

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

LILIANE GUIMARÃES ROCHA

**PROPOSTA DE ROTA TECNOLÓGICA PARA RECICLAGEM DE
RESÍDUOS PROVENIENTES DA MARISCAGEM NO LITORAL
NORTE DE PERNAMBUCO**

**RECIFE - PERNAMBUCO
2025**

LILIANE GUIMARÃES ROCHA

**PROPOSTA DE ROTA TECNOLÓGICA PARA RECICLAGEM DE
RESÍDUOS PROVENIENTES DA MARISCAGEM NO LITORAL
NORTE DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Romildo Morant de Holanda

**RECIFE - PERNAMBUCO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

R672p Rocha, Liliane Guimarães.
Proposta de rota tecnológica para reciclagem de resíduos provenientes da mariscagem no litoral norte de Pernambuco / Liliane Guimarães Rocha. – Recife, 2025.
80 f.: il.

Orientador(a): Romindo Morant de Holanda.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Recife, BR-PE, 2025.
Inclui referências.

1. Sustentabilidade. 2. Gerenciamento de resíduos. 3. Economia circular. I. Holanda, Romildo Morant de, orient. II. Título

CDD 628

LILIANE GUIMARÃES ROCHA

**PROPOSTA DE ROTA TECNOLÓGICA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS
PROVENIENTES DA MARISCAGEM NO LITORAL NORTE DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de julho de 2025.

ROMILDO MORANT DE HOLANDA
Presidente da Banca e Orientador

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Cecilia Maria Mota Silva Lins
Membro Externo - UFRPE

Prof. Dr. Alex Souza Moraes
Membro Interno - UFRPE

*Aos meus pais por todo apoio, mesmo que
distante.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, especialmente meus pais Virgínia Almeida Guimarães Rocha e Edimar da Rocha Pinto, pelo amor incondicional, compreensão e apoio em todos os momentos. Vocês foram meu porto seguro e minha maior motivação.

Ao meu orientador(a), Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda, pela orientação criteriosa, paciência, incentivo constante e por acreditar no potencial deste trabalho mesmo quando os caminhos pareceram incertos. Sua contribuição foi essencial para a realização deste estudo.

Aos membros da banca examinadora, pela leitura atenta, sugestões valiosas e pela contribuição ao aprimoramento deste trabalho.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal. Agradeço também aos professores e colegas que compartilharam comigo experiências e aprendizados ao longo desses anos.

À comunidade de marisqueiros de Igarassu/PE, por abrir as portas e partilhar saberes, histórias e vivências que enriqueceram profundamente esta dissertação.

Aos amigos que estiveram ao meu lado, mesmo nos momentos de silêncio, pelos gestos de carinho, paciência e incentivo que me impulsionaram a seguir.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo minha sincera gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

ROCHA, Liliane Guimarães, M.Sc., Universidade Federal Rural de Pernambuco, julho de 2025. **Proposta de rota tecnológica para reciclagem de resíduos provenientes da mariscagem no litoral norte de Pernambuco.** Orientador: Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda.

A produção mundial de pesca e aquicultura apresentou um crescimento de 41% no período de 2000 a 2020 atingindo 178 milhões de toneladas. Desse montante, 13% corresponde ao consumo de moluscos. Um grande volume de resíduos é gerado no processo de beneficiamento do molusco, constituído principalmente de conchas que representam cerca de 65-90% do peso vivo dependendo da espécie. Considerando apenas os moluscos bivalves, são descartados mais 10 milhões de toneladas de conchas anualmente que são despejadas geralmente em campos abertos ou aterros. A disposição inadequada de resíduos de conchas de marisco, modificam o solo, a água e os ecossistemas marinhos.. O descarte de conchas em áreas de mangue acaba por provocar o assoreamento de corpos hídricos e desequilíbrio ambiental nesse meio. Além disso, o descarte em terrenos baldios pode favorecer a proliferação de animais e insetos transmissores de doenças, além de afetar a segurança de banhistas devido à característica perfurocortante do resíduo. O objetivo geral da pesquisa é propor rota tecnológica para gerenciamento de resíduos da mariscagem gerados no município de Igarassu/PE visando a sua reciclagem e disposição ambientalmente correta. A pesquisa está ordenada em três capítulos, organizados em estruturas de artigos científicos provenientes dos estudos. Optou-se pela aplicação de uma metodologia dividida em três fases, sendo estas: (i) o estudo da mariscagem na Praia de Mangue Seco em Igarassu - PE; (ii) o estudo bibliométrico das tecnologias disponíveis para a reciclagem das conchas de marisco; (iii) o mapeamento e proposição de nova rota tecnológica para gerenciamento dos resíduos de mariscagem. A partir dos resultados apresentados, a pesquisa mostrou o potencial na contribuição de dados importantes para tomada de decisão no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos provenientes da atividade de mariscagem no município de Igarassu. A proposta de uma rota tecnológica mais eficiente para a gestão de resíduos com a adoção de uma central de reciclagem, pode contribuir para a inclusão do resíduo de conchas de marisco como fonte de renda e emprego para a comunidade, fazendo com que os marisqueiros tenham melhores condições de trabalho, impactando não só a eles diretamente, mas também as suas famílias e a comunidade como um todo.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Gerenciamento de resíduos; Economia Circular.

ABSTRACT

SILVA, José da, M.Sc., Universidade Federal Rural de Pernambuco, July, 2025. **Proposed Technological Route for Recycling Shellfish Waste from Artisanal Harvesting in the Northern Coast of Pernambuco, Brazil.** Adviser: Romildo Morant de Holanda.

Global fishery and aquaculture production grew by 41% between 2000 and 2020, reaching 178 million tonnes. Of this total, 13% corresponds to mollusk consumption. A significant volume of waste is generated during mollusk processing, consisting mainly of shells, which account for approximately 65–90% of the live weight, depending on the species. Considering only bivalve mollusks, over 10 million tonnes of shells are discarded annually, typically dumped in open fields or landfills. The improper disposal of shellfish waste alters soil and water quality and impacts marine ecosystems. Discarding shells in mangrove areas contributes to the siltation of water bodies and causes environmental imbalances in these habitats. Additionally, dumping in vacant lots may encourage the proliferation of disease-carrying animals and insects, and poses a safety risk to bathers due to the sharp and piercing nature of the waste. The overall objective of this research is to propose a technological route for the management of shellfish waste generated in the municipality of Igarassu, Pernambuco (PE), aimed at its recycling and environmentally sound disposal. The research is structured into three chapters, each organized in the format of scientific articles derived from the study. A methodology divided into three phases was adopted: (i) a study of shellfish harvesting at Mangue Seco Beach in Igarassu-PE; (ii) a bibliometric analysis of available technologies for shellfish shell recycling; and (iii) the mapping and proposal of a new technological route for the management of shellfish waste. Based on the results obtained, the research demonstrates the potential to contribute valuable data to inform decision-making processes regarding shellfish waste management in the municipality of Igarassu. The proposal of a more efficient technological route, involving the establishment of a recycling center, may support the inclusion of shellfish waste as a source of income and employment for the local community. This would improve working conditions for shellfish harvesters, positively impacting not only the workers themselves but also their families and the broader community.

Keywords: Sustainability; Waste management; Circular economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 - DINÂMICA DA PESCA DE MARISCOS EM IGARASSU-PE: SUBSÍDIOS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA *ANOMALOCARDIA FLEXUOSA*

Figura 1 - Localização da área da pesquisa pertencente à Igarassu, Pernambuco	26
Figura 2 - Processo de captura de mariscos. (a) Ferramenta denominada puçá; (b) Forma de manuseio do puçá; (c) Saco onde é armazenado o marisco coletado.....	28
Figura 3 - Processo de beneficiamento do marisco. (a) Cozimento do marisco; (b) Local de debulhamento (separação da carne da concha).....	30
Figura 4 - Área de descarte de conchas de marisco em Igarassu/PE.	31

CAPÍTULO 2 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE AS TECNOLOGIAS DE RECICLAGEM

Figura 1 - Metodologia	41
Figura 2 - Produção Científica Anual	43
Figura 3 - Produção Científica dos países	44
Figura 4 - Tópicos em tendência	45
Figura 5 - Nuvem de palavras.....	46
Quadro 1 - Informações sobre os artigos.....	46

CAPÍTULO 3 - ROTA TECNOLÓGICA DA MARISCAGEM E ALTERNATIVAS PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS EM COMUNIDADES COSTEIRAS

Figura 1 - Localização da área da pesquisa pertencente à Igarassu, Pernambuco.	58
Figura 2 - Rota tecnológica da mariscagem em Igarassu/PE.....	60
Figura 3 - Rota tecnológica da mariscagem considerando a reciclagem do resíduo.	63
Quadro 1 - Análise SWOT da implementação da central de reciclagem de resíduos de mariscagem.	63

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NR	Norma Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PGI-Orla	Plano de Gestão Integrada da Orla
PGIRS	Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
PNGC	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
ZEEC	Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro
ZEEC-PE	Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro de Pernambuco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral	16
2.1. Objetivos específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. A pesca artesanal de mariscos	17
3.1.1 A espécie <i>Anomalocardia flexuosa</i>	18
3.2 Gerenciamento Costeiro no Brasil	19
3.3. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	21
3.4. Rota Tecnológica	22
4. CAPÍTULO 1 - DINÂMICA DA PESCA DE MARISCOS EM IGARASSU-PE: SUBSÍDIOS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA <i>ANOMALOCARDIA FLEXUOSA</i> ..	24
4.1. Resumo:	24
4.2. Introdução	24
4.3. Material e Métodos	25
4.4. Resultados e Discussão	27
4.4.1. A problemática do descarte de resíduos	31
4.4.2. A saúde e segurança ocupacional dos marisqueiros	33
4.5. Conclusões	34
4.6. Referências.....	35
5. CAPÍTULO 2 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE AS TECNOLOGIAS DE RECICLAGEM	39
5.1. Resumo:	39
5.2. Introdução	39
5.3. Material e Métodos	41
5.3.1 Etapa 1 – Identificação	41
5.3.2 Etapa 2 – Seleção.....	42
5.3.3. Etapa 3 – Elegibilidade.....	42
5.3.4 Etapa 4 – Inclusão.....	42
5.3.5. Etapa 5 – Síntese e Análise Crítica (Meta-Análise Descritiva).....	42
5.4. Resultados e Discussão.....	43
5.5. Conclusões	48
5.6. Referências.....	49

6. CAPÍTULO 3 - ROTA TECNOLÓGICA DA MARISCAGEM E ALTERNATIVAS PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS EM COMUNIDADES COSTEIRAS	55
6.1. Resumo:	55
6.2. Introdução	55
6.3. Material e Métodos	57
6.3.1. Área de estudo	57
6.3.2. Mapeamento da rota tecnológica atual	58
6.3.3. Proposição do modelo de central de reciclagem.....	58
6.3.4. Mapeamento da nova rota tecnológica	59
6.4. Resultados e Discussão	59
6.5. Conclusões	64
6.6. Referências.....	65
7. CONCLUSÕES GERAIS	69
REFERÊNCIAS	71

1. INTRODUÇÃO GERAL

A mariscagem é uma atividade extrativista de caráter artesanal, baseada na coleta manual de moluscos bivalves, sendo a espécie *Anomalocardia flexuosa* — popularmente conhecida como marisco ou marisco-pedra — a de maior importância econômica para as comunidades envolvidas. A atividade representa a principal fonte de renda para os(as) pescadores(as) que dela dependem economicamente. Contudo, essa renda está diretamente condicionada à regularidade da prática pesqueira e às variações sazonais do ambiente, que influenciam a disponibilidade dos recursos naturais e, conseqüentemente, o volume da produção (Cidreira-Neto et al., 2019). A mariscagem é uma atividade tradicional passada por gerações, que representa uma importante fonte de renda e alimento para comunidades costeiras mesmo apresentando baixa remuneração e condições precárias de trabalho (Oliveira et al., 2020).

O estado de Pernambuco já foi reconhecido como o principal produtor da espécie *Anomalocardia flexuosa* no Brasil, com destaque para a praia de Mangue Seco, localizada no município de Igarassu, que respondia por cerca de 50% das capturas estaduais (Lima, Andrade e Gálvez, 2020). A região apresenta características geográficas favoráveis ao desenvolvimento da mariscagem, resultado da formação natural de sítios propícios à atividade ao longo do tempo (Oliveira, Castilho e El-Deir, 2016).

O crescimento da produção de moluscos bivalves está diretamente associado à geração indireta de resíduos devido às conchas descartadas (Henrique et al., 2022; Thind et al., 2022). De acordo com Lavander et al., (2011), apenas 13,77% do peso da espécie consiste de carne que pode ser consumida, sendo o restante correspondente à concha descartada no processo de beneficiamento. Ao total, são descartadas milhões de toneladas de conchas de moluscos no mundo, geralmente em áreas públicas, provocando diversos problemas ambientais, como a poluição das zonas pesqueiras costeiras e de áreas públicas. Além disso, a decomposição da matéria orgânica aderida às conchas gera odores desagradáveis, impactando negativamente a paisagem natural e ocasionando problemas relacionados à saúde pública e saneamento (Seesanong et al., 2021).

Uma forma de minimização desses impactos ambientais consiste no reaproveitamento do resíduo, uma vez que, as conchas de moluscos representam uma fonte expressiva de carbonato de cálcio (CaCO_3), conforme evidenciado por diversos estudos (De Pascale et al.,

2024; Ehrlich et al., 2020). Esse composto inorgânico é amplamente utilizado em uma variedade de setores industriais, incluindo as indústrias de borracha, plásticos, construção civil, tintas, corantes, alimentos e cosméticos, entre outras. Devido às suas propriedades ecológicas, biocompatíveis e à sua ampla disponibilidade, o carbonato de cálcio tem despertado interesse crescente no desenvolvimento de materiais sustentáveis e inovadores (Lin et al., 2020).

Conchas com teor superior a 95% de CaCO_3 têm sido aproveitadas comercialmente como alternativa viável às fontes minerais convencionais, contribuindo para a substituição de matérias-primas não renováveis (Ehrlich et al., 2020). No entanto, limitações tecnológicas para o aproveitamento integrado, aliadas à ausência de normativas específicas para o descarte desses resíduos, fazem com que grande parte das conchas seja descartada de forma inadequada ou acumulada em depósitos irregulares. Esses resíduos são frequentemente encontrados enterrados ou dispostos próximos a áreas costeiras e instalações de processamento de frutos do mar, gerando impactos ambientais e desafios logísticos para sua gestão (Cheng et al., 2023).

As limitações enfrentadas pela pesca artesanal, especialmente a ausência de apoio governamental e de políticas públicas eficazes, têm incentivado a busca por alternativas que possibilitem o incremento da renda diária dos trabalhadores envolvidos na atividade (Cidreira-Neto et al., 2019). Dessa forma, o aproveitamento integral dos recursos provenientes das conchas de moluscos pode contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses resíduos, ao mesmo tempo em que oferece uma alternativa de matéria-prima de baixo custo para diversas aplicações industriais. Essa abordagem representa uma solução promissora que concilia benefícios ambientais com o desenvolvimento econômico sustentável (Cheng et al., 2023).

Motolla et al. (2020) propõem que uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema do descarte inadequado de resíduos da mariscagem é por meio da ressignificação das conchas, compreendendo-as como um recurso com valor econômico e potencial de reaproveitamento. Os autores também enfatizam a necessidade de estabelecer canais de diálogo entre as comunidades pesqueiras e os setores produtivos que possam se beneficiar da utilização desse material, promovendo parcerias estratégicas. Complementando essa perspectiva, Jesus et al. (2024) destacam que a diversificação das fontes de renda representa um importante fator para a sustentabilidade econômica das famílias de marisqueiros, além de favorecer a conservação dos recursos naturais, o fortalecimento da cultura tradicional e o estímulo à economia local. Além dos ganhos ambientais proporcionados pela reciclagem dos resíduos de

conchas, essa prática pode gerar benefícios econômicos diretos para produtores, tanto industriais quanto artesanais, ao constituir uma alternativa de renda complementar. Essa iniciativa se torna ainda mais relevante diante das condições de vulnerabilidade social enfrentadas por grande parte dessas comunidades, frequentemente marcadas pela precariedade no acesso a serviços essenciais como saúde, educação e saneamento (de Santana; Aragão Júnior, 2023).

A reciclagem se apresenta como uma alternativa tecnológica ambientalmente vantajosa, devendo ser priorizada em rotas tecnológicas voltadas à sustentabilidade. Entre seus benefícios, destacam-se a preservação de recursos naturais, a economia de energia, a geração de emprego e renda, e a promoção da conscientização ambiental (Souza et al., 2016; Pimentel et al., 2020). Para que tais rotas sejam eficazes, é essencial a integração entre as tecnologias adotadas, o envolvimento de cooperativas e associações de catadores, bem como a valorização de resíduos por meio da reciclagem orgânica e do aproveitamento energético (Pimentel et al., 2020). O modelo brasileiro de cooperativas populares tem se mostrado eficiente na inclusão social de grupos vulneráveis e na geração de trabalho, especialmente entre pessoas com baixa escolaridade e qualificação técnica (Souza et al., 2016). Além disso, a definição de rotas tecnológicas claras facilita o planejamento e a gestão dos resíduos, otimizando processos decisórios (Pimentel et al., 2020). Segundo Santiago et al. (2023), a presença de instrumentos de planejamento contribui para uma gestão pública mais eficiente, ao fornecer subsídios técnicos que orientam ações e metas sustentáveis, melhorando a qualidade de vida da população e promovendo a proteção ambiental.

Sendo assim, a presente pesquisa surge da necessidade de destinação correta dos resíduos de conchas proveniente da atividade de mariscagem mitigando os impactos ambientais causados em zonas costeiras, e também proporcionando uma forma de desenvolvimento econômico e social para as comunidades de marisqueiros que podem se beneficiar do valor agregado ao resíduo através da reciclagem. A proposta de uma nova rota tecnológica para a mariscagem busca alinhar-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 14, que visa conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável e o ODS 12, que trata de consumo e produção responsáveis. Além disso, incorpora os princípios da engenharia ambiental sustentável, que promovem a otimização de recursos naturais, a eficiência energética e a minimização dos impactos ambientais. A integração dessas diretrizes visa não apenas a

melhoria das condições de trabalho e renda das comunidades pesqueiras, mas também a conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros.

A pesquisa está ordenada em três capítulos no formato de artigos científicos provenientes dos estudos abordando os temas: (i) o estudo da mariscagem na Praia de Mangue Seco em Igarassu - PE; (ii) o estudo bibliométrico das tecnologias disponíveis para a reciclagem das conchas de marisco; (iii) o mapeamento e proposição de nova rota tecnológica para gerenciamento dos resíduos de mariscagem. A partir dos resultados apresentados, foi possível obter dados importantes para tomada de decisão no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos provenientes da atividade de mariscagem no município de Igarassu-PE.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa é a de propor rota tecnológica para gerenciamento de resíduos da mariscagem gerados no município de Igarassu/PE, visando a sua reciclagem e disposição ambientalmente correta.

2.1. Objetivos específicos

- Analisar a atividade de trabalho desenvolvida pelos marisqueiros na Praia de Mangue Seco em Igarassu - PE;
- Quantificar a geração de resíduos de concha de marisco produzidas na atividade de mariscagem;
- Analisar a produção técnico-científica mundial relacionada ao aproveitamento dos resíduos de conchas de moluscos bivalves, resultantes da atividade de mariscagem e maricultura.
- Identificar alternativas viáveis para o gerenciamento sustentável dos resíduos gerados pela atividade de mariscagem, visando à minimização de impactos ecológicos, a valorização de subprodutos e ao fortalecimento socioeconômico das populações envolvidas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Para contextualização do tema, torna-se importante apresentar um panorama geral acerca da pesca artesanal de mariscos, apresentar a legislação acerca do gerenciamento de áreas costeiras e de resíduos e discutir sobre as rotas tecnológicas, temas que serão abordados nos tópicos a seguir.

3.1. A pesca artesanal de mariscos

A produção mundial de pesca e aquicultura apresentou um crescimento de 41% no período de 2000 a 2020 atingindo 178 milhões de toneladas. Desse montante, 13% corresponde ao consumo de moluscos (FAO, 2024). A extração em pequena escala representa uma parcela significativa, especialmente na produção de moluscos bivalves, constituindo uma importante fonte de renda para a subsistência das comunidades tradicionais que vivem em áreas costeiras ao redor do mundo (Lima; Andrade e Sousa, 2022).

No Brasil, a atividade de captura e cultivo de moluscos bivalves, conhecida como mariscagem no nordeste do país, é realizada principalmente por comunidades tradicionais do litoral. As espécies mais consumidas são os sururus (*Mytella spp.*), mexilhões (*Perna perna*), ostras (*Crassostrea spp.*), mariscos (*Anomalocardia flexuosa*) e vieiras (*Euvola ziczac*) (Bruzaca *et al.*, 2022). A atividade é de relevante interesse social uma vez que atua na criação e manutenção de empregos em áreas litorâneas, margens de rios e lagos, com mais representatividade nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Oliveira; Castilho; El-Deir, 2016).

Em Pernambuco, a atividade de mariscagem se concentra nos municípios de Itamaracá, Itapissuma, Igarassu e Goiana, devido a formação de sítios geográficos que, ao longo do tempo, tornou favorável o desenvolvimento da atividade (Oliveira; Castilho; El-Deir, 2016). Estes municípios constituem a Área de Proteção Ambiental Estuarina do Canal de Santa Cruz, com área total de 5292 hectares e titulada através da Lei nº 9931/86 (Pernambuco, 1986).

No entanto, a atividade de mariscagem também acarreta num grande volume de resíduos gerados no processo de beneficiamento do molusco, constituído principalmente de conchas que representam cerca de 65-90% do peso vivo dependendo da espécie. Considerando apenas os moluscos bivalves, são descartados mais 10 milhões de toneladas de conchas anualmente que são despejados geralmente em campos abertos ou aterros (Summa *et. al.*, 2022).

A disposição inadequada de resíduos de conchas de marisco, impactam o solo, a água e os ecossistemas marinhos. É possível observar que em diversos locais ou países, pilhas de

conchas podem ser encontradas causando danos ambientais através do odor forte causado pela decomposição da matéria orgânica e também pela poluição visual (Popović; Lorencin; Strunjak-Perović; Čož-Rakovac, 2023). De acordo com Fagundes e Silva (2022), o descarte de conchas em áreas de mangue acaba por provocar o assoreamento de corpos hídricos e desequilíbrio ambiental nesse meio. Afirmam também que o descarte em terrenos baldios pode favorecer a proliferação de animais e insetos transmissores de doenças além de afetar a segurança de banhistas devido à característica perfurocortante do resíduo (Fagundes; Silva, 2022).

3.1.1 A espécie *Anomalocardia flexuosa*

O estado de Pernambuco já ocupou a posição de principal produtor nacional da espécie *Anomalocardia flexuosa*, destacando-se, em especial, a praia de Mangue Seco, no município de Igarassu, responsável por aproximadamente 50% das capturas realizadas no estado (Lima, Andrade & Gálvez, 2020).

A *Anomalocardia flexuosa* é um molusco bivalve da Família Veneridae. A espécie é encontrada nas Índias Ocidentais, no Brasil e no Uruguai, apresentando vasta distribuição geográfica. Quanto ao hábitat, está presente numa grande variedade de locais, como enseadas, baías, desembocadura de estuários, marismas e baixios não vegetados, vivendo enterrados em sedimentos principalmente areno-lodosos (Lopes et al., 2022; Nascimento et al., 2022).

A espécie tem tentáculos simples e sífões curtos fundidos, indicando que se encontra perto da superfície e habita preferencialmente áreas com baixa hidrodinâmica e pouco sedimento em suspensão. Esta é explorada pelos humanos para a alimentação e sua concha já foi usada na construção de monumentos, desde o período do Holoceno Médio (Lopes et al., 2022).

No litoral brasileiro, a *A. flexuosa* possui diversos nomes populares, a depender da região, como marisco-pedra, vôngole, berbigão, búzio, entre outros. O ciclo reprodutivo da espécie é contínuo, com menor reprodução no período chuvoso. Um indivíduo adulto tem comprimento acima de 20 mm de concha e os jovens têm entre 12,9 a 17,9 mm (Nascimento et al., 2022). A espécie é naturalmente encontrada no litoral norte do estado de Pernambuco onde a atividade de pesca artesanal de *A. flexuosa* é realizada tradicionalmente (Lavander et al., 2011). Especificamente no litoral da região nordeste do Brasil, a produção de *A. flexuosa* alcançou o máximo de 4.176 toneladas, em 2017 (Lima; Andrade; Sousa, 2022).

Taxonomicamente, a *Anomalocardia flexuosa* é do gênero *Anomalocardia*, subfamília *Venerinae*, família *Veneridae*, superfamília *Veneroidea*, ordem *Venerida*, superordem *Imparidentia*, subclasse *Euhetererodonta*, infraclasse *Heteroconchia*, subclasse, *Autobrânquias*, classe *Bivalvia*, filo *Moluscos*, reino *Animalia* (Molluscabase, 2018). Ressalta-se que a espécie tem sinonímia de *Anomalocardia brasiliana*, porém, a WoRMS (World Register of Marine Species), plataforma especializada em taxonomia, reconhece como aceita somente a nomenclatura *Anomalocardia flexuosa*.

Essa espécie apresenta concha trigonal, inflada e sólida com a presença do umbo no terço anterior. Pode formar desenhos diversos em sua concha, bem como uma cor variada na parte externa das valvas (Cidreira-Neto et al., 2019). É resistente no que diz respeito à deficiência de oxigênio dissolvido e à presença de sulfeto de hidrogênio, formando bancos com elevada densidade de indivíduos devido à sua dominância sobre outras espécies bentônicas (Rodrigues; Borges-Azevedo; Henry-Silva, 2010).

Relativo à Ecologia da espécie, a *A. flexuosa* habita águas calmas que sofrem menos com a ação de ondas e correntes, estando na faixa entremarés e no infralitoral raso. Esta se enterra superficialmente no substrato lodoso ou areno-lodoso. A espécie tende a ingerir grandes quantidades de dejetos orgânicos e inorgânicos na alimentação, que é realizada através do sifão exalante que absorve substâncias em suspensão (Rodrigues; Borges-Azevedo; Henry-Silva, 2010).

O ciclo de vida da *A. flexuosa* é complexo. O estágio larval planctônico ocorre com tempo de vida de 11 a 30 dias. Logo após cerca de sete semanas, os bivalves começam a apresentar conchas triangulares de, aproximadamente, 1 mm de comprimento (Cidreira-Neto et al., 2018).

3.2 Gerenciamento Costeiro no Brasil

A gestão costeira no Brasil é desafiadora uma vez que há uma grande diversidade de situações encontradas nos 8.500 km e aproximadamente 300 municípios que compreende o litoral do país (MMA, 2006). A Constituição Federal de 1988 conferiu à zona costeira brasileira um status jurídico de elevada relevância ao reconhecê-la como patrimônio nacional no §4º do artigo 225, que trata do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de protegê-la e preservá-la, orientando o seu uso de maneira sustentável e compatível com a manutenção dos ecossistemas associados, como manguezais, estuários e recifes (Brasil, 1988a).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, representa o principal instrumento da política pública voltada à gestão ambiental da zona costeira no Brasil. Seu objetivo central é ordenar o processo de ocupação e uso sustentável dessa região, conciliando o desenvolvimento socioeconômico com a preservação dos ecossistemas costeiros e marinhos (Brasil, 1988b). O PNGC foi regulamentado pelo Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004, que detalha seus princípios — como a gestão integrada, descentralizada e participativa — e estabelece instrumentos operacionais, entre eles o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC), os Planos de Gestão Integrada da Orla (PGI-Orla) e os sistemas de informação costeira. A atuação do PNGC se articula com outras políticas ambientais, urbanísticas e patrimoniais, visando à sustentabilidade da faixa litorânea e à proteção de comunidades tradicionais, áreas de preservação permanente e ambientes ecologicamente sensíveis. Sua implementação ocorre em articulação com os estados e municípios, sendo fundamental para enfrentar desafios como a erosão costeira, a poluição marinha e a ocupação desordenada (Brasil, 2004).

No caso de Pernambuco, foi instituída pela Lei nº 14.258, de 23 de dezembro de 2010, a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, com o objetivo de regulamentar, no âmbito estadual, as diretrizes do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Essa política visa promover a gestão integrada, descentralizada e participativa da zona costeira pernambucana, reconhecendo sua relevância ecológica, econômica e social. O decreto estabelece como principal instrumento o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro de Pernambuco (ZEEC-PE), que organiza o território litorâneo com base em critérios ambientais e socioeconômicos, definindo áreas prioritárias para conservação, uso sustentável ou desenvolvimento controlado. Além disso, o planejamento costeiro estadual articula-se com os Planos Diretores Municipais e outros instrumentos de ordenamento territorial, exigindo que os municípios costeiros alinhem suas políticas urbanas às diretrizes do gerenciamento costeiro. A política também contempla ações estratégicas voltadas à prevenção de riscos ambientais, à proteção de ecossistemas frágeis como manguezais e recifes, e à promoção da educação ambiental e da participação da sociedade civil (Pernambuco, 2007).

O Decreto nº 24.017 de 2002 aprova o ZEEC do litoral norte do estado de Pernambuco e inclui o litoral de Igarassu na subzona de Turismo e Veraneio instituindo como algumas das metas para essa área a implantação de um Plano de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) e organizações comunitárias fortalecidas participantes do processo de gestão. Como proibições para essa área, é citada a disposição de resíduos sólidos e instalação de aterros,

além do lançamento de resíduos domésticos e industriais nos cursos d'água. É importante ressaltar que há o incentivo, por parte deste decreto, do fortalecimento das colônias de pescadores e da indústria de beneficiamento de pescado (Pernambuco, 2002).

3.3. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Os padrões sociais de consumo e o crescimento populacional acelerado contribuem para uma maior produção de resíduos, tornando um problema emergente em regiões urbanas no mundo. Fatores agravantes como sistemas de limpeza urbana precários, estrutura falha para implementação de coleta seletiva e a destinação inadequada de resíduos sólidos, agravam a situação em países em desenvolvimento e os deixa distante da realidade de países desenvolvidos (Balim; Guedes; Camarini, 2020).

Com a finalidade de melhorar a gestão de resíduos sólidos no Brasil, em 2010, o governo federal publicou a Lei 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS é baseada em princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados com a finalidade de promover a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

A publicação da PNRS é considerada um marco regulatório fundamental para a gestão de resíduos no Brasil tornando-se referência pelo estabelecimento de disposições gerais e requisitos mínimos a serem adotados, unificando as principais diretrizes sobre gestão de resíduos que se encontravam dispersas (Santiago; Marotti; Pugliesi; Gonçalves, 2023).

Dentre os vários princípios e objetivos pautados na PNRS, destacam-se o reconhecimento do resíduo reciclável ou reutilizável como um bem econômico e de valor social que gera trabalho e renda promovendo a cidadania e a erradicação dos lixões (Brasil, 2010). A lei institui a coleta seletiva dos resíduos sólidos como obrigatória e parte essencial para o correto gerenciamento dos resíduos nos municípios (Jucá *et al.*, 2014). Além disso, estabelece uma prioridade para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos que consiste na não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final ambientalmente adequada, sendo que o último consiste em enviar apenas os rejeitos aos aterros sanitários, quando se esgotam todas as possibilidades de tratamento ou recuperação desse resíduo de forma economicamente viável (Brasil, 2010).

Os planos de resíduos sólidos podem ser considerados um dos principais instrumentos da PNRS, devendo ser realizado em diferentes níveis administrativos – local, regional e nacional, de acordo com as esferas federativas e suas respectivas unidades de gestão. Essa

abordagem é crucial para assegurar a participação de todas as entidades federativas no planejamento da gestão de resíduos sólidos, fornecendo diretrizes que estabelecem normas gerais em nível nacional. Isso subsidia o planejamento dos estados e, especialmente, dos municípios, que podem propor e desenvolver ações locais específicas para melhorar o sistema de gestão de resíduos sólidos, levando em conta suas particularidades (Santiago; Marotti; Pugliesi; Gonçalves, 2023).

Após mais de uma década da publicação da PNRS, ainda não foi possível alcançar sua efetiva aplicação devido a problemas como a baixa disponibilidade orçamentária e falta de capacidade gerencial de muitos municípios, em especial os de pequeno porte (Maiello; Britto; Valle, 2018). No ano de 2023, 41,5% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) foram dispostos de forma inadequada no Brasil. O montante corresponde a quase 28,7 milhões de toneladas de resíduos (ABREMA, 2024).

3.4. Rota Tecnológica

De acordo com Jucá *et al.* (2014), a rota tecnológica, no contexto da gestão de resíduos, é um conjunto dos processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a geração deste até a sua disposição final. A rota envolve os circuitos de coleta de resíduos e contempla as tecnologias para tratamento dos resíduos, podendo abranger mais de uma tecnologia.

A estruturação de rotas tecnológicas no Brasil, no contexto do gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser executada considerando as disposições da legislação vigente, em especial a PNRS. Esta, por sua vez, dispõe que a coleta seletiva deve ser obrigatória e essencial para a correta gestão dos resíduos, diminuindo sua disposição em aterros sanitários. Portanto, as rotas sugeridas devem considerar a adoção de tecnologias que agreguem valor aos resíduos (Jucá *et al.*, 2014).

De acordo com Souza, Fuss, Varella e Lima (2016), a reciclagem é, de fato, uma alternativa tecnológica que oferece maiores vantagens ambientais. Uma rota tecnológica voltada para a sustentabilidade ambiental deve considerar a reciclagem como prioridade. Dentre os vários pontos positivos da reciclagem, os que se destacam são: a preservação dos recursos naturais, a economia de energia gerada, a geração de trabalho e renda, além da conscientização ambiental da população (Pimentel *et al.*, 2020).

Outro princípio defendido no momento da concepção da rota tecnológica é a necessidade de conexão entre as tecnologias adotadas, a consideração das cooperativas e/ou associações de catadores na dinâmica de aproveitamento dos resíduos, a possibilidade de

reciclagem orgânica e o aproveitamento energético do resíduo (Pimentel *et al.*,2020). Souza, Fuss, Varella e Lima (2016) afirmam que o modelo brasileiro de cooperativas populares, vem mostrando resultados positivos como alternativa para geração de trabalho e renda, além da inclusão social de grupos vulneráveis de baixa escolaridade e baixa capacitação técnica.

Identificar rotas tecnológicas em análises de modelos de gestão simplifica o sistema e facilita a elaboração de estratégias para o processo decisório (Pimentel *et al.*, 2020). De acordo com Santiago, Marotti, Pugliesi e Gonçalves (2023), a presença de instrumentos de planejamento é fundamental para orientar os gestores no processo decisório do setor, promovendo uma gestão proativa baseada em informações técnicas. Dessa maneira, o planejamento oferece à administração pública referências para lidar com diversos cenários, assegurando a direção desejada para o setor ao considerar a viabilidade técnica e política das ações e metas estabelecidas. Isso, por sua vez, contribui para melhorar a qualidade de vida da população e do ambiente.

4. CAPÍTULO 1 - DINÂMICA DA PESCA DE MARISCOS EM IGARASSU–PE: SUBSÍDIOS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA *ANOMALOCARDIA FLEXUOSA*

4.1. Resumo:

A mariscagem artesanal representa uma atividade socioeconômica estratégica em regiões costeiras brasileiras, especialmente para comunidades vulneráveis. Este estudo teve como objetivo descrever a prática de pesca do marisco, da espécie *Anomalocardia flexuosa* no município de Igarassu–PE, a fim de subsidiar estratégias de manejo sustentável. A pesquisa foi conduzida por meio de visitas exploratórias, registros fotográficos e aplicação de questionários semiestruturados a marisqueiros locais. Os resultados revelam uma prática tradicional transmitida por gerações, marcada por condições precárias de trabalho, sobre-exploração do recurso, descarte inadequado de resíduos e riscos ocupacionais significativos. A introdução de tecnologias não seletivas e a ausência de políticas públicas agravam os impactos ambientais e sociais. O estudo destaca também o potencial de reaproveitamento das conchas como alternativa sustentável, além da importância de ações integradas de educação ambiental, valorização dos saberes locais e organização comunitária. Conclui-se que a promoção do reconhecimento legal e institucional dos marisqueiros é fundamental para garantir a conservação do recurso e a dignidade da atividade.

Palavras-chaves: Sustentabilidade. ESG. Resíduos.

4.2. Introdução

Os sistemas alimentares aquáticos apresentam grande diversidade e proporcionam vários benefícios e serviços nos âmbitos ambiental, econômico e social. A produção de pesca e aquicultura atingiu recorde de 223 milhões de toneladas em 2023, sendo 11% representado pela produção de moluscos (FAO, 2024).

A extração em pequena escala representa uma parcela significativa, especialmente na produção de moluscos bivalves, constituindo uma importante fonte de renda para a subsistência das comunidades tradicionais que vivem em áreas costeiras ao redor do mundo (Lima; Andrade e Sousa, 2022).

Dentre os moluscos bivalves mais explorados pela pesca comercial, destacam-se os da família Veneridae, mais expressivamente a espécie *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (Lima; Andrade e Sousa, 2022). A espécie é encontrada nas Índias Ocidentais, no Brasil e no Uruguai apresentando vasta distribuição geográfica. Quanto ao hábitat, está presente numa

grande variedade de locais, como enseadas, baías, desembocadura de estuários, marismas e baixios não vegetados, vivendo enterrados em sedimentos principalmente areno-lodoso (Lopes et al., 2022; Nascimento et al., 2022).

O estado de Pernambuco, no Brasil, já foi considerado o principal produtor da espécie *A. flexuosa*, com destaque para a praia de Mangue Seco, no município de Igarassu, responsável por aproximadamente 50% das capturas no estado (Lima, Andrade e Gálvez, 2020). O local é propício para o desenvolvimento da mariscagem devido à formação de sítios geográficos que, ao longo do tempo, tornaram-se favoráveis para a atividade (Oliveira; Castilho; El-Deir, 2016).

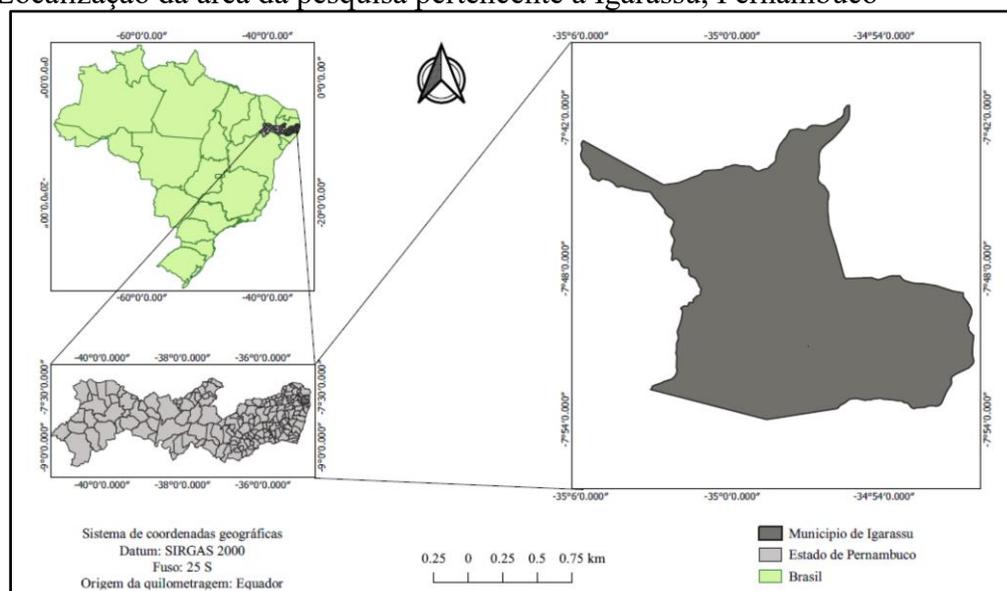
Para uma pesca sustentável, é essencial compreender as etapas de extração e comercialização, além do comportamento dos extrativistas. A *A. flexuosa* é coletada com técnicas variadas entre comunidades costeiras, e conhecer essas práticas é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo adequadas. No entanto, a escassez de dados sobre produção e estoques dificulta ações eficazes de gestão pesqueira (da Silva Mourão et al., 2021). Além disso, as pesquisas relacionadas à caracterização das pescas artesanais de moluscos e seu manejo geralmente são deficientes ou superficiais, apesar de a atividade ser uma fonte de renda muito importante no Brasil (da Silva Mourão et al., 2020).

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa é descrever a prática de pesca de mariscos no município de Igarassu – PE, gerando informações fundamentais para subsidiar os tomadores de decisão na elaboração de estratégias voltadas ao manejo sustentável e socialmente inclusivo da pesca de *A. flexuosa* na região.

4.3. Material e Métodos

O estado de Pernambuco já ocupou a posição de principal produtor nacional da espécie *Anomalocardia flexuosa*, destacando-se, em especial, a praia de Mangue Seco, no município de Igarassu, responsável por aproximadamente 50% das capturas realizadas no estado (Lima, Andrade & Gálvez, 2020). Sendo assim, a pesquisa foi realizada no município de Igarassu - PE (Figura 1), mais precisamente na praia de Mangue Seco, que está localizado na Região Metropolitana do Recife, litoral norte do estado de Pernambuco, ocupando uma área de 306.879 km² a uma latitude de 7°83'41" e uma longitude de 34°90'63" (IBGE, 2021; Igarassu, 2015). O município dispõe de praias com águas quentes e calmas que favorecem a exploração do marisco a partir da pesca artesanal como uma atividade tradicional da região (Lavander et al., 2022).

Figura 1 - Localização da área da pesquisa pertencente à Igarassu, Pernambuco



Fonte: Cunha (2020)

Foram realizadas visitas à campo de caráter exploratório com registros fotográficos no período de setembro de 2023 a outubro de 2024. Uma pesquisa de opinião formada por um questionário semiestruturado elaborado pelo autor foi conduzida aos marisqueiros contendo perguntas sobre a caracterização da população, aspectos da quantidade de marisco pescado, percepção ambiental, aspectos históricos, mitigação de impactos e ergonomia e segurança do trabalho.

Devido à atividade de pesca de mariscos ser realizada durante a maré baixa, quando os bancos de areia (crôas) ficam visíveis (Cidreira-Neto et al., 2019), e pela dificuldade na amostragem da pesquisa devido ao caráter informal (de Moraes Câmara et al., 2023), foram selecionados para a entrevista os marisqueiros que desempenhavam a atividade no momento da visita realizada no horário da maré baixa. Ao todo, foram entrevistados 65 marisqueiros na praia de Manguê Seco.

O objetivo da entrevista foi de conhecer a rotina dos pescadores de marisco e sua relação com o meio ambiente, analisar como é feito o descarte de resíduos provindos da atividade, entender as possibilidades de reutilização/reciclagem desse resíduo, bem como avaliar o bem-estar do trabalhador quanto à doenças e acidentes ocupacionais.

As respostas foram tabuladas em planilha eletrônica onde os dados foram organizados em quadros, tabelas e gráficos. A bibliografia levantada sobre a prática de mariscagem na região estudada e em outros locais foram incrementadas às informações para melhor descrição da atividade.

A análise da bibliografia consultada foi realizada de acordo com as etapas propostas por Bardin (2016) que consiste na pré-análise do conteúdo, exploração do material e tratamento dos resultados e interpretação.

4.4. Resultados e Discussão

Dentre as pessoas entrevistadas, 73% eram homens e 27% mulheres. O marisqueiro mais novo e o mais velho têm 16 e 62 anos, respectivamente, sendo a média geral de 35 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Informações sobre os entrevistados (n= 65).

Idade (anos)	% (n)
16-20	18,8 (7)
21-30	33,8 (22)
31-40	18,5 (12)
41-50	13,8 (9)
51-60	13,8 (9)
61-70	6,2 (4)
Não responderam	4,6 (3)
Experiência na atividade (anos)	% (n)
0 - 5	30,8 (20)
6 - 10	21,5 (14)
11 - 15	15,4 (10)
16 - 20	10,8 (7)
> 20	20,0 (13)
Com quem aprendeu a atividade	% (n)
Família	49,2 (32)
Sozinho	36,9 (24)
Amigos	12,3 (8)

Fonte: Autor (2025)

A mariscagem é uma atividade realizada de múltiplas formas: individual, em família ou em grupo comunitário; envolvendo a coleta de diferentes espécies marinhas e o uso de técnicas geralmente pouco produtivas (da Silva Mourão et al., 2020). De acordo com Cunha et al., (2025), essa atividade no município de Igarassu é passada de pais para filhos como uma forma de tradição e também é uma alternativa para o desemprego enfrentado pela população menos qualificada. Quando questionados, 83,1% dos entrevistados afirmaram que a mariscagem é sua fonte de renda principal, sendo que, o restante, afirmou que pescam quando não conseguem outro trabalho informal mais rentável como mão de obra na construção civil, por exemplo. A respeito da ancestralidade da atividade, 49,2% afirmaram ter aprendido a profissão com a família e, quando questionado sobre quanto tempo a atividade existia naquela região, alguns se remeteram à época dos avós e bisavós que já pescavam o marisco.

De acordo com Jesus et al., (2024), em regiões com poucas oportunidades de trabalho bem remunerado, a pesca de mariscos pode representar uma importante fonte de sustento para a comunidade local. Sendo assim, muitas pessoas acabam dedicando anos à coleta de mariscos

em bancos naturais. Dos entrevistados, 20% têm até 5 anos de experiência coletando marisco, mas uma parcela significativa (13%) tem mais de 20 anos de profissão.

Vários autores relatam a predominância de mulheres na atividade de mariscagem (da Silva Mourão et al., 2020; da Silva Mourão et al., 2021; de Moraes Câmara, 2023), porém um padrão diferente foi identificado na praia de Mangue Seco. Essa condição pode ter como justificativa a técnica utilizada para captura da *A. flexuosa* com o auxílio de uma ferramenta denominada “puçá”. De acordo com da Silva Mourão et al. (2021), que identificou o uso de uma ferramenta semelhante em outra área, esta requer um alto esforço físico empregado na técnica o que o torna mais praticável pela população masculina. Jesus et al. (2024) encontrou uma situação parecida na produção do bivalve *Iphigenia brasiliensis* (Lamarck, 1818) na Ilha do Maranhão onde 88,68% dos pescadores são homens e justificou que uma das possíveis causas da predominância masculina seja o grande esforço físico empregado na atividade.

Não existe uma informação precisa de quando o “puçá” foi introduzido na pesca de mariscos em Igarassu, mas atualmente se tornou uma ferramenta popular na região sendo utilizada por homens e mulheres (Lima, Andrade e Gálvez, 2020). A ferramenta consiste em uma espécie de rastelo com uma rede de pesca acoplado e um cabo de madeira (Figura 2a) onde o marisco fica retido na rede de pesca. Alguns marisqueiros utilizam uma corda amarrada ao quadril (Figura 2b) para facilitar o arraste da ferramenta.

Figura 2 - Processo de captura de mariscos. (a) Ferramenta denominada puçá; (b) Forma de manuseio do puçá; (c) Saco onde é armazenado o marisco coletado.



Fonte: Autor (2024).

De acordo com Oliveira Lima Gomes et al., (2019), a dependência da pesca pelos marisqueiros para sua subsistência implica no aumento da captura para um maior retorno financeiro. Essa pode ser a causa para a inovação na técnica da pesca do marisco com o uso de ferramentas como o “puçá”. Lima, Andrade e Galvéz (2020) estimaram a seletividade da ferramenta introduzida na pesca de marisco na praia de Mangue Seco e concluíram que, mesmo as ferramentas com malhas de 20mm apresentaram um baixo percentual de captura de indivíduos com mais de 20mm, que é o tamanho recomendado para a coleta de indivíduos maduros. Quando perguntados sobre a seletividade na captura do marisco, 27,7% dos entrevistados alegaram não fazer qualquer seleção de tamanho e, dos que fazem a seleção, 29,2% mencionaram a escolha da malha da rede do “puçá” como seleção de indivíduos maiores.

A problemática da pesca intensiva é percebida pelos marisqueiros, 67,7% reconheceram uma diminuição no tamanho e abundância do marisco no local. Alguns atribuíram esse fator ao aumento de pessoas pescando e o uso do “puçá”. A redução dos recursos naturais essenciais à sobrevivência, como os mariscos, pode provocar impactos ambientais significativos, incluindo a diminuição ou até a extinção dessas espécies, desencadeando consequências negativas nas esferas social e econômica (de Moraes Câmara et al., 2023). De acordo com da Silva Mourão et al. (2021), a “inovação tecnológica” trazida pela adoção de novas ferramentas em pescarias de pequena escala pode acabar por aumentar o número de pescadores e diminuir a seletividade por espécie e tamanho levando à sobre-exploração.

Apesar do reconhecimento dos efeitos da sobre-exploração do recurso dos mariscos na região, 75,4% dos entrevistados creem que a produção não vai se extinguir com o tempo. Lima, Andrade e Galvéz (2020) reforçam que, por se tratar de uma área de grande importância regional, a produção de *A. flexuosa* na praia de Mangue Seco necessita de atenção urgente da gestão pesqueira nacional para adoção de medidas de manejo sustentável como determinação de tamanho mínimo para captura, e rotação espaço-temporal das áreas de pesca. Moraes Câmara, de et al. (2023) identificou também a falta de percepção ambiental dos pescadores de sururu em São José de Ribamar – MA devido à falta de percepção das mudanças no ambiente e julgou necessária e urgente a prática de educação ambiental entre os pescadores para a conservação do ambiente e conscientização destes como agentes de proteção e manejo sustentável do local onde retiram seu alimento e fonte de renda.

A rotina de trabalho é exaustiva, 56,3% dos entrevistados trabalham de 5h a 8h por dia e 34,4% de 8h a 12h por dia, numa média de 5 dias na semana. Posteriormente à coleta, o marisco é acondicionado em sacos tubulares mesh bag geralmente reutilizados da agricultura

(transporte de cenoura e cebola) geralmente com capacidade de 50kg (Figura 2c) e transportados para o local de debulhamento, processo onde se dá a separação da carne da concha do marisco. Quanto ao local onde é realizado o debulhamento, 70,8% dos entrevistados alegaram realizá-lo na praia e o restante prefere realizar a atividade em casa. A prefeitura de Igarassu disponibiliza um ônibus para transporte dos marisqueiros. 40% dos entrevistados fazem uso desse transporte, o que pode facilitar o transporte dos mariscos coletados para a casa dos pescadores. O processo do debulhamento ocorre de forma rudimentar através do cozimento do marisco em latas de tintas vazias com auxílio de uma fogueira preparada com madeira coletada no próprio local. De acordo com Cunha et al., (2025), a madeira provém de manguezais próximos e seu uso para fins econômicos constitui em crime ambiental por se tratar de madeira oriunda de Área de Preservação Ambiental (APA).

Figura 3 - Processo de beneficiamento do marisco. (a)Cozimento do marisco; (b)Local de debulhamento (separação da carne da concha).



Fonte: Autor (2024).

Após o processo de debulhamento, a carne do marisco é ensacada e vendida. O processo pós-pesca é realizado em condições precárias e colocam em risco a qualidade higiênico-sanitária da carne, o que afasta o consumidor final por se tratar de um público que preza pela segurança do alimento. Dessa forma, o pescador acaba por vender a produção para atravessadores, situação que é relatada regularmente na pesca de pequena escala, o que leva à uma redução da margem de lucro obtida na atividade (Mottola et al., 2020). Dentre os entrevistados na praia de Mangue Seco, 73,5% alegaram vender a produção em casa e/ou na praia, situação em que é relatada a figura do atravessador, o restante relatou vender em restaurantes, peixarias e em feiras da própria cidade de Igarassu ou municípios próximos. Cunha

et al., (2025) afirma que a figura do atravessador na mariscagem de Igarassu, leva à uma dependência econômica dos pescadores, configurando quase que um padrão trabalhista.

4.4.1. A problemática do descarte de resíduos

Em resposta ao questionário avaliado, verificou-se que cada pescador produz, em média 8kg de carne de marisco por dia. Um grande volume de resíduos é gerado no processo de beneficiamento do molusco, de acordo com Lavander et al., (2011), o índice de rendimento da carne da *A. flexuosa* na praia de Mangue Seco é de apenas 13,77%. Levando em consideração a quantidade de carne produzida pelos entrevistados nesta pesquisa, possivelmente é descartado em média 50 kg por pessoa por dia de trabalho de conchas. Considerando o tamanho amostral dessa pesquisa, isso resulta em uma média de 3.250kg de conchas descartados por dia na praia de Mangue Seco.

O descarte das conchas é realizado de forma irregular, 95,4% dos entrevistados alegaram não fazer qualquer aproveitamento do resíduo e 66,1% descartam o resíduo na praia mesmo após o beneficiamento do marisco, 10,8% em terrenos baldios e o restante fazem o descarte junto com o lixo doméstico. Essa situação provoca o acúmulo de conchas pela praia causando impactos ambientais (Figura 4).

Figura 4 - Área de descarte de conchas de marisco em Igarassu/PE.



Fonte: Autor (2024).

A disposição inadequada de resíduos de conchas de marisco, modificam o solo, a água e os ecossistemas marinhos. Ao redor do mundo, pilhas de conchas podem ser encontradas causando danos ambientais através do odor forte causado pela decomposição da matéria orgânica e também pela poluição visual (Popović; Lorencin; Strunjak-Perović; Čož-Rakovac, 2023). De acordo com Fagundes e Silva (2022), o descarte de conchas em áreas de mangue

acaba por provocar o assoreamento de corpos hídricos e desequilíbrio ambiental nesse meio. Afirmam também que o descarte em terrenos baldios pode favorecer a proliferação de animais e insetos transmissores de doenças além de afetar a segurança de banhistas devido à característica perfurocortante do resíduo (Fagundes; Silva, 2022).

Das pessoas entrevistadas nessa pesquisa, 29,2% relataram a presença de animais e insetos próximos às pilhas de conchas descartadas como cachorros, gatos, ratos e baratas. As conchas descartadas na praia são recolhidas pela prefeitura de Igarassu, porém sem uma frequência planejada. O maior desafio encontrado pela prefeitura para gerenciamento desse resíduo é a sua destinação, uma vez que gera altos custos quando enviado para o aterro sanitário. Foi relatado pela instituição que existe uma empresa de transporte que recebe esse resíduo para ser usado como aterro no nivelamento das vias não asfaltadas.

As conchas de marisco são formadas 95% de carbonato de cálcio na forma de aragonita e calcita. Essa formação traz um potencial de utilização desse material na agricultura, na indústria com a produção de vidros e borrachas, na construção civil com a aplicação em argamassas, pisos e revestimentos, e na indústria farmacêutica em tratamentos da osteoporose, por exemplo (Fagundes; Silva, 2022). Apesar de não fazerem a reutilização das conchas, 90,8% dos entrevistados reconhecem que esta pode ser utilizada para artesanato e na construção civil e 80% acreditam que o reaproveitamento das conchas pode trazer um benefício econômico para a comunidade local, porém 75,4% nunca ouviu falar ou nunca participou de nenhuma iniciativa para a reciclagem ou reaproveitamento do resíduo.

Motolla et al., (2020) aponta como alternativa para a problemática do descarte inadequado de resíduos, promover a ressignificação das conchas como um recurso de valor econômico, além de facilitar a criação de canais de comunicação entre a comunidade pesqueira e empresários de setores com potencial interesse na utilização desse material. De acordo com Jesus, de et al., (2024), a diversificação das fontes de renda pode contribuir para a sustentabilidade econômica dos marisqueiros, além de favorecer a conservação do meio ambiente, valorizar a cultura local e impulsionar a economia da região. Além dos benefícios ambientais da reciclagem desses resíduos, essa prática pode gerar vantagens econômicas para os produtores, tanto industriais quanto artesanais, ao se transformar em uma fonte adicional de renda. Essa iniciativa torna-se ainda mais significativa diante das condições sociais vulneráveis em que vivem muitas famílias de marisqueiros, frequentemente marcadas pela falta de acesso a serviços básicos como saúde e educação (de Santana; Aragão Júnior, 2023).

4.4.2. A saúde e segurança ocupacional dos marisqueiros

Apesar do papel importante do pescador na produção global de alimentos e na economia, a atividade enfrenta inúmeros riscos ocupacionais e perigos à saúde devido à alta carga de trabalho, longas jornadas e dias com pouco descanso. Essa situação expõe o trabalhador a possíveis lesões e problemas de saúde causados pelos riscos da atividade (Shrestha et al., 2022).

A atividade de pesca é regulamentada pela Norma Regulamentadora (NR) 31 que tem o objetivo de definir os princípios a serem seguidos na organização e no ambiente de trabalho, visando conciliar o planejamento e a execução das atividades do setor com ações de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais (Brasil, 2024).

De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde, os trabalhadores podem estar expostos à riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes (Brasil, 2001). Guertler et al., (2016), em um estudo sobre os riscos ocupacionais advindos da produção de ostras em Santa Catarina no Brasil, elencou como principais riscos da atividade a exposição a radiações solares, o calor excessivo, a umidade devido ao trabalho no mar, cortes provocados pelas ferramentas utilizadas, postura inadequada, levantamento de cargas excessivas, dentre outros. Esses mesmos autores reforçam a preocupação com o avanço de distúrbios musculoesqueléticos nos pescadores devido aos dois últimos riscos citados.

Dentre os entrevistados nessa pesquisa, 87,7% afirmaram sentir dores devido ao trabalho com a mariscagem, sendo que 80,0% afirmaram sentir dores na coluna, 14,0% nos joelhos/pés, 17,5% nos punhos/mãos e o restante em outras partes do corpo. Silva et al., (2021) identificou uma situação semelhante, quanto aos locais de queixa de dores, em um estudo realizado com marisqueiras na Bahia onde 83,6% dos entrevistados se queixaram de dores na parte inferior das costas, 84,2% na parte superior das costas, 75,5% nos joelhos e 74,8% nos punhos/mãos.

Algumas doenças apontadas por Guertler et al., (2016) resultantes do trabalho no mar são o câncer de pele, lesões por esforço repetitivo, problemas respiratórios e nas articulações, problemas na audição, abuso de álcool e drogas, intoxicação, dermatites e lesões ocasionadas por ferimentos, entorses e quedas.

Quando questionados sobre a ocorrência de acidentes ocupacionais, 60,0% dos entrevistados alegaram já terem sofrido algum tipo de acidente sendo relatados cortes com ferramentas (66,7%), queimaduras (51,3%), distensão muscular (17,9%) e queda (5,12%). A

elevada taxa de acidentes reportados no estudo pode apontar um desconhecimento dos riscos da atividade pelos pescadores. A ausência de informações sobre os riscos ambientais é motivo de grande preocupação, pois torna os trabalhadores mais vulneráveis aos impactos que esses riscos podem causar à sua saúde. O desconhecimento do perigo é um dos principais fatores que levam os coletores a sofrerem danos decorrentes da exposição aos riscos presentes em seu ambiente de trabalho, os quais podem comprometer seriamente sua saúde (Ipiranga et al., 2020).

Com a finalidade de assegurar a segurança e a saúde do trabalhador, a legislação trabalhista brasileira estabelece a obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Esses dispositivos de uso pessoal são destinados a proteger o trabalhador contra riscos que possam comprometer sua integridade física e sua saúde no ambiente de trabalho, neutralizando ou reduzindo a ação de agentes nocivos, prevenindo lesões ou diminuindo sua gravidade (Tiburcio et al., 2020). Foi observado em campo que, apesar de não serem os mais adequados para a atividade, 90,8% dos entrevistados fazem o uso de algum tipo de EPI sendo os mais comuns a touca/chapéu (90%), blusa de manga (76,7%), calça (25,0%) e protetor solar (18,3%). De acordo com Ipiranga et al., (2020), o kit adequado de EPIs para a atividade de mariscagem seria composto por: camisa de manga comprida, boné, calça, bota ou sapatilhas emborcadas e luvas.

De acordo com Shrestha et al., (2022), a escassez de estudos sobre lesões ocupacionais na pesca é preocupante e destaca a necessidade urgente de implementar registros específicos dessas lesões, bem como de estabelecer um monitoramento contínuo das condições de segurança nas atividades pesqueiras nos países em desenvolvimento. Além disso, os autores propõem que as universidades promovam programas de capacitação em pesquisa, com o objetivo de preencher as lacunas existentes em relação à informação e ao treinamento em segurança para os trabalhadores da pesca. Ipiranga et al., (2020) também reforça a necessidade de treinamento dos pescadores bem como recomenda a organização destes em cooperativas ou associações comunitárias, geridas e fiscalizadas de forma competente, de forma a ascensão social dos marisqueiros com priorização da sua saúde e segurança.

4.5. Conclusões

A atividade de coleta de mariscos desempenha um papel central na subsistência e identidade cultural de muitas comunidades tradicionais brasileiras, especialmente em áreas costeiras. O presente estudo evidencia não apenas a importância econômica dessa prática, mas também sua complexa inserção nas dinâmicas sociais e ambientais. A figura do catador emerge

como símbolo de resistência, conhecimento ecológico tradicional e conexão profunda com o território.

Ao longo da análise, tornou-se evidente que o reconhecimento legal e político dessas comunidades ainda é limitado, colocando em risco tanto seus modos de vida quanto os ecossistemas dos quais dependem. A invisibilidade social e a precariedade das condições de trabalho compõem um cenário de vulnerabilidade que demanda atenção urgente do poder público. A valorização dos saberes locais e a inclusão dessas populações nos processos decisórios são elementos fundamentais para a construção de políticas públicas eficazes. É recomendado uma atenção da gestão pública quanto ao cadastro unificado das pessoas que realizam a atividade de extração de mariscos para análise de aplicação de políticas públicas eficazes para a comunidade.

A atividade de mariscagem em Igarassu-PE, sendo realizada com o uso de ferramenta pouco seletiva que aumenta a quantidade capturada e com a falta de medidas de manejo sustentável, indicam uma sobre-exploração que pode levar à extinção da espécie de *A. flexuosa* na região. É de suma importância a adoção de políticas públicas voltadas à sustentabilidade da atividade. Além disso, o descarte de resíduos gerados pode apresentar problemas irreversíveis no local como assoreamento do mangue, degradação da mata costeira e proliferação de vetores.

A insalubridade percebida na atividade de coleta e beneficiamento do marisco também é problemática pois além de colocar em risco a saúde e segurança do marisqueiro, também confere uma insegurança no consumo do pescado sendo necessária a adoção de melhores práticas sanitárias nas atividades.

Conclui-se, portanto, que o reconhecimento pleno dos catadores de mariscos como sujeitos de direitos, guardiões da biodiversidade e detentores de saberes tradicionais é um passo imprescindível para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável e inclusivo. A escuta atenta às suas vozes, aliada ao fortalecimento institucional de suas práticas, é o caminho para a preservação das culturas locais e dos ecossistemas costeiros brasileiros.

4.6. Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br>. Acesso em: 06/05/2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. **Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. Série A: normas e manuais técnicos**, n.114. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

CIDREIRA-NETO, Ivo Raposo Gonçalves; FRAGOSO, Marília Lacerda Barbosa; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves. Pesca artesanal do marisco no litoral paraibano: relações socioambientais e tecnologias sociais. **Revista de Geografia**, v. 36, n. 1, p. 97–109, 2019.

CUNHA, Ana Luíza Xavier; LIMA, Vera Lúcia Antunes de; HOLANDA, Romildo Morant de; *et al.* Avaliação dos impactos ambientais da atividade marisqueira no município de Igarassu - PE. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 5, p. e14738, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.54033/cadpedv22n5-093>.

CUNHA, Ana Luíza Xavier. **Reciclagem dos Rejeitos da Atividade de Mariscagem**: uso na indústria de blocos pré-moldados de concreto. 2020. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

DA SILVA MOURÃO, José; BARACHO, Rossyenne Lopez; DE FARIA LOPES, Sergio; *et al.* The harvesting process and fisheries production of the venus clam *Anomalocardia flexuosa* in a Brazilian extractive reserve, with implications for gender-sensitive management. **Ocean & coastal management**, v. 213, n. 105878, p. 105878, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105878>.

DA SILVA MOURÃO, José; BARACHO, Rossyenne Lopez; MARTEL, Guy; *et al.* Local ecological knowledge of shellfish collectors in an extractivist reserve, Northeast Brazil: implications for co-management. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 8, p. 1977–1997, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-020-04226-w>.

DE JESUS, Paulo Protasio; CÂMARA, Ana Melissa de Moraes; LEAL, Moisés Meireles; *et al.* Traditional knowledge and socioeconomic aspects of small-scale bivalve fishing on the Amazon coast: A case study of *Iphigenia brasiliensis* on the Island of Maranhão. **Marine policy**, v. 163, n. 106076, p. 106076, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106076>.

DE MORAES CÂMARA, Ana Melissa; DE JESUS, Paulo Protasio; PEREIRA, Leuzanira Furtado; *et al.* O EXTRATIVISMO DO SURURU *Mytella strigata* (Hanley, 1843) E A PERCEÇÃO AMBIENTAL DE COMUNIDADES TRADICIONAIS EM ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS DO BRASIL. **Revista Unimar Ciências**, 2023.

DE OLIVEIRA LIMA GOMES, Jéssica; DE MELO, Alberto Soares; DE FARIA LOPES, Sérgio; *et al.* Techniques for catching the shellfish *Anomalocardia flexuosa* in a tropical estuary in northeast Brazil. **Human ecology: an interdisciplinary journal**, v. 47, n. 6, p. 931–939, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-019-00119-2>.

DE SANTANA, Rhaldney Felipe; JÚNIOR, Wilson Ramos Aragão. Aproveitamento de resíduos da mariscagem de da maricultura: revisão sistemática da literatura com meta-análise. **HOLOS**, v. 4, n. 39, 2023.

FAGUNDES, Tainã Fabiane da Silva; SILVA, Lucineide Balbino da. Potencial uso dos resíduos de conchas de moluscos: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e43011326614, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26614>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2024**. Roma: Editorial Group - FAO, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cd0683en>.

GUERTLER, Cristhiane; SPECK, Giselle Mari; MANNRICH, Giuliano; *et al.* Occupational health and safety management in Oyster culture. **Aquaculture Engineering**, v. 70, p. 63–72, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.11.002>.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Igarassu-PE, Produto interno bruto dos municípios – 2021. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=260680&idtema=152&search=pernambuco|igarassu|produto-interno-bruto-dos-municipios-2013>>. Acesso em: 22 out. 2023.

IGARASSU. Lei Municipal no 2.629 de 28 de dezembro de 2015. Institui o Plano Diretor do Município de Igarassu. Diário Oficial dos Municípios, 2015.

IPIRANGA, Juciane Araujo; ABREU, Larissa Paz de; DIAS, Ester dos Reis; *et al.* Riscos ambientais e ergonômicos nas atividades de coleta e extração de mariscos no nordeste paraense. **Natural Resources**, v. 10, n. 2, p. 55–67, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2237-9290.2020.002.0008>.

LAVANDER, H. D.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. M.; *et al.* Biologia reprodutiva da Anomalocardia brasiliiana (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista brasileira de ciencias agrarias/Brazilian journal of agricultural sciences**, v. 6, n. 2, p. 344–350, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1139>.

LIMA, Severino Adriano de Oliveira; ANDRADE, Humber Agrelli; GÁLVEZ, Alfredo Olivera. Selectivity of a fishing gear used in the catch of Anomalocardia flexuosa in the Northeast of Brazil. **Ciencia rural**, v. 50, n. 8, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20191022>.

LIMA, Severino Adriano de Oliveira; ANDRADE, Humber Agrelli; SOUSA, Raniere Garcez Costa. Rainfall effects on Anomalocardia flexuosa densities on the northeastern Brazilian coast using distributed lag models. **Boletim do Instituto de Pesca São Paulo**, v. 48, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e703>.

LOPES, Renato Pereira; RITTER, Matias do Nascimento; BARBOZA, Eduardo Guimarães; *et al.* The influence of coastal evolution on the paleobiogeography of the bivalve Anomalocardia flexuosa (Linné, 1767) along the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of South American earth sciences**, v. 113, n. 103662, p. 103662, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103662>.

MOTTOLA, Leticia Salua Maraschin; SCHORK, Gianfrancisco; PINO, Jotahi Rodrigues Ferreira; *et al.* Conhecimento local e pesca de maçunim (Anomalocardia flexuosa) no sistema

estuarino-lagunar do Roteiro, Alagoas - Brasil. **Gaia scientia**, v. 14, n. 3, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.52220>.

NASCIMENTO, Natália Gomes do; SILVA, Grasielle Dayse de Vasconcelos; SILVA, Giselle Adayllana de Vasconcelos; *et al.* Aspectos da dinâmica populacional de Anomalocardia brasiliana: subsídios para a pesca sustentável no Litoral Oeste do Ceará, Brasil. **Ciência animal brasileira**, v. 23, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v23e-72781p>.

OLIVEIRA, Bruno Marcel Carneval; CASTILHO, C.; EL-DEIR, S. G. Por uma gestão ambiental integrada na mariscagem pernambucana. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 5, n. 1, p. 160–183, 2016.

POPOVIĆ, Natalija Topić; LORENCIN, Vanesa; STRUNJAK-PEROVIĆ, Ivančica; *et al.* Shell waste management and utilization: Mitigating organic pollution and enhancing sustainability. **Applied sciences (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 623, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/app13010623>.

SHRESTHA, Sharad; SHRESTHA, Bipna; BYGVRAA, Despina Andrioti; *et al.* Risk assessment in artisanal fisheries in developing countries: A systematic review. **American journal of preventive medicine**, v. 62, n. 4, p. e255–e264, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2021.08.031>.

SILVA, Rafaela Almeida da; NERY, Adriana Alves; PENA, Paulo Gilvane Lopes; *et al.* Sintomas musculoesqueléticos em catadoras de marisco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6369000020819>.

TIBURCIO, Rebeca Galhardo; DE AZEVEDO, Daniel Inácio Peixoto Domingues; MARINHO, Bruna Laiza Silva; *et al.* Uso de equipamentos de proteção individual por manipuladores de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição. **HU Revista**, v. 46, p. 1–8, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34019/1982-8047.2020.v46.30175>.

5. CAPÍTULO 2 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE SOBRE AS TECNOLOGIAS DE RECICLAGEM

5.1. Resumo:

A intensificação da maricultura tem gerado grandes volumes de resíduos de conchas de moluscos bivalves, os quais, se descartados inadequadamente, podem acarretar sérios impactos ambientais. Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática com meta-análise descritiva da produção técnico-científica internacional sobre o aproveitamento desses resíduos, com ênfase nas tecnologias de reciclagem aplicadas. A pesquisa foi conduzida conforme as diretrizes PRISMA, utilizando as bases Scopus e Web of Science, resultando em uma amostra final de 44 artigos científicos publicados entre 2014 e 2024. Os resultados indicam que as principais áreas de aplicação envolvem o tratamento de efluentes (29,5%), a construção civil (20,5%) e o tratamento de água (18,2%). As conchas de mexilhão (45,4%) e de ostra (29,5%) foram as mais utilizadas nas pesquisas. Observou-se que grande parte dos estudos emprega métodos de reaproveitamento de baixo impacto ambiental, sem necessidade de calcinação, o que favorece a adoção de tecnologias limpas e economicamente viáveis. A análise bibliométrica destacou a crescente relevância do tema, especialmente em países com alta produção de moluscos, como China e Espanha. Este trabalho contribui para a sistematização do conhecimento sobre a valorização de resíduos marinhos, apontando caminhos promissores para sua integração em processos produtivos sustentáveis e para o avanço de práticas alinhadas à economia circular na engenharia ambiental.

Palavras-chaves: resíduos marinhos; conchas de moluscos; reciclagem; bibliometria; engenharia ambiental; economia circular.

5.2. Introdução

Peixes e frutos do mar oferecem proteínas de rápida absorção, juntamente com nutrientes essenciais como vitaminas, minerais e ácidos graxos indispensáveis para a saúde (Mititelu et al., 2021). Os mariscos, por exemplo, são nutritivos e de baixo custo, levando à um crescimento na demanda de consumo em todo mundo (Choi et al., 2024). Com isso, a participação dos mariscos no consumo de alimentos de origem aquática aumentou ao longo do tempo. Em 1961, os mariscos representavam 14% do consumo de alimentos de animais aquáticos; esse percentual subiu para 26% em 2021 (FAO, 2024).

Devido à sua alta produtividade, valor nutricional e baixo custo de produção, a criação de moluscos bivalves têm ganhado destaque e é amplamente realizada em todos os continentes. Entretanto, o crescimento dessa produção está diretamente associado à geração indireta de resíduos (Henrique et al., 2022; Thind et al., 2022). De forma geral, os resíduos de conchas de bivalves representam cerca de 65–80% do peso vivo dos organismos, totalizando milhões de toneladas anuais descartadas no mundo. Grande quantidade dessas conchas é descartada em áreas públicas e aterros sanitários, provocando diversos problemas ambientais, como a poluição das zonas pesqueiras costeiras e das superfícies de áreas públicas. Além disso, a decomposição da matéria orgânica aderida às conchas gera odores desagradáveis, impactando negativamente a paisagem natural e ocasionando problemas relacionados à saúde pública e saneamento (Seesanong et al., 2021).

As conchas de moluscos são uma fonte significativa de carbonato de cálcio (De Pascale et al., 2024; Ehrlich et al., 2020). O carbonato de cálcio (CaCO_3) é um material inorgânico amplamente empregado em diversos setores industriais, incluindo as indústrias de borracha, plásticos, construção civil, tintas, corantes, alimentos, cosméticos, entre outras. Graças às suas propriedades ecológicas e biocompatíveis, seu uso em materiais inovadores tem despertado crescente interesse (Lin et al., 2020). Conchas que contêm mais de 95% de carbonato de cálcio, são aproveitadas comercialmente e representam uma alternativa eficiente às matérias-primas minerais (Ehrlich et al., 2020). Entretanto, devido às limitações na tecnologia de aproveitamento integrado e à falta de regulamentação nos procedimentos de descarte, muitas conchas são descartadas diretamente ou acumuladas como resíduos, com distribuição ampla e complexa, sendo frequentes os depósitos e enterramentos próximos a praias e indústrias de processamento de frutos do mar (Cheng et al., 2023).

O uso integral dos recursos derivados das conchas pode não apenas mitigar os impactos do desperdício de materiais e da poluição ambiental, como também fornecer uma alternativa de matéria-prima de baixo custo para diferentes setores, promovendo uma solução que beneficia simultaneamente o meio ambiente e o desenvolvimento econômico sustentável (Cheng et al., 2023). Dessa forma, o avanço do conhecimento sobre sustentabilidade, aliado ao crescente interesse científico por tecnologias inovadoras, têm impulsionado, desde o início do século XXI, a conversão de resíduos de conchas de bivalves em compostos químicos úteis e de alto valor agregado (Seesanong et al., 2021).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo analisar a produção técnico-científica mundial, disponível na base de dados Scopus e Web of Science, relacionada ao

aproveitamento dos resíduos de conchas de moluscos bivalves resultantes da atividade de mariscagem e maricultura.

5.3. Material e Métodos

A revisão sistemática configura-se como uma metodologia de pesquisa estruturada, orientada por protocolos rigorosos, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar criticamente a literatura científica disponível sobre um determinado tema. Por seu elevado grau de rigor e transparência, trata-se de um método reconhecido por fornecer alto nível de evidência científica, sendo amplamente utilizado para apoiar a tomada de decisão baseada em evidências, tanto em contextos públicos quanto privados (Galvão & Ricarte, 2019).

Diante disso, adotou-se neste estudo uma abordagem sistemática composta por etapas sequenciais e bem definidas, com o objetivo de mapear as principais tecnologias de reciclagem associadas ao aproveitamento de resíduos de conchas de moluscos oriundos das atividades de mariscagem e maricultura. A metodologia seguiu as diretrizes do PRISMA – Itens de Relato Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (Page et al., 2021), abrangendo as etapas de: (1) Identificação, (2) Seleção, (3) Elegibilidade e (4) Inclusão. Como complemento, foi acrescentada uma quinta etapa de Síntese e Análise Crítica (Figura 1).

Figura 1 - Metodologia

Identificação	shell AND waste AND mollusc AND bivalve	Scopus: 133 artigos Web of science: 16 artigos
Seleção	<ul style="list-style-type: none"> • Artigos de revisão; • Somente publicações de 2014 a 2024. 	Scopus: 97 artigos Web of science: 16 artigos
	<ul style="list-style-type: none"> • Junção e remoção de duplicatas 	102 artigos
Elegibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura de títulos e resumos 	49 artigos
Inclusão	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura na íntegra; • Exclusão de artigos não disponíveis; • Geração de gráficos - biblioshiny. 	44 artigos - 660 páginas
+		
Síntese e Análise Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de concha utilizada; • Área de aplicação; • Produto final gerado; • Métodos de processamento ou tratamento. 	

Fonte: Autor (2025)

5.3.1 Etapa 1 – Identificação

Foram utilizadas as bases de dados Scopus e Web of Science, acessadas por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Utilizou-se uma estratégia de busca com os descritores, em inglês: shell, waste, mollusc e bivalve, combinados por operadores booleanos na seguinte forma: shell AND waste

AND mollusc AND bivalve. A busca foi realizada em maio de 2025, resultando em 133 artigos na plataforma Scopus e 16 artigos na plataforma Web of Science.

5.3.2 Etapa 2 – Seleção

Foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: (i) artigos de revisão e (ii) publicações fora do recorte temporal definido entre 2014 e 2024. Após essa filtragem inicial, restaram 97 artigos da Scopus e 16 da Web of Science. Os dados foram exportados em formato .csv (Scopus) e .txt (Web of Science), integrados no software RStudio (versão 4.5.0), por meio do pacote Bibliometrix (versão 4.3.5). Foram eliminados duplicatas e gerada uma planilha unificada com 102 artigos.

5.3.3. Etapa 3 – Elegibilidade

Realizou-se a leitura dos títulos e resumos para verificação de aderência ao tema da pesquisa. Foram incluídos apenas estudos que apresentaram uso direto ou desenvolvimento de tecnologias associadas à reciclagem de conchas de moluscos bivalves, com foco em processos físico-químicos, aplicações tecnológicas ou produtos finais. Artigos que abordavam apenas aspectos ecológicos, nutricionais ou pesqueiros, sem conexão com reciclagem tecnológica, foram excluídos. Restaram 49 artigos elegíveis.

5.3.4 Etapa 4 – Inclusão

Os artigos foram lidos na íntegra sendo que 5 artigos foram excluídos nesta etapa por indisponibilidade de acesso ao texto completo, decorrente da limitação na abrangência da plataforma de periódicos da CAPES. Os artigos foram importados no aplicativo Biblioshiny, uma interface web do pacote Bibliometrix no RStudio, para análise de dados e elaboração de gráficos bibliométricos. Na ferramenta, foi conduzida uma análise de desempenho científico e mapeamento temático por meio dos gráficos e indicadores gerados. Avaliaram-se o número de publicações por ano, a distribuição geográfica das publicações por país, os periódicos com maior relevância no tema, as afiliações dos autores, bem como os artigos mais citados. A análise das palavras-chave foi realizada por meio da geração de uma nuvem de palavras e de um gráfico de tópicos em tendência, permitindo identificar os termos mais recorrentes e as principais tendências de pesquisa associadas ao tema.

5.3.5. Etapa 5 – Síntese e Análise Crítica (Meta-Análise Descritiva)

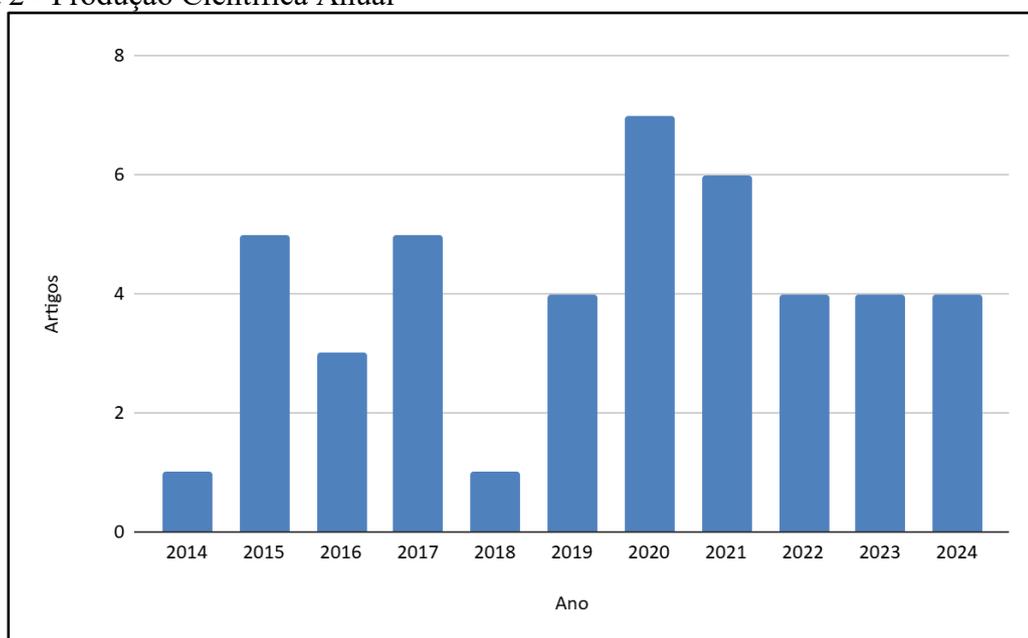
Criou-se uma planilha com dados categorizados de interesse para a meta-análise descritiva, contendo: tipo de concha utilizada, área de aplicação, produto final gerado e métodos de processamento ou tratamento da concha. Essa sistematização permitiu realizar inferências relacionadas às tendências tecnológicas.

Desta forma, com a aplicação destes critérios, foram analisados 44 documentos provenientes de 32 fontes diferentes com contribuição de 226 autores no total.

5.4. Resultados e Discussão

A partir do estudo sistemático foi possível verificar que, a produção científica anual (Figura 1) mostra que o ano com menores publicações foi em 2018 e o pico de produção científica nesse tema foi em 2020 e, embora tenha diminuído ligeiramente depois disso, manteve-se estável nos anos seguintes, indicando um interesse contínuo no tema. Ao longo do período de análise, foi verificada uma média de 4 artigos publicados, assim, os últimos anos atingiram essa média.

Figura 2 - Produção Científica Anual



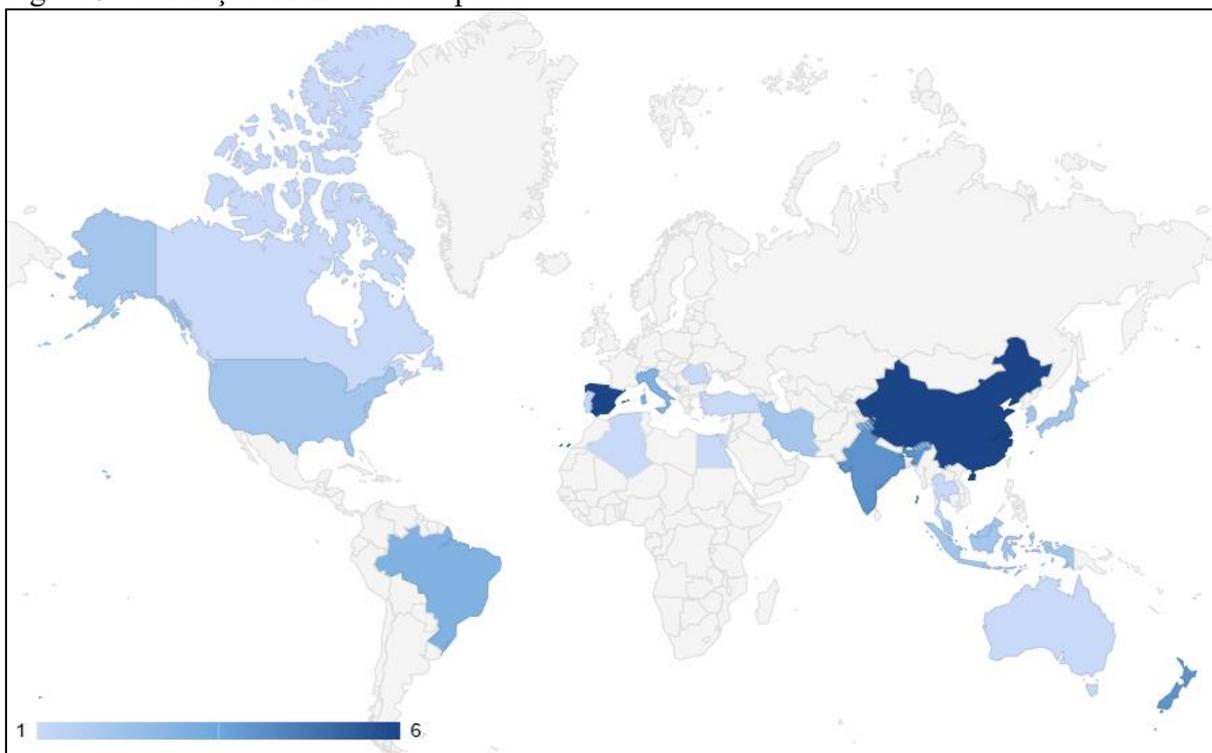
Fonte: Autor (2025)

As fontes mais relevantes para o tema da pesquisa foram Bioresource Technology (4 publicações), Chemosphere (3 publicações), Journal of Environmental Management (3 publicações e Science of the Total Environment (3 publicações). O autor que mais contribuiu para o tema foi o Nguyen T. com 7 publicações ao total nos anos de 2020 e 2021. Sobre os documentos mais citados, os mais destacados foram os dos autores Niju, Meera Sheriffa Begum e Anantharaman (2016) com 79 citações, Lin *et al.* (2020) com 78 citações e Arun *et al.* (2020) com 76 citações.

A Figura 2 apresenta a distribuição geográfica das publicações por país, destacando-se aqueles com maior produção científica no tema, representados em diferentes tonalidades de azul. Observa-se uma expressiva liderança da China e Espanha, com um total de 6 artigos cada, seguida pela Índia (4 artigos), Nova Zelândia (4 artigos), Brasil (3 artigos) e Itália (3 artigos).

A China lidera a aquicultura mundial representando 70% da produção global, destacando-se a produção de moluscos bivalves. Outros países como Japão, Coreia do Sul, Espanha, França e Itália também se destacam nesse tipo de produção (Cheng *et al.*, 2023). Sendo assim, é possível perceber que países grandes produtores de moluscos bivalves, como a China e a Espanha, vêm estudando técnicas para mitigar os impactos do descarte de resíduos da maricultura.

Figura 3 - Produção Científica dos países



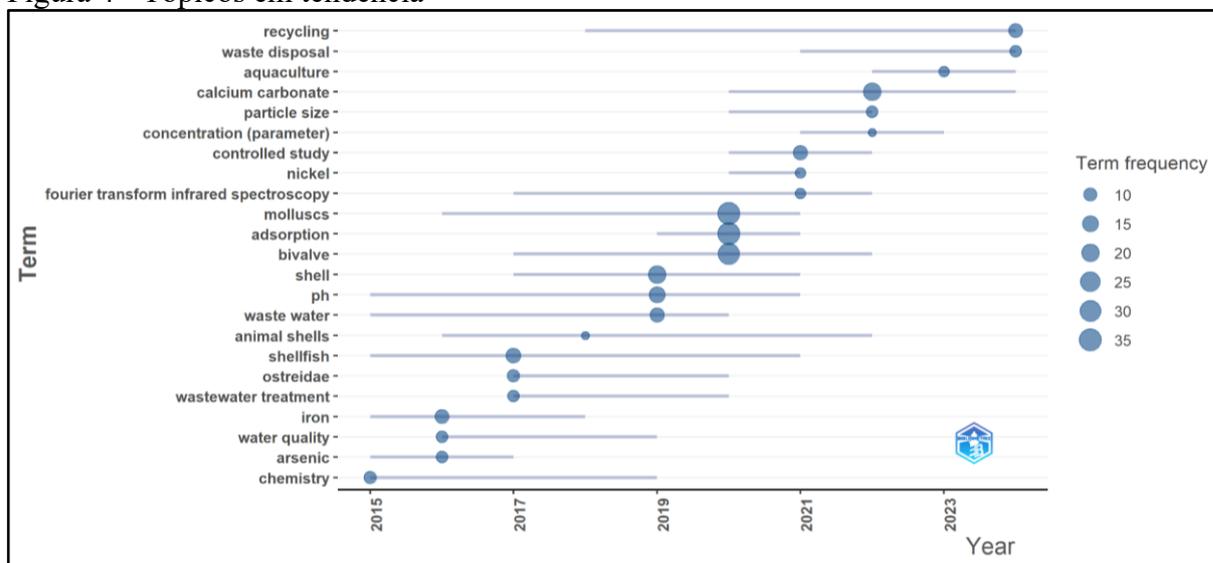
Fonte: Autor (2025)

Analisando as afiliações dos autores, as mais relevantes são: Universidade de Santiago de Compostela (n=9), Universidade Federal do Alagoas (n=8), Universidade de Vigo (n=7) e Universidade de Zhejiang (n=7). Esses resultados evidenciam a influência das universidades nas pesquisas relacionadas ao tema, contribuindo para atrair pesquisadores, fortalecer a colaboração acadêmica e facilitar a captação de recursos, impulsionada pela visibilidade internacional alcançada.

A Figura 3 mostra os “*Trend Topics*” (tópicos em tendência) identificados, destacando os termos mais frequentes utilizados nos artigos analisados ao longo do tempo. É possível perceber que termos como “*recycling*” (reciclagem), “*waste disposal*” (disposição de resíduos), “*aquaculture*” (aquicultura) e “*calcium carbonate*” (carbonato de cálcio) ganharam destaque nos anos mais recentes de 2022 a 2024. Isso sugere um aumento do interesse em aplicações sustentáveis e reaproveitamento dos resíduos da maricultura. Já os termos “*shell*” (concha), “*bivalve*” (bivalve), “*adsorption*” (adsorção), e “*molluscs*” (moluscos) aparecem em diversos

anos o que pode indicar que o uso de conchas de marisco como adsorventes são amplamente abordados nas pesquisas.

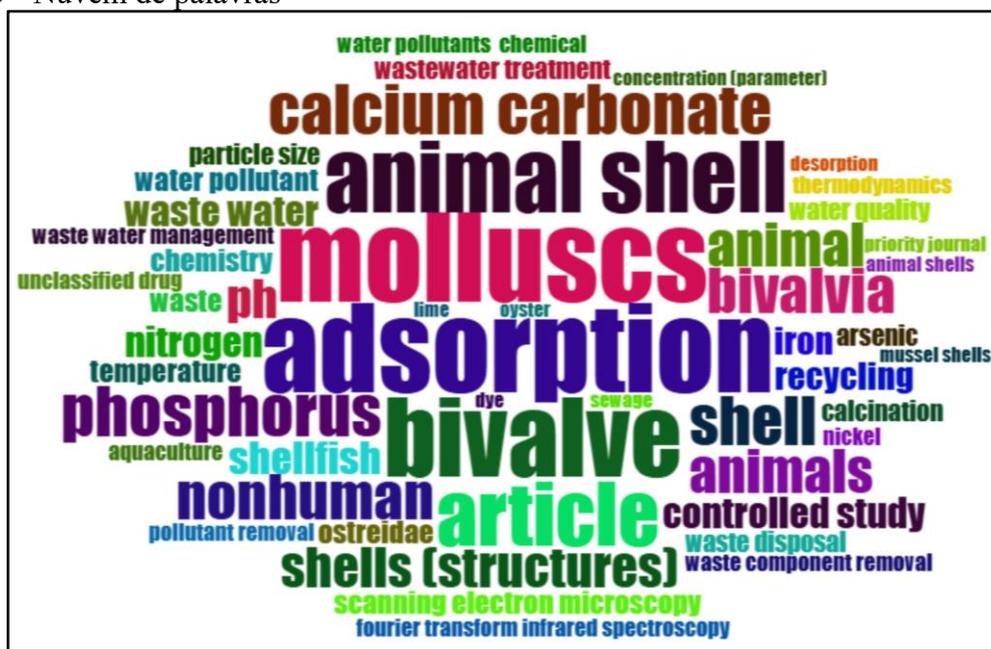
Figura 4 - Tópicos em tendência



Fonte: Autor (2025)

Quanto às palavras-chave mais frequentes, a Figura 4 mostra uma nuvem de palavras onde o tamanho de cada palavra indica sua frequência ou importância relativa, ou seja, quanto maior a palavra, mais frequente ela esteve nos artigos analisados. As palavras maiores e mais proeminentes são "molluscs" (moluscos), "adsorption" (adsorção), "animal shell" (concha animal), "bivalve" (bivalve), "calcium carbonate" (carbonato de cálcio) e "shellfish" (marisco). Isso sugere que os artigos estão fortemente focados na utilização de conchas de mariscos para processos de adsorção. Termos como "wastewater treatment" (tratamento de águas residuais), "water pollutant" (poluente da água), "water quality" (qualidade da água) e "pollutant removal" (remoção de poluentes) indicam que a principal aplicação ou área de interesse da pesquisa é o tratamento de água e a remoção de contaminantes que corrobora com a sua utilização como adsorvente. A aparição de termos como "arsenic" (arsênio), "phosphorus" (fósforo), "nickel" (níquel) e "iron" (ferro) são mencionados, sugerindo que a adsorção está sendo estudada para a remoção desses elementos específicos ou compostos relacionados. "Recycling" (reciclagem) e "waste disposal" (descarte de resíduos) podem indicar um interesse na sustentabilidade da atividade de maricultura.

Figura 5 - Nuvem de palavras



Fonte: Autor (2025)

O Quadro 1 apresenta os dados obtidos na fase de síntese e análise crítica. Observa-se que 29,5% dos artigos analisados abordam à área de Tratamento de Efluentes, 20,5% à Construção Civil e 18,2% ao Tratamento de Água, indicando que esses são os campos mais promissores para a aplicação de resíduos de conchas de moluscos. Em relação às espécies utilizadas, destaca-se o uso predominante das conchas de mexilhão (45,4%), seguido pelas conchas de ostra (29,5%). A ostra é atualmente o molusco mais cultivado no mundo, representando 37,4% da produção global, enquanto o mexilhão também apresenta relevância, com 10,2% da produção mundial (FAO, 2024). Diante desses dados, o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a reciclagem das conchas dessas espécies torna-se essencial para mitigar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos.

Quadro 1 - Informações sobre os artigos.

Área	Artigo	Tipo de concha utilizada	Material criado
Agricultura	Hannan et al. (2021)*	Conchas de mexilhão	Aditivo agrícola
	González-Chang et al. (2017)	Conchas de mexilhão	Dissuasor de pouso para insetos
Construção civil	Lieberman et al. (2018)	Concha de molusco bivalve	Agregado na produção de concreto
	Queiroz, Yokoyama e Dias (2024)	Conchas de mexilhão e ostra	Agregado na produção de concreto
	Echeverria et al. (2017)	Conchas de amêijoas ((Veneridae spp.)	Biofileres na produção de madeira e polipropileno
	Caroscio et al. (2024)*	Conchas de mexilhão, ostra e amêijoas	Concreto asfáltico
	Carral et al. (2023)	Conchas de vieiras, mexilhões, ostras e amêijoas	Concreto para recifes artificiais

Área	Artigo	Tipo de concha utilizada	Material criado
Construção civil	Kim et al. (2021)	Conchas de ostra	Condicionador de solo
	De Pascale et al. (2024)	Conchas de mexilhão, ostra e amêijoia.	Filer para asfalto
	Peceño et al. (2019)*	Concha de vieira e mexilhão	Material de construção absorvente acústico
	Ferraz et al. (2019)*	Concha de marisco, mexilhão, berbigão, sarnambi, ostra e vieira	Cal virgem calcítica
Energia	Arun et al. (2020)*	Concha de amêijoia	Catalisador na produção de biogás
	Niju et al. (2015)*	Conchas de amêijoia	Catalisador na produção de biodiesel
	Maniam et al. (2015)*	Concha de almêijoia	Catalizador na produção de biodiesel
	Niju, Meera Sheriffa Begum e Anantharaman (2016)*	Conchas de moluscos bivalves	Catalizador na produção de biodiesel
Indústria de polímeros	Yao et al. (2015)	Concha de molusco	Polímeros
Indústria farmacêutica	Ehrlich et al. (2020)	Concha de almêijoia, abalone e mexilhão	Medicamentos correspondentes, pigmentos biologicamente ativos, extratos e hidrolisados para reparação da pele.
	Mititelu et al. (2021)	Concha de mexilhão	Sal de cálcio farmacêutico
Indústria química	Seesanong et al. (2021)	Conchas de berbigão, mexilhão e ostra	Fosfato de cálcio
	Prihanto et al. (2024)*	Concha de mexilhão	Carbonato de cálcio precipitado
	Henrique et al. (2022)*	Concha de sururu	Hidroxilas duplas lamelares
Tratamento de água	Elgarahy et al. (2020)	Concha de berbigão	Adsorvente
	Mohagheghian et al. (2015)*	Concha de vieira	Adsorvente
	Nguyen et al. (2020)*	Concha de marisco	Adsorvente
	Pourang e Rezaei (2021)	Concha de berbigão	Adsorvente
	Quintáns-Fondo et al. (2017)	Concha de mexilhão	Adsorvente
	Thind et al. (2022)	Concha de mexilhão, ostra e vieira	Adsorvente
	Woo et al. (2023)	Concha de ostra	Material para remediação de sedimento contaminado
	Good et al. (2014)	Concha de mexilhão	Substrato
Tratamento de efluente	Detho et al. (2022)	Concha de mexilhão	Adsorvente
	Fan et al. (2015)	Concha de ostra	Adsorvente
	Lin et al. (2020)	Concha de ostra	Adsorvente
	Nguyen et al. (2020)	Concha de berbigão	Adsorvente
	Pai et al. (2023)*	Sem informação	Adsorvente
	Akin Sahbaz, Dandil e Acikgoz (2021)*	Concha de mexilhão	Adsorvente

Área	Artigo	Tipo de concha utilizada	Material criado
Tratamento de efluente	Tong et al. (2017)	Concha de ostra	Desnitrificante
	DiLoreto et al. (2016)	Concha de mexilhão	Fonte de carbono para biorreatores
	Liu e Chen (2017)	Concha de ostra	Material filtrante/adsorvente
	Nguyen et al. (2020)	Concha de marisco	Meio filtrante em wetland
	Yu et al. (2020)	Conchas de amêijoia	Substrato em uma wetland
	Ji et al. (2019)*	Concha de mexilhão	Suporte para a imobilização de células
	Takabe e Ida (2023)	Concha de almêijoia	Ânodo para eletrólise
Remediação de solo	Romar-Gasalla et al. (2016)	Concha de mexilhão	Adsorvente
	Conde-Cid et al. (2019)	Concha de mexilhão	Adsorvente

*Pesquisas que realizaram a calcinação da concha no tratamento do resíduo.

Fonte: Autor (2025)

É notado um amplo estudo da aplicação de conchas de moluscos como adsorventes nas áreas de tratamento de água, efluentes e solo. De acordo com Ji *et al.* (2019), a concha de mexilhão, por exemplo, é uma biomassa mineralizada natural rica em carbonato, com propriedades como adsorção, dispersão e não toxicidade. Pode ser transformada em material mesoporoso por meio da calcinação, que converte a aragonita em calcita a temperaturas acima de 500 °C. Por seu baixo custo, caráter ecológico e versatilidade, apresenta grande potencial para aplicações na valorização de resíduos biológicos e no combate à poluição ambiental.

De acordo com Yao *et al.* (2014), as conchas apresentam alto teor de CaCO_3 , o que torna mais viável seu uso direto como substituto dessa substância. No entanto, quando submetidas a tratamentos para serem utilizadas como matéria-prima na produção de CaO , é fundamental avaliar os impactos ambientais associados aos processos de calcinação e pirólise, bem como os custos e benefícios econômicos envolvidos. Na análise dos artigos, 59% dos trabalhos não realizaram a calcinação das conchas no processo de tratamento o que favorece a adoção de técnicas menos poluentes para a reciclagem do resíduo. Nesse quesito, destacam-se os trabalhos de Good et al. (2014) e DiLoreto et al. (2016), que utilizaram as conchas sem nenhum tratamento prévio, e os trabalhos de Quintáns-Fondo et al. (2017) e Lieberman et al. (2018) que realizaram somente a trituração do resíduo. As técnicas de tratamento adotadas por esses autores facilitam a reciclagem do resíduo de forma mais econômica.

5.5. Conclusões

A crescente demanda por soluções sustentáveis no manejo de resíduos sólidos impulsiona o interesse por alternativas de reaproveitamento que conciliam viabilidade econômica, inovação tecnológica e preservação ambiental. A presente revisão sistemática,

aliada a uma meta-análise descritiva, evidenciou o potencial dos resíduos de conchas de moluscos bivalves como insumo estratégico para diversas aplicações industriais.

Os resultados indicam que as principais áreas de aplicação envolvem o tratamento de efluentes, construção civil e tratamento de água, sendo as conchas de mexilhão e ostra os tipos mais frequentemente utilizados. Observou-se que 59% dos estudos adotaram métodos de reaproveitamento com baixa exigência energética, sem calcinação, o que reforça a possibilidade de tecnologias mais acessíveis e ambientalmente sustentáveis.

Além disso, a análise bibliométrica revelou um aumento do interesse científico pelo tema, sobretudo a partir de 2020, com destaque para países líderes em maricultura, como China e Espanha. Termos como *recycling*, *calcium carbonate* e *adsorption* refletem as tendências emergentes em pesquisa e reforçam a relevância da valorização de resíduos biológicos como estratégia para economia circular.

Dessa forma, este estudo contribui significativamente ao sintetizar as evidências disponíveis e apontar caminhos para o desenvolvimento de tecnologias limpas baseadas em subprodutos marinhos. Recomenda-se que futuras investigações avancem no desenvolvimento de protocolos padronizados e análise de viabilidade técnica e econômica em escala industrial, a fim de consolidar o uso desses resíduos como recurso valioso em processos produtivos sustentáveis.

5.6. Referências

AKIN SAHBAZ, D.; DANDIL, S.; ACIKGOZ, C. Adsorption of reactive blue 49 onto cross-linked chitosan-based composites containing waste mussel shell and waste active sludge char. **Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research**, v. 83, n. 3, p. 715–726, 2021.

ARUN, J.; GOPINATH, K. P.; SUNDARRAJAN, P.; MALOLAN, R.; ADITHYA, S.; SAI JAYARAMAN, R.; SRINIVAASAN AJAY, P. Hydrothermal liquefaction of *Scenedesmus obliquus* using a novel catalyst derived from clam shells: Solid residue as catalyst for hydrogen production. **Bioresource technology**, v. 310, n. 123443, p. 123443, 2020.

CAROSCIO, L.; DE PASCALE, B.; TATARANNI, P.; CHIAVETTA, C.; LANTIERI, C.; BONOLI, A. Preliminary study on the application of waste bivalve shells as biofiller for the production of asphalt concrete. **Cleaner engineering and technology**, v. 20, n. 100743, p. 100743, 2024.

CARRAL, L.; LAMAS-GALDO, M. I.; BUENHOMBRE, J. L. M.; BARROS, J. J. C.; NAYA, S.; TARRIO-SAAVEDRA, J. Application of residuals from purification of bivalve molluscs in Galician to facilitate marine ecosystem resiliency through artificial reefs with shells - One generation. **The Science of the total environment**, v. 856, n. Pt 1, p. 159095,

2023.

CHENG, M. *et al.* Overview of structure, function and integrated utilization of marine shell. **The Science of the total environment**, v. 870, n. 161950, p. 161950, 2023.

CHOI, S. H.; LEE, J.-H.; YOO, J.; HYEON PARK, J.; BAE, J.-S.; YOUNG PARK, C. Toward transformation of bivalve shell wastes into high value-added and sustainable products in South Korea: A review. **Journal of industrial and engineering chemistry**, v. 129, p. 38–52, 2024.

CONDE-CID, M.; FERREIRA-COELHO, G.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; ÁLVAREZ-ESMORÍS, C.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; NÚÑEZ-DELGADO, A.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E. Competitive adsorption/desorption of tetracycline, oxytetracycline and chlortetracycline on pine bark, oak ash and mussel shell. **Journal of environmental management**, v. 250, n. 109509, p. 109509, 2019.

DE PASCALE, B.; TARSI, G.; TATARANNI, P.; SANGIORGI, C. Potential application of waste bivalve shells as recycled filler in porous asphalt concrete through rheo-mechanical analysis. **Resources, conservation, and recycling**, v. 209, n. 107830, p. 107830, 2024.

DETHO, A.; DAUD, Z.; ROSLI, M. A.; AWANG, H. Reduction of COD and ammoniacal nitrogen from stabilized landfill leachate by using green mussel and zeolite as composite adsorbent. **Journal of the Air & Waste Management Association (1995)**, v. 72, n. 1, p. 69–75, 2022.

DILORETO, Z. A.; WEBER, P. A.; OLDS, W.; POPE, J.; TRUMM, D.; CHAGANTI, S. R.; HEATH, D. D.; WEISNER, C. G. Novel cost effective full scale mussel shell bioreactors for metal removal and acid neutralization. **Journal of environmental management**, v. 183, n. Pt 3, p. 601–612, 2016.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 133, p. 285–296, 2021.

ECHEVERRIA, C.; PAHLEVANI, F.; GAIKWAD, V.; SAHAJWALLA, V. The effect of microstructure, filler load and surface adhesion of marine bio-fillers, in the performance of Hybrid Wood-Polypropylene Particulate Bio-composite. **Journal of cleaner production**, v. 154, p. 284–294, 2017.

EHRlich, H.; MARTINOVIĆ, R.; JOKSIMOVIĆ, D.; PETRENKO, I.; SCHIAPARELLI, S.; WYSOKOWSKI, M.; TSURKAN, D.; STELLING, A. L.; SPRINGER, A.; GELINSKY, M.; JOKSIMOVIĆ, A. Conchixes: organic scaffolds which resemble the size and shapes of mollusks shells, their isolation and potential multifunctional applications. **Applied physics. A, Materials science & processing**, v. 126, n. 7, 2020.

ELGARAHY, A. M.; ELWAKEEL, K. Z.; MOHAMMAD, S. H.; ELSHOUBAKY, G. A. Multifunctional eco-friendly sorbent based on marine brown algae and bivalve shells for subsequent uptake of Congo red dye and copper(II) ions. **Journal of environmental chemical engineering**, v. 8, n. 4, p. 103915, 2020.

FAN, L.; ZHANG, S.; ZHANG, X.; ZHOU, H.; LU, Z.; WANG, S. Removal of arsenic from simulation wastewater using nano-iron/oyster shell composites. **Journal of environmental management**, v. 156, p. 109–114, 2015.

FERRAZ, E.; GAMELAS, J. A. F.; COROADO, J.; MONTEIRO, C.; ROCHA, F. Recycling waste seashells to produce calcitic lime: Characterization and wet slaking reactivity. **Waste and biomass valorization**, v. 10, n. 8, p. 2397–2414, 2019.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2024**. Roma: Editorial Group - FAO, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cd0683en>.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

GONZÁLEZ-CHANG, M.; BOYER, S.; CREASY, G. L.; LEFORT, M.-C.; WRATTEN, S. D. Mussel shell mulch can increase vineyard sustainability by changing scarab pest behaviour. **Agronomy for sustainable development**, v. 37, n. 5, 2017.

GOOD, J. F.; O’SULLIVAN, A. D.; WICKE, D.; COCHRANE, T. A. PH buffering in stormwater infiltration systems—sustainable contaminant removal with waste mussel shells. **Water, air, and soil pollution**, v. 225, n. 3, 2014.

HANNAN, F.; ISLAM, F.; HUANG, Q.; FAROOQ, M. A.; AYYAZ, A.; FANG, R.; ALI, B.; XIE, X.; ZHOU, W. Interactive effects of biochar and mussel shell activated concoctions on immobilization of nickel and their amelioration on the growth of rapeseed in contaminated aged soil. **Chemosphere**, v. 282, n. 130897, p. 130897, 2021.

HENRIQUE, DIOGO C.; HENRIQUE, DANIELY C.; SOLANO, J. R. S.; BARBOSA, V. T.; SILVA, A. O. S.; DORNELAS, C. B.; DUARTE, J. L. S.; MEILI, L. Calcined Mytella falcata shells as a source for CaAl/LDH production: Synthesis and characterization. **Colloids and surfaces. A, Physicochemical and engineering aspects**, v. 644, n. 128752, p. 128752, 2022.

JI, L.; SONG, W.; WEI, D.; JIANG, D.; CAI, L.; WANG, Y.; GUO, J.; ZHANG, H. Modified mussel shell powder for microalgae immobilization to remove N and P from eutrophic wastewater. **Bioresource technology**, v. 284, p. 36–42, 2019.

KIM, T.; KIM, D.; JEON, J.; SON, Y. Improvement of desalinization performance in reclaimed land through recycling of bottom ash and oyster shells. **Paddy and water environment**, v. 19, n. 3, p. 529–538, 2021.

LIEBERMAN, R. N.; KNOP, Y.; IZQUIERDO, M.; PALMEROLA, N. M.; ROSA, J. DE LA; COHEN, H.; MUÑOZ-QUIRÓS, C.; CORDOBA, P.; QUEROL, X. Potential of hazardous waste encapsulation in concrete with coal fly ash and bivalve shells. **Journal of cleaner production**, v. 185, p. 870–881, 2018.

LIN, P.-Y.; WU, H.-M.; HSIEH, S.-L.; LI, J.-S.; DONG, C.; CHEN, C.-W.; HSIEH, S. Preparation of vaterite calcium carbonate granules from discarded oyster shells as an

- adsorbent for heavy metal ions removal. **Chemosphere**, v. 254, p. 126903, 2020.
- LIU, H.-Y.; CHEN, S. Building a low-cost domestic wastewater reclamation system using local agricultural waste in Kinmen islands, Taiwan. **Paddy and water environment**, v. 15, n. 4, p. 809–819, 2017.
- LUKWAMBE, B.; NICHOLAUS, R.; ZHAO, L.; YANG, W.; ZHU, J.; ZHENG, Z. Microbial community and interspecies interaction during grazing of ark shell bivalve (*Scapharca subcrenata*) in a full-scale bioremediation system of mariculture effluents. **Marine environmental research**, v. 158, n. 104956, p. 104956, 2020.
- MANIAM, G. P.; HINDRYAWATI, N.; NURFITRI, I.; MANAF, I. S. A.; RAMACHANDRAN, N.; RAHIM, M. H. A. Utilization of waste fat from catfish (*Pangasius*) in methyl esters preparation using CaO derived from waste marine barnacle and bivalve clam as solid catalysts. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 49, p. 58–66, 2015.
- MITITELU, M.; STANCIU, G.; DRĂGĂNESCU, D.; IONIȚĂ, A. C.; NEACȘU, S. M.; DINU, M.; STEFAN-VAN STADEN, R.-I.; MOROȘAN, E. Mussel shells, a valuable calcium resource for the pharmaceutical industry. **Marine drugs**, v. 20, n. 1, p. 25, 2021.
- MOHAGHEGHIAN, A.; VAHIDI-KOLUR, R.; POURMOHSENI, M.; YANG, J.-K.; SHIRZAD-SIBONI, M. Application of scallop shell-Fe₃O₄ nano-composite for the removal azo dye from aqueous solutions. **Water, air, and soil pollution**, v. 226, n. 9, 2015.
- NGUYEN, T. A. H.; NGO, H. H.; GUO, W. S.; NGUYEN, T. T.; *et al.* White hard clam (*Meretrix lyrata*) shells as novel filter media to augment the phosphorus removal from wastewater. **The Science of the total environment**, v. 741, n. 140483, p. 140483, 2020.
- NGUYEN, T. A. H.; NGO, H. H.; GUO, W. S.; NGUYEN, T. H. H.; SODA, S.; VU, N. D.; BUI, T. K. A.; VO, T. D. H.; BUI, X. T.; NGUYEN, T. T.; PHAM, T. T. White hard clam (*Meretrix lyrata*) shells media to improve phosphorus removal in lab-scale horizontal sub-surface flow constructed wetlands: Performance, removal pathways, and lifespan. **Bioresource technology**, v. 312, n. 123602, p. 123602, 2020.
- NIJU, S.; MEERA SHERIFFA BEGUM, K. M.; ANANTHARAMAN, N. Enhancement of biodiesel synthesis over highly active CaO derived from natural white bivalve clam shell. **Arabian journal of chemistry**, v. 9, n. 5, p. 633–639, 2016.
- NIJU, S.; NIYAS, M.; SHERIFFA BEGUM, K. M. M.; ANANTHARAMAN, N. KF-impregnated clam shells for biodiesel production and its effect on a diesel engine performance and emission characteristics. **Environmental progress & sustainable energy**, v. 34, n. 4, p. 1166–1173, 2015.
- PAI, S.; KINI, M. S.; RANGASAMY, G.; SELVARAJ, R. Mesoporous calcium hydroxide nanoparticle synthesis from waste bivalve clamshells and evaluation of its adsorptive potential for the removal of Acid Blue 113 dye. **Chemosphere**, v. 313, n. 137476, p. 137476, 2023.
- PECEÑO, B.; ARENAS, C.; ALONSO-FARIÑAS, B.; LEIVA, C. Substitution of coarse aggregates with mollusk-shell waste in acoustic-absorbing concrete. **Journal of materials in**

civil engineering, v. 31, n. 6, p. 04019077, 2019.

POURANG, N.; REZAEI, M. Biosorption of copper from aqueous environment by three aquatics-based sorbents: A comparison of the relative effect of seven important parameters. **Bioresource technology reports**, v. 15, n. 100718, p. 100718, 2021.

PRIHANTO, A.; MURYANTO, S.; ISMAIL, R.; JAMARI, J.; BAYUSENO, A. P. Practical insights into the recycling of green mussel shells (*Perna Viridis*) for the production of precipitated calcium carbonate. **Environmental technology**, v. 45, n. 2, p. 235–245, 2024.

QUEIROZ, T. DA C.; YOKOYAMA, L. Q.; DIAS, G. M. Does the incorporation of shell waste from aquaculture in the construction of marine facilities affect the structure of the marine sessile community? **Marine environmental research**, v. 198, n. 106484, p. 106484, 2024.

QUINTÁNS-FONDO, A.; FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E.; NÚÑEZ-DELGADO, A. As(V) sorption/desorption on different waste materials and soil samples. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 7, 2017.

ROMAR-GASALLA, A.; RIVAS-PÉREZ, I. M.; PARADELO-NÚÑEZ, R.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E.; NÚÑEZ-DELGADO, A. Phosphorus retention on forest and vineyard soil samples, mussel shell, pine-sawdust, and on pyritic, granitic and waste materials. **Geoderma**, v. 280, p. 8–13, 2016.

SEESANONG, S.; BOONCHOM, B.; CHAISEEDA, K.; BOONMEE, W.; LAOHAVISUTI, N. Conversion of bivalve shells to monocalcium and tricalcium phosphates: An approach to recycle seafood wastes. **Materials**, v. 14, n. 16, p. 4395, 2021.

SIMARD, N. S. M.; MILITZ, T. A.; KINCH, J.; SOUTHGATE, P. C. Consumption of mollusks and potential utilization of resulting shell wastes for shellcraft within a pacific islands context. **Human ecology: an interdisciplinary journal**, v. 51, n. 6, p. 1057–1069, 2023.

TAKABE, Y.; IDA, K. Simultaneous phosphorus precipitation and sludge thickening by electrolysis with an anode covered by bivalve shells. **Water research**, v. 247, n. 120789, p. 120789, 2023.

THIND, J.; MCDOUGALL, D. R.; JONES, M. I.; JEFFS, A. G. Preliminary laboratory investigations into zinc and copper adsorption by crushed bivalve shells. **Water, air, and soil pollution**, v. 233, n. 8, 2022.

TONG, S.; STOCKS, J. L.; RODRIGUEZ-GONZALEZ, L. C.; FENG, C.; ERGAS, S. J. Effect of oyster shell medium and organic substrate on the performance of a particulate pyrite autotrophic denitrification (PPAD) process. **Bioresource technology**, v. 244, n. Pt 1, p. 296–303, 2017.

TUAN-ANH NGUYENA, T.-A.; NHANA, C.-H.; LEA, M.-V.; HUYNHA, P.-H. K.; PHUNGB, T. K.; TRANC, A. V. Fixed Bed Column Studies for the Adsorption of Cadmium

onto Cockle Shell (*Anadara Granosa*) Powder. **Chemical Engineering Transactions**, v. 83, p. 259–264, 2021.

WOO, H.-E.; JEONG, I.; KIM, J.-O.; KIM, Y.-R.; LEE, I.-C.; KIM, K. Field experiments on chemical and biological changes of thin-layer oyster shells capping sediments in dense aquaculture area. **Environmental research**, v. 237, n. Pt 1, p. 116893, 2023.

YAO, Z.; GE, L.; JI, X.; TANG, J.; XIA, M.; XI, Y. Surface properties studies of bivalve shell waste by the IGC technique: Probing its significant potential application in the polymer industry. **Journal of alloys and compounds**, v. 621, p. 389–395, 2015.

YAO, Z.; XIA, M.; LI, H.; CHEN, T.; YE, Y.; ZHENG, H. Bivalve shell: Not an abundant useless waste but a functional and versatile biomaterial. **Critical reviews in environmental science and technology**, v. 44, n. 22, p. 2502–2530, 2014.

YU, B.; HUANG, J.-C.; ZHOU, C.; HE, S.; ZHOU, W. Selenium removal by clam shells and gravels amended with cattail and reed litter. **The Science of the total environment**, v. 742, n. 140661, p. 140661, 2020.

6. CAPÍTULO 3 - ROTA TECNOLÓGICA DA MARISCAGEM E ALTERNATIVAS PARA O GERENCIAMENTO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS EM COMUNIDADES COSTEIRAS

6.1. Resumo:

A mariscagem artesanal desempenha papel essencial na subsistência de comunidades costeiras, especialmente em regiões com escassez de oportunidades formais de trabalho. No entanto, o beneficiamento dos mariscos, como o da espécie *Anomalocardia flexuosa*, gera grande volume de resíduos, sobretudo conchas descartadas inadequadamente, acarretando impactos ambientais relevantes. Este estudo teve como objetivo mapear a rota tecnológica da mariscagem na praia de Mangue Seco, em Igarassu (PE), e propor uma alternativa sustentável para o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados. Foram realizadas visitas de campo e observações sistemáticas, resultando na proposição de uma central de reciclagem voltada ao reaproveitamento das conchas como agregado na construção civil. A proposta considerou normas técnicas brasileiras, tecnologias acessíveis e o envolvimento comunitário por meio de cooperativas. A viabilidade da central foi avaliada por meio da matriz SWOT, que indicou pontos fortes como disponibilidade de matéria-prima e simplicidade tecnológica, além de oportunidades socioeconômicas. Conclui-se que a implantação de uma central de reciclagem de conchas de marisco pode promover benefícios ambientais, econômicos e sociais, consolidando-se como uma estratégia de economia circular em territórios vulneráveis.

Palavras-chaves: Conchas de moluscos; Reciclagem; Economia circular.

6.2. Introdução

Peixes e frutos do mar são importantes fontes de proteínas de fácil digestão, além de fornecerem nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e ácidos graxos benéficos à saúde humana (Mititelu et al., 2021). Entre esses alimentos, os mariscos se destacam por seu alto valor nutricional e baixo custo, o que tem impulsionado a elevação da demanda global por seu consumo (Choi et al., 2024). Esse aumento é refletido na participação crescente dos mariscos na dieta baseada em recursos aquáticos: em 1961, eles correspondiam a 14% do consumo mundial de alimentos de origem aquática, percentual que subiu para 26% em 2021 (FAO, 2024).

Entre os moluscos bivalves mais explorados pela pesca comercial, destacam-se os pertencentes à família Veneridae, com ênfase na espécie *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767), amplamente reconhecida por sua importância econômica e alimentar (Lima; Andrade;

Sousa, 2022). Essa espécie apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada nas Índias Ocidentais, no Brasil e no Uruguai. Seu hábitat é bastante diverso, incluindo enseadas, baías, desembocaduras de estuários, marismas e áreas de baixios não vegetados, onde vive enterrada em sedimentos predominantemente areno-lodosos (Lopes et al., 2022; Nascimento et al., 2022).

No Brasil, o estado de Pernambuco já ocupou posição de destaque na produção de *A. flexuosa*, com ênfase para a praia de Mangue Seco, no município de Igarassu, responsável por cerca de 50% das capturas da espécie no estado (Lima; Andrade; Gálvez, 2020). A região apresenta condições naturais favoráveis à mariscagem, resultado da formação de sítios geográficos propícios à atividade ao longo do tempo, o que contribui para a consolidação dessa prática como uma importante fonte de sustento local (Oliveira; Castilho; El-Deir, 2016).

Segundo Jesus et al. (2024), em contextos onde há escassez de oportunidades de emprego formal e bem remunerado, a pesca de mariscos surge como uma alternativa relevante de sustento para as comunidades locais. No entanto, o processo de beneficiamento do molusco gera um volume significativo de resíduos, uma vez que, segundo Lavander et al. (2011), o rendimento da carne de *A. flexuosa* na praia de Mangue Seco é de apenas 13,77%. As conchas são descartadas de forma inadequada em corpos d'água e terrenos baldios, contribuindo para a poluição de zonas pesqueiras costeiras e de recursos hídricos públicos. Além disso, a matéria orgânica residual aderida às conchas pode se decompor e liberar odores desagradáveis, afetando negativamente a paisagem natural, a qualidade ambiental e gerando riscos à saúde pública e ao saneamento (Seesanong et al., 2021).

As conchas de moluscos constituem uma fonte abundante de carbonato de cálcio (CaCO_3), mineral amplamente utilizado em diversas indústrias, como as de plásticos, borracha, construção civil, tintas, alimentos, cosméticos e farmacêutica, entre outras (De Pascale et al., 2024; Ehrlich et al., 2020). Devido às suas propriedades físico-químicas e propriedades ecológicas e biocompatíveis, o CaCO_3 extraído de conchas tem despertado crescente interesse na formulação de materiais inovadores (Lin et al., 2020). Quando apresentam mais de 95% de pureza, essas conchas podem ser aproveitadas comercialmente como alternativa viável às fontes minerais convencionais (Ehrlich et al., 2020). Contudo, a escassez de tecnologias de reaproveitamento adequadas, somada à falta de regulamentações específicas para descarte e reaproveitamento, tem resultado no acúmulo e descarte indiscriminado de conchas — frequentemente depositadas ou enterradas nas proximidades de praias e instalações de processamento de frutos do mar, causando impactos ambientais diversos (Cheng et al., 2023).

O aproveitamento integral das conchas de moluscos pode contribuir significativamente para a mitigação de impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado, além de representar uma fonte alternativa e de baixo custo de matéria-prima para diferentes cadeias produtivas. Essa abordagem sustentável alia conservação ambiental à geração de valor econômico, ao transformar resíduos em insumos úteis para diversos setores (Cheng et al., 2023).

Motolla et al. (2020) sugerem que, como alternativa para o problema do descarte inadequado dos resíduos, é fundamental promover a ressignificação das conchas, reconhecendo-as como um recurso com valor econômico. Além disso, destacam a importância de estabelecer canais de comunicação entre a comunidade pesqueira e empresários de setores que possam ter interesse na utilização desse material. Complementando essa visão, Jesus et al. (2024) ressaltam que a diversificação das fontes de renda contribui para a sustentabilidade econômica dos marisqueiros, ao mesmo tempo em que favorece a conservação ambiental, valoriza a cultura local e impulsiona a economia regional.

Além dos benefícios ambientais proporcionados pela reciclagem desses resíduos, essa prática pode gerar vantagens econômicas para os produtores, sejam eles industriais ou artesanais, ao se constituir em uma fonte complementar de renda. Essa iniciativa torna-se ainda mais relevante diante das condições sociais vulneráveis enfrentadas por muitas famílias de marisqueiros, frequentemente caracterizadas pela carência de acesso a serviços básicos como saúde e educação (de Santana; Aragão Júnior, 2023).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo mapear a rota tecnológica da mariscagem na praia de Mangue Seco, em Igarassu - PE e propor uma alternativa viável para o gerenciamento sustentável dos resíduos gerados pela atividade, visando à minimização de impactos ecológicos, à valorização de subprodutos e ao fortalecimento socioeconômico das populações envolvidas.

6.3. Material e Métodos

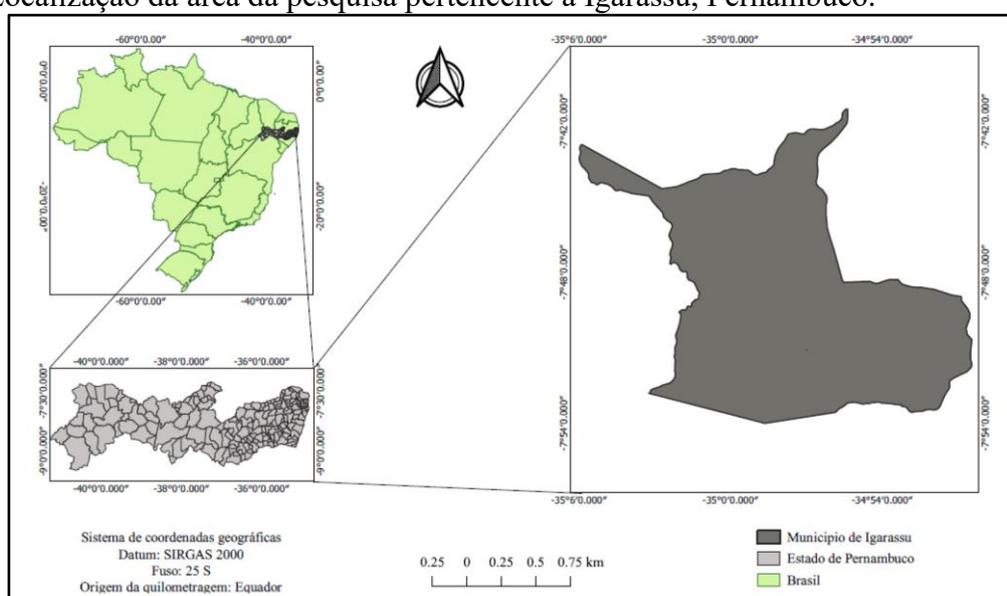
Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória, voltada à compreensão e aprimoramento do gerenciamento dos resíduos provenientes da atividade de mariscagem. Para o atingimento dos objetivos propostos, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

6.3.1. Área de estudo

O estado de Pernambuco já ocupou a posição de principal produtor nacional da espécie *Anomalocardia flexuosa*, destacando-se, em especial, a praia de Mangue Seco, no município de

Igarassu, responsável por aproximadamente 50% das capturas realizadas no estado (Lima, Andrade & Gálvez, 2020). Sendo assim, a pesquisa foi realizada no município de Igarassu, estado de Pernambuco, com foco na praia de Mangue Seco, localizada na Região Metropolitana do Recife, no litoral norte do estado. O município ocupa uma área de 306,879 km², situado a uma latitude de 7°83'41" e longitude de 34°90'63" (IBGE, 2021; Igarassu, 2015). A escolha da área justifica-se pela expressividade da atividade de mariscagem artesanal, tradicionalmente praticada por comunidades locais, e pela ausência de um sistema estruturado para o manejo dos resíduos gerados.

Figura 1 - Localização da área da pesquisa pertencente à Igarassu, Pernambuco.



Fonte: Cunha (2020).

6.3.2. Mapeamento da rota tecnológica atual

Foram realizadas visitas à campo de caráter exploratório no período de setembro de 2023 a outubro de 2024. Nessas visitas, foram observadas sistematicamente as etapas da mariscagem, com foco na geração, separação, descarte e possível reaproveitamento dos resíduos.

A partir dos dados levantados, foi elaborado um fluxograma descritivo da rota tecnológica adotada atualmente para o descarte dos resíduos da mariscagem. Com esse mapeamento, foi possível identificar os pontos críticos, verificar falhas ou lacunas na gestão dos resíduos.

6.3.3. Proposição do modelo de central de reciclagem

Com base nos dados levantados, elaborou-se uma proposta técnico-conceitual de central de reciclagem de resíduos da mariscagem, incluindo as tecnologias envolvidas na

reciclagem do resíduo e os potenciais produtos resultantes da reciclagem. Ao final, foram estabelecidas algumas alternativas para a gestão operacional dessa central de reciclagem com base nas normas NBR 10004 que trata da classificação dos resíduos sólidos (ABNT, 2004), NBR 11174 que dispõe sobre o armazenamento de resíduos classe II não inertes e III inertes (ABNT, 1990) e a NBR 13221 que trata sobre o transporte terrestre de resíduos (ABNT, 2003).

A viabilidade da proposta foi avaliada por meio da matriz SWOT, ferramenta de diagnóstico estratégico que identifica os fatores internos (Forças e Fraquezas) e externos (Oportunidades e Ameaças), considerando aspectos sociais, técnicos, ambientais e econômicos (Holanda; Bezerra; Lorena; Santos, 2017). Com o intuito de obter sugestões para aprimoramento da matriz, foi importante a consulta a especialistas da área. Sendo assim, foram consultados engenheiros ambientais e professores que estudam sobre o tema para apresentação da proposta e discussão sobre os elementos da matriz SWOT. A participação desses especialistas foi fundamental para garantir a consistência técnica da análise, uma vez que sua expertise contribuiu para a identificação mais precisa dos pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças relacionados à proposta. Além disso, a escuta qualificada permitiu incorporar diferentes perspectivas, enriquecendo o processo de avaliação estratégica e aumentando a robustez dos resultados.

6.3.4. Mapeamento da nova rota tecnológica

A partir da implementação hipotética da central de reciclagem proposta, foi elaborado um novo fluxograma da rota tecnológica, contemplando as mudanças esperadas no processo de gerenciamento de resíduos.

6.4. Resultados e Discussão

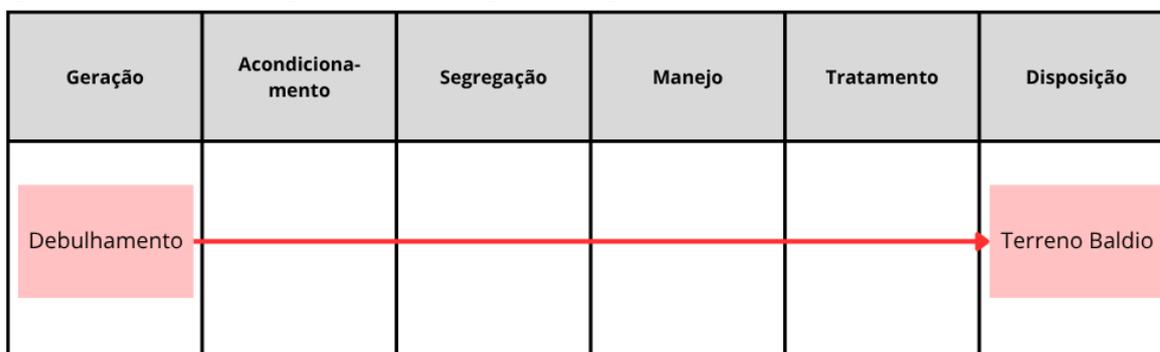
A atividade de mariscagem na praia de Mangue Seco começa pela catação do marisco no horário da maré baixa, com o uso de ferramentas como o puçá. Após a coleta, os mariscos são acondicionados em sacos tubulares do tipo *mesh bag*, geralmente reutilizados da agricultura (como os utilizados no transporte de cenoura e cebola), com capacidade aproximada de 50 kg. Em seguida, são transportados até o local de debulhamento, etapa na qual ocorre a separação da carne em relação à concha. É nessa fase que se dá a maior parte do descarte de resíduos constituídos pelas conchas do marisco.

Parte dos marisqueiros fazem o debulhamento do marisco na praia e parte levam para suas casas para realizar o beneficiamento. No acompanhamento das atividades dos marisqueiros que realizavam o beneficiamento na praia, foi observado que estes descartam os resíduos na própria praia a céu aberto sem qualquer acondicionamento, segregação, manejo ou tratamento

desse resíduo.

O mapeamento da rota tecnológica atual dos resíduos da mariscagem em Igarassu/PE está exposto na Figura 2. É possível observar falhas no gerenciamento desse resíduo no município em relação à falta de disposição correta o que leva ao acúmulo de conchas nas praias. De acordo com a Lei 12305/2010, as conchas de marisco se enquadram como resíduo sólido urbano, pois é originário da limpeza urbana. Sendo assim, é de responsabilidade da prefeitura do município o correto gerenciamento deste resíduo. Alguns marisqueiros relataram que a prefeitura realiza a coleta das conchas de forma aleatória, sem frequência definida. Dessa forma, é percebida a falha da prefeitura do município no gerenciamento do resíduo, o que acaba por causar grande impacto ambiental na região.

Figura 2 - Rota tecnológica da mariscagem em Igarassu/PE.



Fonte: Adaptado de Lima (2022)

A Lei 12305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que, dentre os diversos princípios e diretrizes que estabelece, destaca-se o reconhecimento dos resíduos recicláveis ou reutilizáveis como bens econômicos e de valor social, capazes de gerar trabalho, renda e promover a cidadania, além de contribuir para a erradicação dos lixões (Brasil, 2010). A legislação determina a obrigatoriedade da coleta seletiva como componente essencial para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos nos municípios (Jucá et al., 2014). Ademais, a PNRS define uma hierarquia de prioridades na gestão dos resíduos sólidos, que inclui: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada. Esta última refere-se ao encaminhamento exclusivo dos rejeitos aos aterros sanitários, apenas quando esgotadas todas as alternativas economicamente viáveis de tratamento ou recuperação (Brasil, 2010).

A reciclagem das conchas de marisco já é amplamente discutida na pesquisa mundial. Em estudos como os de Tong et al. (2017), Yu et al. (2020), Romar-Gasalla et al. (2016) e Akin Sahbaz, Dandil e Acikgoz (2021) é relatado o uso de conchas já compradas comercialmente em

lojas agrícolas, indicando que provavelmente essa reciclagem já ocorra em outros países em escala industrial. Pesquisas como a de Lieberman et al. (2018) e Teles (2025) demonstram o potencial do uso da concha de bivalves como substituto parcial de agregados em concretos e cimentos, onde seu uso necessita apenas da trituração e peneiramento dessa concha, o que demonstra um potencial de reciclagem mais simples. A pesquisa de Caldas (2018) viabilizou também a incorporação dos resíduos de conchas provenientes da mariscagem em Igarassu/PE na produção de blocos vazados de concreto. O tratamento das conchas descritas na pesquisa também consistia somente na trituração e peneiramento das conchas.

A partir dos estudos citados, foi adotado um modelo de central de reciclagem de conchas de marisco com o objetivo de trituração e peneiramento do resíduo para aplicação na construção civil como agregado na fabricação de concreto para produção de blocos. Esse agregado resultante pode ser vendido para empresas ou também ser utilizado pela própria prefeitura de Igarassu/PE em obras públicas do município como a fabricação de pavers para calçamento da orla, por exemplo.

De acordo com Ji *et al.* (2019), a concha do molusco tem a propriedade de não toxicidade. Da mesma forma, a Instrução Normativa nº 13 do IBAMA (2012), que estabelece a "Lista Brasileira de Resíduos Sólidos", classifica os resíduos oriundos da atividade pesqueira como não perigosos. Especificamente, são listados no Capítulo 02, Subcapítulo 02, Resíduo 03, que trata de materiais impróprios para consumo ou processamento. Sendo assim, este pode se assemelhar a resíduos classificados como resíduo inerte classe II B pela NBR 10004. A partir dessa classificação, a primeira etapa para a reciclagem das conchas de marisco parte da segregação e acondicionamento do resíduo. A NBR 11174 recomenda o armazenamento de resíduos não perigosos inertes em containers e/ou tambores, em tanques e a granel. Sendo assim, recomenda-se o uso de caçambas estacionárias de 5m³ que podem ser distribuídas nos locais de debulhamento do marisco para acondicionamento do resíduo. As caçambas devem ser identificadas de acordo com o tipo de resíduo assim como especificado pela norma.

A partir das visitas realizadas in-loco, observou-se que cada marisqueiro produz, em média, 8 kg de carne de marisco por dia. O processo de beneficiamento do molusco gera um volume expressivo de resíduos. Segundo Lavander et al. (2011), o rendimento da carne de *Anomalocardia flexuosa* na praia de Mangue Seco é de apenas 13,77%. Com base nessa taxa de aproveitamento e na produção diária informada pelos participantes, estima-se que cerca de 50 kg de conchas sejam descartadas por trabalhador a cada jornada de coleta. Considerando o total de marisqueiros representados neste estudo, isso representa, em média, o descarte de

aproximadamente 3.250 kg de conchas por dia na praia de Mangue Seco. Uma caçamba estacionária de 5m³ pode comportar, em média, até 8 toneladas de resíduos (Acesso Central, 2025). Considerando que sejam distribuídas três caçambas na praia para coleta das conchas de marisco, a coleta pode acontecer de forma semanal.

Para transporte dos resíduos, as caçambas devem ser protegidas de intempéries e estar devidamente protegida para evitar o seu espalhamento em via pública, assim como é determinado na NBR 13221. Para isso, é recomendado o uso de lona para fechamento da caçamba para transporte por meio de um caminhão poliguindaste até a central de reciclagem das conchas de marisco.

Na etapa de tratamento, as conchas podem ser trituradas com uso de uma máquina forrageira, por exemplo, onde podem ser acopladas peneiras com diferentes granulometrias para produção de agregados de diferentes tamanhos. Após esse processo, o produto já pode ser comercializado para fábricas de blocos pré-moldados de concreto.

A análise SWOT da proposta de implementação da central de reciclagem de resíduos da mariscagem está apresentada no Quadro 1. A avaliação se mostrou bastante promissora, especialmente para comunidades como a da praia de Mangue Seco. Um dos principais pontos positivos é a abundância das conchas, que são descartadas todos os dias e poderiam ser transformadas em um material útil, como agregado para a construção civil. Além disso, o processo de reciclagem é simples, usando tecnologias acessíveis como a trituração e peneiramento, e pode gerar emprego, renda e valorização para os marisqueiros locais. Por outro lado, também foram identificados desafios importantes devido à carência da comunidade de infraestrutura adequada e de capacitação técnica para lidar com esse tipo de iniciativa. Falta apoio institucional e políticas públicas específicas, o que pode dificultar o início do projeto e pode haver certa resistência por parte da população, acostumada com práticas tradicionais de descarte. Mesmo assim, há muitas oportunidades a serem aproveitadas, pois a sociedade está cada vez mais interessada em soluções sustentáveis e projetos de economia circular. Existem possibilidades reais de parcerias com universidades, empresas e órgãos públicos, além de editais de fomento que podem ajudar a financiar a proposta. A ideia de criar cooperativas locais também aparece como uma forma inteligente de garantir que o projeto seja gerido pela própria comunidade, promovendo autonomia e inclusão social. Por fim, vale lembrar que há ameaças externas, como mudanças políticas, dificuldades logísticas e a concorrência com materiais convencionais no mercado da construção civil. Mas essas ameaças podem ser enfrentadas com planejamento, sensibilização da comunidade e apoio institucional.

Quadro 1 - Análise SWOT da implementação da central de reciclagem de resíduos de mariscagem.

Forças	Fraquezas
Matéria-prima abundante e disponível localmente.	Falta de infraestrutura inicial para coleta e beneficiamento dos resíduos.
Tecnologia de tratamento simples.	Baixa capacitação técnica da comunidade para gestão de empreendimentos.
Classificação legal como resíduo inerte, o que facilita o manuseio.	Ausência de políticas públicas locais específicas para apoio à reciclagem desse tipo de resíduo.
Potencial de geração de emprego e renda para a comunidade local.	Necessidade de investimentos iniciais em equipamentos e transporte.
Aplicações diversas do produto reciclado na construção civil.	Possível resistência inicial da comunidade à mudança de práticas tradicionais de descarte.
Oportunidades	Ameaças
Interesse crescente por práticas sustentáveis e economia circular.	Instabilidade nas políticas ambientais e de resíduos sólidos.
Possibilidade de parcerias com universidades, setor privado e órgãos públicos.	Concorrência com materiais convencionais mais consolidados no mercado da construção civil.
Incentivos fiscais e editais de fomento à inovação e reciclagem.	Falta de continuidade política e administrativa nas gestões municipais.
Expansão da iniciativa para outras regiões costeiras com atividades semelhantes.	Custos logísticos elevados caso não haja organização eficiente da coleta e transporte dos resíduos.
Criação de cooperativas ou associações formais para gestão autônoma do projeto.	Percepção negativa da população sobre o uso de resíduos na construção civil, exigindo ações de sensibilização.

Fonte: Autor (2025)

A Figura 3 mostra como seria a nova rota tecnológica do resíduo considerando a adoção da central de reciclagem das conchas de marisco. Pode-se perceber que o potencial de reciclagem do resíduo de conchas de marisco pode levar ao seu descarte adequado através de processos simples como os descritos e que poderiam já ser adotados atualmente. O modelo traz uma proposta mais sustentável da atividade de mariscagem na região.

Figura 3 - Rota tecnológica da mariscagem considerando a reciclagem do resíduo.



Fonte: Adaptado de Lima (2022)

Um dos princípios fundamentais considerados na definição da rota tecnológica é a integração entre as tecnologias adotadas, aliada à inserção das cooperativas e/ou associações de

catadores na cadeia de valorização dos resíduos (Pimentel et al., 2020). Segundo Souza, Fuss, Varella e Lima (2016), o modelo brasileiro de cooperativas populares têm apresentado resultados positivos como alternativa para a geração de trabalho e renda, além de promover a inclusão social de grupos vulneráveis, caracterizados por baixos níveis de escolaridade e qualificação técnica. Dessa forma, é recomendado que seja estabelecida uma cooperativa de marisqueiros, semelhante às cooperativas adotadas na reciclagem de resíduos sólidos urbanos, para a gestão da central de reciclagem de conchas de marisco como uma forma de implementação da renda, trazendo benefícios não só ao meio ambiente, mas também à sociedade.

6.5. Conclusões

O presente estudo evidenciou a relevância de se mapear a rota tecnológica da mariscagem em comunidades costeiras, como forma de compreender e propor soluções sustentáveis para o manejo dos resíduos sólidos gerados por essa atividade tradicional. A análise da situação atual na praia de Mangue Seco, em Igarassu/PE, demonstrou que o descarte inadequado das conchas de *Anomalocardia flexuosa* representa um passivo ambiental significativo, além de uma oportunidade não explorada de geração de valor socioeconômico.

A partir do diagnóstico realizado, foi proposta uma central de reciclagem com base em tecnologias acessíveis e regulamentações técnicas vigentes, capaz de transformar os resíduos de conchas em agregados para a construção civil. A implementação dessa proposta pode viabilizar uma nova rota tecnológica mais eficiente e ambientalmente correta, reduzindo os impactos negativos da disposição inadequada, promovendo a economia circular e fortalecendo a autonomia das comunidades envolvidas.

Além disso, a articulação com cooperativas de marisqueiros surge como um eixo estratégico para a gestão da central, estimulando a organização social, a geração de trabalho e renda e a valorização dos saberes locais. Assim, este trabalho contribui não apenas para o debate técnico sobre a gestão de resíduos da mariscagem, mas também para o fortalecimento de políticas públicas que conciliam desenvolvimento sustentável, inclusão social e conservação ambiental nas zonas costeiras brasileiras.

Diante dos resultados obtidos e das possibilidades identificadas, recomenda-se a realização de estudos futuros voltados à elaboração de um projeto técnico detalhado da central de reciclagem de conchas de marisco. Essas pesquisas deverão contemplar aspectos operacionais, logísticos, ambientais e econômicos, incluindo análises de viabilidade financeira,

estudos de mercado para os produtos gerados, dimensionamento dos equipamentos necessários e definição de fluxos operacionais. A consolidação desse projeto poderá subsidiar a captação de recursos junto a instituições públicas e privadas, viabilizando a implementação efetiva da proposta e fortalecendo o modelo de gestão sustentável dos resíduos da mariscagem em comunidades costeiras. É recomendado também estudos mais aprofundados acerca da caracterização das conchas de marisco com base nas normas vigentes.

6.6. Referências

ACESSO CENTRAL. Guia Completo de Locação de Caçambas: Evite Contratempos em Sua Obra. Disponível em: <<https://centrallocacoes.com.br/guia-completo-de-locacao-de-cacambas-evite-contratempos-em-sua-obra/>>. Acesso em: 4/7/2025.

AKIN SAHBAZ, D.; DANDIL, S.; ACIKGOZ, C. Adsorption of reactive blue 49 onto cross-linked chitosan-based composites containing waste mussel shell and waste active sludge char. **Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research**, v. 83, n. 3, p. 715–726, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2166/wst.2021.008>>.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 02 de ago. 2010.

CALDAS, A. A. Uso de conchas de marisco na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 5, p. 248–257, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.005.0022>>.

CHENG, M.; LIU, M.; CHANG, L.; et al. Overview of structure, function and integrated utilization of marine shell. **The Science of the total environment**, v. 870, n. 161950, p. 161950, 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161950>>.

CHOI, S. H.; LEE, J.-H.; YOO, J.; et al. Toward transformation of bivalve shell wastes into high value-added and sustainable products in South Korea: A review. **Journal of industrial and engineering chemistry**, v. 129, p. 38–52, 2024. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2023.08.032>>.

CUNHA, Ana Luíza Xavier. **Reciclagem dos Rejeitos da Atividade de Mariscagem**: uso na indústria de blocos pré-moldados de concreto. 2020. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

DE PASCALE, B.; TARSI, G.; TATARANNI, P.; SANGIORGI, C. Potential application of waste bivalve shells as recycled filler in porous asphalt concrete through rheo-mechanical analysis. **Resources, conservation, and recycling**, v. 209, n. 107830, p. 107830, 2024. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107830>>.

EHRlich, H.; MARTINOVIĆ, R.; JOKSIMOVIĆ, D.; et al. Conchixes: organic scaffolds which resemble the size and shapes of mollusks shells, their isolation and potential multifunctional applications. **Applied physics. A, Materials science & processing**, v. 126, n.

7, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00339-020-03728-7>>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2024**. Roma: Editorial Group - FAO, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cd0683en>.

HOLANDA, R. M. DE; BEZERRA, A. P. X. DE G.; LORENA, E. M. G.; SANTOS, Í. G. S. DOS. **Ferramentas da Qualidade Aplicadas à Gestão Ambiental**. Editora Universitária da Ufrpe, 2017.

IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa nº 13/2012. Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, 18 de dezembro de 2012. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=128945>. Acesso em: 04 ago. 2025.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Igarassu-PE, Produto interno bruto dos municípios – 2021. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=260680&idtema=152&search=pernambuco|igarassu|produto-interno-bruto-dos-municipios-2013>>. Acesso em: 22 out. 2023.

IGARASSU. Lei Municipal no 2.629 de 28 de dezembro de 2015. Institui o Plano Diretor do Município de Igarassu. Diário Oficial dos Municípios, 2015.

DE JESUS, P. P.; CÂMARA, A. M. DE M.; LEAL, M. M.; et al. Traditional knowledge and socioeconomic aspects of small-scale bivalve fishing on the Amazon coast: A case study of *Iphigenia brasiliensis* on the Island of Maranhão. **Marine policy**, v. 163, n. 106076, p. 106076, 2024. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106076>>.

JUCÁ, José Fernando; LIMA, José Dantas de; LIMA, Danuza Andrade; MARIANO, Maria; LUCENA, Luciana Figueiredo Lopes; FIRMO, Alessandra Lee Barbosa. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboatão dos Guararapes: Ccs Gráfica Editora Ltda, 2014. 184 p.

LAVANDER, H. D.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. M.; et al. Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista brasileira de ciencias agrarias/Brazilian journal of agricultural sciences**, v. 6, n. 2, p. 344–350, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1139>>.

LIEBERMAN, R. N.; KNOP, Y.; IZQUIERDO, M.; et al. Potential of hazardous waste encapsulation in concrete with coal fly ash and bivalve shells. **Journal of cleaner production**, v. 185, p. 870–881, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.079>>.

LIMA, S. A. DE O.; ANDRADE, H. A.; GÁLVEZ, A. O. Selectivity of a fishing gear used in the catch of *Anomalocardia flexuosa* in the Northeast of Brazil. **Ciencia rural**, v. 50, n. 8, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20191022>>.

LIMA, S. A. DE O.; ANDRADE, H. A.; SOUSA, R. G. C. Rainfall effects on *Anomalocardia flexuosa* densities on the northeastern Brazilian coast using distributed lag models. **Boletim do Instituto de Pesca São Paulo**, v. 48, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e703>>.

LIMA, Iara Lícia Pereira. **Inovação nas rotas tecnológicas para a implantação da ecologia industrial e economia circular no setor têxtil do agreste de Pernambuco**: estudo de preceitos para a sustentabilidade setorial. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

LIN, P.-Y.; WU, H.-M.; HSIEH, S.-L.; et al. Preparation of vaterite calcium carbonate granules from discarded oyster shells as an adsorbent for heavy metal ions removal. **Chemosphere**, v. 254, p. 126903, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126903>>.

LOPES, R. P.; RITTER, M. DO N.; BARBOZA, E. G.; et al. The influence of coastal evolution on the paleobiogeography of the bivalve *Anomalocardia flexuosa* (Linné, 1767) along the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of South American earth sciences**, v. 113, n. 103662, p. 103662, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103662>>.

MITITELU, M.; STANCIU, G.; DRĂGĂNESCU, D.; et al. Mussel shells, a valuable calcium resource for the pharmaceutical industry. **Marine drugs**, v. 20, n. 1, p. 25, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/md20010025>>.

MOTTOLA, L. S. M.; SCHORK, G.; RODRIGUES FERREIRA PINO, J.; ROMERO, R. DE M.; ARAUJO, D. DE M. Conhecimento local e pesca de maçunim (*Anomalocardia flexuosa*) no sistema estuarino-lagunar do Roteiro, Alagoas - Brasil. **Gaia scientia**, v. 14, n. 3, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.52220>>.

NASCIMENTO, N. G. DO; SILVA, G. D. DE V.; SILVA, G. A. DE V.; MAIA, R. C. Aspectos da dinâmica populacional de *Anomalocardia* brasileira: subsídios para a pesca sustentável no Litoral Oeste do Ceará, Brasil. **Ciência animal brasileira**, v. 23, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v23e-72781p>>.

OLIVEIRA, B. M. C.; CASTILHO, C.; EL-DEIR, S. G. Por uma gestão ambiental integrada na mariscagem pernambucana. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 5, n. 1, p. 160–183, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistamseu/article/view/229896>>. Acesso em: 30/6/2025.

ROMAR-GASALLA, A.; RIVAS-PÉREZ, I. M.; PARADELO-NÚÑEZ, R.; et al. Phosphorus retention on forest and vineyard soil samples, mussel shell, pine-sawdust, and on pyritic, granitic and waste materials. **Geoderma**, v. 280, p. 8–13, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.06.003>>.

DE SANTANA, R. F.; JÚNIOR, W. R. A. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA MARISCAGEM E DA MARICULTURA: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA COM META-ANÁLISE. **HOLOS - ISSN 1807-1600**, v. 4, n. 39, 2023. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10110>>. Acesso em:

30/6/2025.

SEESANONG, S.; BOONCHOM, B.; CHAISEEDA, K.; BOONMEE, W.; LAOHAVISUTI, N. Conversion of bivalve shells to monocalcium and tricalcium phosphates: An approach to recycle seafood wastes. **Materials**, v. 14, n. 16, p. 4395, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/ma14164395>>.

TELES, Isaac Pereira. **Uso da concha de moluscos bivalves: aproveitamento na indústria da construção civil**. 2025. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2025.

TONG, S.; STOCKS, J. L.; RODRIGUEZ-GONZALEZ, L. C.; FENG, C.; ERGAS, S. J. Effect of oyster shell medium and organic substrate on the performance of a particulate pyrite autotrophic denitrification (PPAD) process. **Bioresource technology**, v. 244, n. Pt 1, p. 296–303, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.109>>.

YU, B.; HUANG, J.-C.; ZHOU, C.; HE, S.; ZHOU, W. Selenium removal by clam shells and gravels amended with cattail and reed litter. **The Science of the total environment**, v. 742, n. 140661, p. 140661, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140661>>.

7. CONCLUSÕES GERAIS

A análise da atividade laboral dos marisqueiros na praia de Mangue Seco, em Igarassu-PE, evidenciou o uso de instrumentos de captura com baixa seletividade, o que tem contribuído significativamente para a sobre-exploração da espécie *Anomalocardia flexuosa*. A ausência de estratégias adequadas de manejo sustentável acentua esse cenário, podendo, a longo prazo, comprometer a sobrevivência da espécie na região. Além disso, foram observadas condições insalubres tanto na etapa de coleta quanto no beneficiamento do marisco, colocando em risco a saúde e a segurança dos trabalhadores, além de afetar negativamente a qualidade sanitária do produto final, exigindo, portanto, a adoção urgente de boas práticas higiênico-sanitárias.

Outro ponto crítico refere-se ao descarte desordenado das conchas provenientes do processamento do marisco, que tem resultado no acúmulo expressivo de resíduos no ambiente. Estima-se, com base nos dados obtidos nas entrevistas, que são descartados cerca de 3.250 kg de conchas por dia na região, geralmente em praias, terrenos baldios ou junto ao lixo comum, sem qualquer forma de reaproveitamento. Esse descarte inadequado pode desencadear impactos ambientais severos, como o assoreamento de manguezais, a degradação da vegetação costeira e a proliferação de vetores de doenças.

A partir da revisão sistemática com meta-análise, constatou-se que os resíduos de conchas de moluscos bivalves apresentam elevado potencial como matéria-prima estratégica em diferentes setores industriais. As principais aplicações identificadas foram nos segmentos de tratamento de efluentes, construção civil e purificação de água, sendo as conchas de ostra e mexilhão as mais recorrentes nos estudos analisados. Cerca de 59% das pesquisas utilizaram técnicas de reaproveitamento de baixa demanda energética, sem a necessidade de calcinação, o que reforça a viabilidade de adoção de tecnologias mais acessíveis e sustentáveis. A análise bibliométrica também revelou um crescimento no interesse científico pelo tema, especialmente após 2020, com destaque para países com forte atuação em maricultura, como China e Espanha. Termos como recycling, calcium carbonate e adsorption foram predominantes, refletindo as principais tendências em pesquisa e indicando a valorização de resíduos biológicos como ferramenta para a promoção da economia circular.

O mapeamento da rota tecnológica da mariscagem nas comunidades costeiras mostrou que o descarte ineficiente das conchas de *A. flexuosa* configura um passivo ambiental relevante, mas também representa uma oportunidade ainda subaproveitada para agregar valor socioeconômico à atividade. A proposta de criação de uma central de reciclagem de resíduos da mariscagem se apresenta como alternativa viável e ambientalmente adequada, capaz de

transformar esse resíduo em insumo útil, promover a economia circular e minimizar os danos ambientais. A gestão dessa central, se articulada com cooperativas locais de marisqueiros, pode potencializar a organização social, ampliar as oportunidades de geração de renda e valorizar os conhecimentos tradicionais dessas comunidades. Dessa forma, este estudo contribui não apenas para o aprimoramento técnico da gestão de resíduos da mariscagem, mas também para o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, à inclusão social e à proteção dos ecossistemas costeiros brasileiros.

REFERÊNCIAS

ABREMA -Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024. ABREMA, 2024.

ACESSO CENTRAL. Guia Completo de Locação de Caçambas: Evite Contratempos em Sua Obra. Disponível em: <<https://centrallocacoes.com.br/guia-completo-de-locacao-de-cacambas-evite-contratempos-em-sua-obra/>>. Acesso em: 4/7/2025.

AKIN SAHBAZ, D.; DANDIL, S.; ACIKGOZ, C. Adsorption of reactive blue 49 onto cross-linked chitosan-based composites containing waste mussel shell and waste active sludge char. **Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research**, v. 83, n. 3, p. 715–726, 2021.

ARUN, J.; GOPINATH, K. P.; SUNDARRAJAN, P.; MALOLAN, R.; ADITHYA, S.; SAI JAYARAMAN, R.; SRINIVAASAN AJAY, P. Hydrothermal liquefaction of *Scenedesmus obliquus* using a novel catalyst derived from clam shells: Solid residue as catalyst for hydrogen production. **Bioresource technology**, v. 310, n. 123443, p. 123443, 2020.

BALDIM, Márcia Letícia Loureiro Salomão; GUEDES, Luiz Carlos Vieira; CAMARINI, Gladis. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS:: possibilidades para o desenvolvimento sustentável urbano. **Profanações**, [S.I.], v. 7, n. 2, p. 6-25, nov. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 maio 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17661.htm. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. **Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 02 de ago. 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Previdência, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br>. Acesso em: 06/05/2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana de Saúde. **Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde. Série A: normas e manuais técnicos**, n.114. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRUZACA, David N.A.; JUSTINO, Anne K.s.; MOTA, Géssica C.P.; COSTA, Gelcirene A.; LUCENA-FRÉDOU, Flávia; GÁLVEZ, Alfredo O.. Occurrence of microplastics in bivalve molluscs *Anomalocardia flexuosa* captured in Pernambuco, Northeast Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [S.L.], v. 179, p. 1-6, jun. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113659>.

CALDAS, A. A. Uso de conchas de marisco na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 5, p. 248–257, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.005.0022>>.

CAROSCIO, L.; DE PASCALE, B.; TATARANNI, P.; CHIAVETTA, C.; LANTIERI, C.; BONOLI, A. Preliminary study on the application of waste bivalve shells as biofiller for the production of asphalt concrete. **Cleaner engineering and technology**, v. 20, n. 100743, p. 100743, 2024.

CARRAL, L.; LAMAS-GALDO, M. I.; BUENHOMBRE, J. L. M.; BARROS, J. J. C.; NAYA, S.; TARRIO-SAAVEDRA, J. Application of residuals from purification of bivalve molluscs in Galician to facilitate marine ecosystem resiliency through artificial reefs with shells - One generation. **The Science of the total environment**, v. 856, n. Pt 1, p. 159095, 2023.

CHENG, M. *et al.* Overview of structure, function and integrated utilization of marine shell. **The Science of the total environment**, v. 870, n. 161950, p. 161950, 2023.

CHOI, S. H.; LEE, J.-H.; YOO, J.; HYEON PARK, J.; BAE, J.-S.; YOUNG PARK, C. Toward transformation of bivalve shell wastes into high value-added and sustainable products in South Korea: A review. **Journal of industrial and engineering chemistry**, v. 129, p. 38–52, 2024.

CIDREIRA-NETO, Ivo Raposo Gonçalves; FRAGOSO, Marília Lacerda Barbosa; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves. Pesca artesanal do marisco no litoral paraibano: relações socioambientais e tecnologias sociais. **Revista de Geografia**, v. 36, n. 1, p. 97–109, 2019.

CONDE-CID, M.; FERREIRA-COELHO, G.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; ÁLVAREZ-ESMORÍS, C.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; NÚÑEZ-DELGADO, A.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E. Competitive adsorption/desorption of tetracycline, oxytetracycline and chlortetracycline on pine bark, oak ash and mussel shell. **Journal of environmental management**, v. 250, n. 109509, p. 109509, 2019.

CUNHA, Ana Luíza Xavier; LIMA, Vera Lúcia Antunes de; HOLANDA, Romildo Morant de; *et al.* Avaliação dos impactos ambientais da atividade marisqueira no município de Igarassu - PE. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 5, p. e14738, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.54033/cadpedv22n5-093>.

CUNHA, Ana Luíza Xavier. **Reciclagem dos Rejeitos da Atividade de Mariscagem**: uso na indústria de blocos pré-moldados de concreto. 2020. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

DA SILVA MOURÃO, José; BARACHO, Rossyenne Lopez; DE FARIA LOPES, Sergio; *et al.* The harvesting process and fisheries production of the venus clam *Anomalocardia flexuosa* in a Brazilian extractive reserve, with implications for gender-sensitive management. **Ocean & coastal management**, v. 213, n. 105878, p. 105878, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105878>.

DA SILVA MOURÃO, José; BARACHO, Rossyenne Lopez; MARTEL, Guy; *et al.* Local ecological knowledge of shellfish collectors in an extractivist reserve, Northeast Brazil: implications for co-management. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 8, p. 1977–1997, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-020-04226-w>.

DE JESUS, Paulo Protasio; CÂMARA, Ana Melissa de Moraes; LEAL, Moisés Meireles; *et al.* Traditional knowledge and socioeconomic aspects of small-scale bivalve fishing on the Amazon coast: A case study of *Iphigenia brasiliensis* on the Island of Maranhão. **Marine policy**, v. 163, n. 106076, p. 106076, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106076>.

DE MORAES CÂMARA, Ana Melissa; DE JESUS, Paulo Protasio; PEREIRA, Leuzanira Furtado; *et al.* O EXTRATIVISMO DO SURURU *Mytella strigata* (Hanley, 1843) E A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE COMUNIDADES TRADICIONAIS EM ESTUÁRIOS AMAZÔNICOS DO BRASIL. **Revista Unimar Ciências**, 2023.

DE OLIVEIRA LIMA GOMES, Jéssica; DE MELO, Alberto Soares; DE FARIA LOPES, Sérgio; *et al.* Techniques for catching the shellfish *Anomalocardia flexuosa* in a tropical estuary in northeast Brazil. **Human ecology: an interdisciplinary journal**, v. 47, n. 6, p. 931–939, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-019-00119-2>.

DE PASCALE, B.; TARSI, G.; TATARANNI, P.; SANGIORGI, C. Potential application of waste bivalve shells as recycled filler in porous asphalt concrete through rheo-mechanical analysis. **Resources, conservation, and recycling**, v. 209, n. 107830, p. 107830, 2024.
DE SANTANA, Rhaldney Felipe; JÚNIOR, Wilson Ramos Aragão. Aproveitamento de resíduos da mariscagem de da maricultura: revisão sistemática da literatura com meta-análise. **HOLOS**, v. 4, n. 39, 2023.

DETHO, A.; DAUD, Z.; ROSLI, M. A.; AWANG, H. Reduction of COD and ammoniacal nitrogen from stabilized landfill leachate by using green mussel and zeolite as composite adsorbent. **Journal of the Air & Waste Management Association (1995)**, v. 72, n. 1, p. 69–75, 2022.

DILORETO, Z. A.; WEBER, P. A.; OLDS, W.; POPE, J.; TRUMM, D.; CHAGANTI, S. R.; HEATH, D. D.; WEISENER, C. G. Novel cost effective full scale mussel shell bioreactors for metal removal and acid neutralization. **Journal of environmental management**, v. 183, n. Pt 3, p. 601–612, 2016.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of business research**, v. 133, p. 285–296, 2021.

ECHEVERRIA, C.; PAHLEVANI, F.; GAIKWAD, V.; SAHAJWALLA, V. The effect of microstructure, filler load and surface adhesion of marine bio-fillers, in the performance of Hybrid Wood-Polypropylene Particulate Bio-composite. **Journal of cleaner production**, v. 154, p. 284–294, 2017.

EHRlich, H.; MARTINOVIĆ, R.; JOKSIMOVIĆ, D.; PETRENKO, I.; SCHIAPARELLI, S.; WYSOKOWSKI, M.; TSURKAN, D.; STELLING, A. L.; SPRINGER, A.; GELINSKY, M.; JOKSIMOVIĆ, A. Conchixes: organic scaffolds which resemble the size and shapes of mollusks shells, their isolation and potential multifunctional applications. **Applied physics. A, Materials science & processing**, v. 126, n. 7, 2020.

ELGARAHY, A. M.; ELWAKEEL, K. Z.; MOHAMMAD, S. H.; ELSHOUBAKY, G. A. Multifunctional eco-friendly sorbent based on marine brown algae and bivalve shells for subsequent uptake of Congo red dye and copper(II) ions. **Journal of environmental chemical engineering**, v. 8, n. 4, p. 103915, 2020.

FAGUNDES, Tainã Fabiane da Silva; SILVA, Lucineide Balbino da. Potencial uso dos resíduos de conchas de moluscos: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e43011326614, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26614>.

FAN, L.; ZHANG, S.; ZHANG, X.; ZHOU, H.; LU, Z.; WANG, S. Removal of arsenic from simulation wastewater using nano-iron/oyster shell composites. **Journal of environmental management**, v. 156, p. 109–114, 2015.

FERRAZ, E.; GAMELAS, J. A. F.; COROADO, J.; MONTEIRO, C.; ROCHA, F. Recycling waste seashells to produce calcitic lime: Characterization and wet slaking reactivity. **Waste and biomass valorization**, v. 10, n. 8, p. 2397–2414, 2019.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The state of world fisheries and aquaculture 2024**. Roma: Editorial Group - FAO, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.4060/cd0683en>.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

GONZÁLEZ-CHANG, M.; BOYER, S.; CREASY, G. L.; LEFORT, M.-C.; WRATTEN, S. D. Mussel shell mulch can increase vineyard sustainability by changing scarab pest behaviour. **Agronomy for sustainable development**, v. 37, n. 5, 2017.

GOOD, J. F.; O’SULLIVAN, A. D.; WICKE, D.; COCHRANE, T. A. PH buffering in stormwater infiltration systems—sustainable contaminant removal with waste mussel shells. **Water, air, and soil pollution**, v. 225, n. 3, 2014.

GUERTLER, Cristhiane; SPECK, Giselle Mari; MANNRICH, Giuliano; *et al.* Occupational health and safety management in Oyster culture. **Aquaculture Engineering**, v. 70, p. 63–72, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.11.002>.

HANNAN, F.; ISLAM, F.; HUANG, Q.; FAROOQ, M. A.; AYYAZ, A.; FANG, R.; ALI, B.; XIE, X.; ZHOU, W. Interactive effects of biochar and mussel shell activated concoctions on immobilization of nickel and their amelioration on the growth of rapeseed in contaminated aged soil. **Chemosphere**, v. 282, n. 130897, p. 130897, 2021.

HENRIQUE, DIOGO C.; HENRIQUE, DANIELY C.; SOLANO, J. R. S.; BARBOSA, V. T.; SILVA, A. O. S.; DORNELAS, C. B.; DUARTE, J. L. S.; MEILI, L. Calcined Mytella falcata shells as a source for CaAl/LDH production: Synthesis and characterization. **Colloids and surfaces. A, Physicochemical and engineering aspects**, v. 644, n. 128752, p. 128752, 2022.

HOLANDA, R. M. DE; BEZERRA, A. P. X. DE G.; LORENA, E. M. G.; SANTOS, Í. G. S. DOS. **Ferramentas da Qualidade Aplicadas à Gestão Ambiental**. Editora Universitária da Ufrpe, 2017.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Igarassu-PE, Produto interno bruto dos municípios – 2021. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=260680&idtema=152&search=pernambuco|igarassu|produto-interno-bruto-dos-municipios-2013>>. Acesso em: 22 out. 2023.

IGARASSU. Lei Municipal no 2.629 de 28 de dezembro de 2015. Institui o Plano Diretor do Município de Igarassu. Diário Oficial dos Municípios, 2015.

IPIRANGA, Juciane Araujo; ABREU, Larissa Paz de; DIAS, Ester dos Reis; *et al.* Riscos ambientais e ergonômicos nas atividades de coleta e extração de mariscos no nordeste paraense. **Natural Resources**, v. 10, n. 2, p. 55–67, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2237-9290.2020.002.0008>.

JI, L.; SONG, W.; WEI, D.; JIANG, D.; CAI, L.; WANG, Y.; GUO, J.; ZHANG, H. Modified mussel shell powder for microalgae immobilization to remove N and P from eutrophic wastewater. **Bioresource technology**, v. 284, p. 36–42, 2019.

JUCÁ, José Fernando; LIMA, José Dantas de; LIMA, Danuza Andrade; MARIANO, Maria; LUCENA, Luciana Figueiredo Lopes; FIRMO, Alessandra Lee Barbosa. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboação dos Guararapes: Ccs Gráfica Editora Ltda, 2014. 184 p.

KIM, T.; KIM, D.; JEON, J.; SON, Y. Improvement of desalinization performance in reclaimed land through recycling of bottom ash and oyster shells. **Paddy and water environment**, v. 19, n. 3, p. 529–538, 2021.

LAVANDER, H. D.; OLIVEIRA, L. C.; OLIVEIRA, R. M.; *et al.* Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de Pernambuco, Brasil. **Revista**

brasileira de ciencias agrarias/Brazilian journal of agricultural sciences, v. 6, n. 2, p. 344–350, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1139>.

LIEBERMAN, R. N.; KNOP, Y.; IZQUIERDO, M.; PALMEROLA, N. M.; ROSA, J. DE LA; COHEN, H.; MUÑOZ-QUIRÓS, C.; CORDOBA, P.; QUEROL, X. Potential of hazardous waste encapsulation in concrete with coal fly ash and bivalve shells. **Journal of cleaner production**, v. 185, p. 870–881, 2018.

LIMA, Iara Lícia Pereira. **Inovação nas rotas tecnológicas para a implantação da ecologia industrial e economia circular no setor têxtil do agreste de Pernambuco**: estudo de preceitos para a sustentabilidade setorial. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

LIMA, Severino Adriano de Oliveira; ANDRADE, Humber Agrelli; GÁLVEZ, Alfredo Olivera. Selectivity of a fishing gear used in the catch of *Anomalocardia flexuosa* in the Northeast of Brazil. **Ciencia rural**, v. 50, n. 8, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20191022>.

LIMA, Severino Adriano de Oliveira; ANDRADE, Humber Agrelli; SOUSA, Raniere Garcez Costa. Rainfall effects on *Anomalocardia flexuosa* densities on the northeastern Brazilian coast using distributed lag models. **Boletim do Instituto de Pesca São Paulo**, v. 48, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305/bip.2022.48.e703>.

LIN, P.-Y.; WU, H.-M.; HSIEH, S.-L.; LI, J.-S.; DONG, C.; CHEN, C.-W.; HSIEH, S. Preparation of vaterite calcium carbonate granules from discarded oyster shells as an adsorbent for heavy metal ions removal. **Chemosphere**, v. 254, p. 126903, 2020.

LIU, H.-Y.; CHEN, S. Building a low-cost domestic wastewater reclamation system using local agricultural waste in Kinmen islands, Taiwan. **Paddy and water environment**, v. 15, n. 4, p. 809–819, 2017.

LOPES, Renato Pereira; RITTER, Matias do Nascimento; BARBOZA, Eduardo Guimarães; *et al.* The influence of coastal evolution on the paleobiogeography of the bivalve *Anomalocardia flexuosa* (Linné, 1767) along the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of South American earth sciences**, v. 113, n. 103662, p. 103662, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103662>.

LUKWAMBE, B.; NICHOLAUS, R.; ZHAO, L.; YANG, W.; ZHU, J.; ZHENG, Z. Microbial community and interspecies interaction during grazing of ark shell bivalve (*Scapharca subcrenata*) in a full-scale bioremediation system of mariculture effluents. **Marine environmental research**, v. 158, n. 104956, p. 104956, 2020.

MAIELLO, Antonella; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; VALLE, Tatiana Freitas. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 24-51, jan. 2018. Fap UNIFESP.

MANIAM, G. P.; HINDRYAWATI, N.; NURFITRI, I.; MANAF, I. S. A.; RAMACHANDRAN, N.; RAHIM, M. H. A. Utilization of waste fat from catfish (*Pangasius*) in methyl esters preparation using CaO derived from waste marine barnacle and bivalve clam

as solid catalysts. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 49, p. 58–66, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla**: manual de gestão. Brasília: MMA, 2006. 88 p.

MITITELU, M.; STANCIU, G.; DRĂGĂNESCU, D.; IONIȚĂ, A. C.; NEACȘU, S. M.; DINU, M.; STEFAN-VAN STADEN, R.-I.; MOROȘAN, E. Mussel shells, a valuable calcium resource for the pharmaceutical industry. **Marine drugs**, v. 20, n. 1, p. 25, 2021.
MOHAGHEGHIAN, A.; VAHIDI-KOLUR, R.; POURMOHSENI, M.; YANG, J.-K.;

SHIRZAD-SIBONI, M. Application of scallop shell-Fe₃O₄ nano-composite for the removal azo dye from aqueous solutions. **Water, air, and soil pollution**, v. 226, n. 9, 2015.

MOLLUSCABASE. **World register of marine species** – *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791). 2023. Disponível em:
<<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=420930>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MOTTOLA, Leticia Salua Maraschin; SCHORK, Gianfrancisco; PINO, Jotahi Rodrigues Ferreira; *et al.* Conhecimento local e pesca de maçunim (*Anomalocardia flexuosa*) no sistema estuarino-lagunar do Roteiro, Alagoas - Brasil. **Gaia scientia**, v. 14, n. 3, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.52220>.

NASCIMENTO, Natália Gomes do; SILVA, Grasielle Dayse de Vasconcelos; SILVA, Giselle Adayllana de Vasconcelos; *et al.* Aspectos da dinâmica populacional de *Anomalocardia brasiliana*: subsídios para a pesca sustentável no Litoral Oeste do Ceará, Brasil. **Ciência animal brasileira**, v. 23, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v23e-72781p>.

NGUYEN, T. A. H.; NGO, H. H.; GUO, W. S.; NGUYEN, T. T.; *et al.* White hard clam (*Meretrix lyrata*) shells as novel filter media to augment the phosphorus removal from wastewater. **The Science of the total environment**, v. 741, n. 140483, p. 140483, 2020.

NGUYEN, T. A. H.; NGO, H. H.; GUO, W. S.; NGUYEN, T. H. H.; SODA, S.; VU, N. D.; BUI, T. K. A.; VO, T. D. H.; BUI, X. T.; NGUYEN, T. T.; PHAM, T. T. White hard clam (*Meretrix lyrata*) shells media to improve phosphorus removal in lab-scale horizontal sub-surface flow constructed wetlands: Performance, removal pathways, and lifespan. **Bioresource technology**, v. 312, n. 123602, p. 123602, 2020.

NIJU, S.; MEERA SHERIFFA BEGUM, K. M.; ANANTHARAMAN, N. Enhancement of biodiesel synthesis over highly active CaO derived from natural white bivalve clam shell. **Arabian journal of chemistry**, v. 9, n. 5, p. 633–639, 2016.

NIJU, S.; NIYAS, M.; SHERIFFA BEGUM, K. M. M.; ANANTHARAMAN, N. KF-impregnated clam shells for biodiesel production and its effect on a diesel engine performance and emission characteristics. **Environmental progress & sustainable energy**, v. 34, n. 4, p. 1166–1173, 2015.

OLIVEIRA, Bruno Marcel Carneval; CASTILHO, C.; EL-DEIR, S. G. Por uma gestão ambiental integrada na mariscagem pernambucana. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 5, n. 1, p. 160–183, 2016.

OLIVEIRA, J. D.; ANDRADE, E. DE J.; MELO E SOUZA, R. Aspectos Socioeconômicos da Mariscagem para as Comunidades Mem de Sá e Tinharé, Rio Vaza-Barris, Sergipe. **Fronteiras Journal of Social Technological and Environmental Science**, v. 9, n. 1, p. 380–403, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p380-403>>.

PAI, S.; KINI, M. S.; RANGASAMY, G.; SELVARAJ, R. Mesoporous calcium hydroxide nanoparticle synthesis from waste bivalve clamshells and evaluation of its adsorptive potential for the removal of Acid Blue 113 dye. **Chemosphere**, v. 313, n. 137476, p. 137476, 2023.

PECEÑO, B.; ARENAS, C.; ALONSO-FARIÑAS, B.; LEIVA, C. Substitution of coarse aggregates with mollusk-shell waste in acoustic-absorbing concrete. **Journal of materials in civil engineering**, v. 31, n. 6, p. 04019077, 2019.

PERNAMBUCO. Decreto nº 24.017, de 7 de fevereiro de 2002. **Aprova o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro - ZEEC do Litoral Norte do Estado de Pernambuco, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Recife, PE, 8 fev. 2002. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=11215&tipo=TEXTORIGINAL>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PERNAMBUCO. Lei nº 14.258, de 23 de setembro de 2010. **Institui a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Recife, PE, 23 fev. 2010. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14258&complemento=0&ano=2010&tipo=&url=>. Acesso em: 31 jul. 2025.

PIMENTEL, Cristine Helena Limeira; NÓBREGA, Claudia Coutinho; JUCÁ, José Fernando Thomé; PIMENTEL, Ubiratan Henrique Oliveira; MARTINS, Wanessa Alves. A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 7063-7088, fev. 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n2-126>.

POPOVIĆ, Natalija Topić; LORENCIN, Vanesa; STRUNJAK-PEROVIĆ, Ivančica; *et al.* Shell waste management and utilization: Mitigating organic pollution and enhancing sustainability. **Applied sciences (Basel, Switzerland)**, v. 13, n. 1, p. 623, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/app13010623>.

POURANG, N.; REZAEI, M. Biosorption of copper from aqueous environment by three aquatics-based sorbents: A comparison of the relative effect of seven important parameters. **Bioresource technology reports**, v. 15, n. 100718, p. 100718, 2021.

PRIHANTO, A.; MURYANTO, S.; ISMAIL, R.; JAMARI, J.; BAYUSENO, A. P. Practical insights into the recycling of green mussel shells (*Perna Viridis*) for the production of precipitated calcium carbonate. **Environmental technology**, v. 45, n. 2, p. 235–245, 2024.

QUEIROZ, T. DA C.; YOKOYAMA, L. Q.; DIAS, G. M. Does the incorporation of shell waste from aquaculture in the construction of marine facilities affect the structure of the

marine sessile community? **Marine environmental research**, v. 198, n. 106484, p. 106484, 2024.

QUINTÁNS-FONDO, A.; FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E.; NÚÑEZ-DELGADO, A. As(V) sorption/desorption on different waste materials and soil samples. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 7, 2017.

RODRIGUES, Allyssandra Maria Lima; BORGES-AZEVEDO, Celicina Maria; HENRY-SILVA, Gustavo Gonzaga. Aspectos da biologia e ecologia do molusco bivalve *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 377-383, dez. 2010.

ROMAR-GASALLA, A.; RIVAS-PÉREZ, I. M.; PARADELO-NÚÑEZ, R.; NÓVOA-MUÑOZ, J. C.; ARIAS-ESTÉVEZ, M.; FERNÁNDEZ-SANJURJO, M. J.; ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, E.; NÚÑEZ-DELGADO, A. Phosphorus retention on forest and vineyard soil samples, mussel shell, pine-sawdust, and on pyritic, granitic and waste materials. **Geoderma**, v. 280, p. 8–13, 2016.

SANTIAGO, Cristine Diniz; MAROTTI, Ana Cristina Bagatini; PUGLIESI, Erica; GONÇALVES, Juliano Costa. Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas após um decênio de sua promulgação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 152-177, 24 ago. 2023. Universidade Federal do Paraná.
<http://dx.doi.org/10.5380/dma.v62i0.81833>.

SEESANONG, S.; BOONCHOM, B.; CHAISEEDA, K.; BOONMEE, W.; LAOHAVISUTI, N. Conversion of bivalve shells to monocalcium and tricalcium phosphates: An approach to recycle seafood wastes. **Materials**, v. 14, n. 16, p. 4395, 2021.

SHRESTHA, Sharad; SHRESTHA, Bipna; BYGVRAA, Despena Andrioti; *et al.* Risk assessment in artisanal fisheries in developing countries: A systematic review. **American journal of preventive medicine**, v. 62, n. 4, p. e255–e264, 2022. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2021.08.031>.

SILVA, Rafaela Almeida da; NERY, Adriana Alves; PENA, Paulo Gilvane Lopes; *et al.* Sintomas musculoesqueléticos em catadoras de marisco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6369000020819>.

SIMARD, N. S. M.; MILITZ, T. A.; KINCH, J.; SOUTHGATE, P. C. Consumption of mollusks and potential utilization of resulting shell wastes for shellcraft within a pacific islands context. **Human ecology: an interdisciplinary journal**, v. 51, n. 6, p. 1057–1069, 2023.

SOUZA, Marcelo Alves de; FUSS, Maryegli; VARELLA, Cinthia Versiani Scott; LIMA, Francisco de Paula Antunes. Lixo Zero: por uma rota tecnológica alinhada às diretrizes da política nacional de resíduos sólidos. In: BRUNA CRISTINA JAQUETTO PEREIRA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea (org.). **Catadores de Materiais Recicláveis: um encontro nacional**. Rio de Janeiro: [S.I.], 2016. Cap. 18. p. 377-406.

SRIVASTAVA, P.K.; KULSHRESHTHA, K.; MOHANTY, C.s.; PUSHANGADAN, P.; SINGH, A.. Stakeholder-based SWOT analysis for successful municipal solid waste management in Lucknow, India. **Waste Management**, [S.L.], v. 25, n. 5, p. 531-537, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2004.08.010>.

SUMMA, Daniela; LANZONI, Mattia; CASTALDELLI, Giuseppe; FANO, Elisa Anna; TAMBURINI, Elena. Trends and Opportunities of Bivalve Shells' Waste Valorization in a Prospect of Circular Blue Bioeconomy. **Resources**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 48, 13 maio 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/resources11050048>.

TAKABE, Y.; IDA, K. Simultaneous phosphorus precipitation and sludge thickening by electrolysis with an anode covered by bivalve shells. **Water research**, v. 247, n. 120789, p. 120789, 2023.

TELES, Isaac Pereira. **Uso da concha de moluscos bivalves: aproveitamento na indústria da construção civil**. 2025. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2025.

THIND, J.; MCDOUGALL, D. R.; JONES, M. I.; JEFFS, A. G. Preliminary laboratory investigations into zinc and copper adsorption by crushed bivalve shells. **Water, air, and soil pollution**, v. 233, n. 8, 2022.

TIBURCIO, Rebeca Galhardo; DE AZEVEDO, Daniel Inácio Peixoto Domingues; MARINHO, Bruna Laiza Silva; *et al.* Uso de equipamentos de proteção individual por manipuladores de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição. **HU Revista**, v. 46, p. 1–8, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34019/1982-8047.2020.v46.30175>.

TONG, S.; STOCKS, J. L.; RODRIGUEZ-GONZALEZ, L. C.; FENG, C.; ERGAS, S. J. Effect of oyster shell medium and organic substrate on the performance of a particulate pyrite autotrophic denitrification (PPAD) process. **Bioresource technology**, v. 244, n. Pt 1, p. 296–303, 2017.

TUAN-ANH NGUYENA, T.-A.; NHANA, C.-H.; LEA, M.-V.; HUYNHA, P.-H. K.; PHUNGB, T. K.; TRANC, A. V. Fixed Bed Column Studies for the Adsorption of Cadmium onto Cockle Shell (*Anadara Granosa*) Powder. **Chemical Engineering Transactions**, v. 83, p. 259–264, 2021.

WOO, H.-E.; JEONG, I.; KIM, J.-O.; KIM, Y.-R.; LEE, I.-C.; KIM, K. Field experiments on chemical and biological changes of thin-layer oyster shells capping sediments in dense aquaculture area. **Environmental research**, v. 237, n. Pt 1, p. 116893, 2023.

YAO, Z.; GE, L.; JI, X.; TANG, J.; XIA, M.; XI, Y. Surface properties studies of bivalve shell waste by the IGC technique: Probing its significant potential application in the polymer industry. **Journal of alloys and compounds**, v. 621, p. 389–395, 2015.

YAO, Z.; XIA, M.; LI, H.; CHEN, T.; YE, Y.; ZHENG, H. Bivalve shell: Not an abundant useless waste but a functional and versatile biomaterial. **Critical reviews in environmental science and technology**, v. 44, n. 22, p. 2502–2530, 2014.

YU, B.; HUANG, J.-C.; ZHOU, C.; HE, S.; ZHOU, W. Selenium removal by clam shells and gravels amended with cattail and reed litter. **The Science of the total environment**, v. 742, n. 140661, p. 140661, 2020.