal no Estado do Pará: estudo de caso no Nordeste Paraense. *Revista Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, **1** (1): 61-81.
- Santos R. L. *et al.* 2020. Artisanal fisheries interactions and bycatch of freshwater testudines at the Tapacurá reservoir, Northeast Brazil. *Herpetology Notes*, **13**: 249-252.
- Shang L. *et al.* 2014. Engineered nanoparticles interacting with cells: size matters. *Journal of Nanobiotechnology*, **12** (1): 1-11.
- Sheavly S. B. & Register K. M. 2007. Marine debris & plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. *Journal of Polymers and the Environment*, **15**: 301-305. <https://doi.org/10.1007/s10924-007-0074-3>.
- Silva A. D. C. & Batista D. V. V. 2017. Pesca artesanal vigiense: a vida dos pescadores que dependem do peixe bandeirado (*Bagre marinus*). In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. *Anais[...]*. Florianópolis.
- Silva A. S. A. 2015. *Ferramentas para modelagem e interpolação de dados ambientais em escala regional*. Orientador: Borko Stosic. PhD Theses, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 107p.
- Silva-Cavalcanti J. S. *et al.* 2017. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. *Environmental Pollution*, **221**: 218-226. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.068>.
- Souza S. S. *et al.* 2019. Pesca artesanal X geração de resíduos sólidos: um estudo de caso realizado no litoral de São Paulo. In: 3º Encontro Nacional de Pós-graduação, p. 252-256. *Anais[...]*. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/ENPG/article/view/2135>. Acesso em: 10 de Nov. 2023.
- Subías-Baratau A. *et al.* 2022. Marine biofouling organisms on beached, buoyant and benthic plastic debris in the Catalan Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **175**: 113405. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113405>.
- Suguio K. 1937. *Introdução a sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blucher.
- Tartaruga da espécie maior do mundo é encontrada em praia de Maracanã, no nordeste paraense. *Oliberal.com*, BÉlem-PA, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://www.oliberal.com/para/maior-tartaruga-marinha-do-mundo-e-encontrada-em-praia-de-maracana-no-nordeste-paraense-1.699176>. Acesso em: 01 de Fev. de 2024.
- Torn K. 2020. Microplastics uptake and accumulation in the digestive system of the mud crab *Rhithropanopeus harrisi*. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, **69** (1): 35-42. <https://doi.org/10.3176/proc.2020.1.04>.

Tourinho P. S. *et al.* 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil?. *Marine Pollution Bulletin*, **60** (3): 396-401.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.013>.

United Nations. 2016. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 15 de Jan. 2024.

Valentin J. L. & Muelbert J. H. 2015. Ambientes Marinhos. *In*: Castello J. P. & Krug L. C. *Introdução às ciências do mar*. Pelotas, Ed. Textos. p. 314-381.

Viana D. de L. *et al.* 2021. Pesca fantasma e seus impactos invisíveis no Nordeste do Brasil. *In*: Viana D. de L. *et al.* *Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil*, p. 428-449. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353934829>. Acesso em: 15 de Nov. 2023.

World Animal Protection. 2019. *Maré fantasma - situação atual, desafios e soluções para a pesca fantasma no Brasil*. Disponível em:
https://www.worldanimalprotection.org.br/sites/default/files/media/br_files/documents_br/wap-relatorio-mare-fantasma-2019.pdf. Acesso em: 10 de Nov. 2023.