



**Transformando Resíduos em Recursos na Amazônia:  
Desenvolvimento de Biopolímeros a partir de Carapaças de  
Camarão**

**Transforming Waste into Resources in the Amazon:  
Development of Biopolymers from Shrimp Shells**

**Transformando Residuos en Recursos en la Amazonía:  
Desarrollo de Biopolímeros a partir de Cáscaras de Camarón**

**Natália Eduarda da Silva**

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE

Instituição: Instituto Federal do Amapá (IFAP)

Endereço: Rodovia Duca Serra, 1133, Fonte Nova, Santana – AP, Brasil

E-mail: natalia.silva@ifap.edu.br

**Anna Evellyn Feitosa Barreto**

Graduada Técnico de Nível Médio em Química

Instituição: Instituto Federal do Amapá (IFAP)

Endereço: Rodovia BR 210 KM 3, s/n – bairro Brasil Novo, Macapá, AP,  
Brasil, CEP: 68909-398

E-mail: annaevellynfeitosadasilva@gmail.com

**Izabel Silva da Silva**

Graduada Técnico de Nível Médio em Química

Instituição: Instituto Federal do Amapá (IFAP)

Endereço: Rodovia BR 210 KM 3, s/n – bairro Brasil Novo, Macapá, AP,  
Brasil, CEP: 68909-398

E-mail: izabelsilvaap@gmail.com

**Lanaya Cristina Tavares dos Santos**

Graduada Técnica de Nível Médio em Química

Instituição: Instituto Federal do Amapá (IFAP)

Endereço: Rodovia BR 210 KM 3, s/n – bairro Brasil Novo, Macapá, AP,  
Brasil, CEP: 68909-398

E-mail: lanayacristina@gmail.com

**Jefferson Romáryo Duarte da Luz**

Doutor em Ciências da Saúde

Instituição: Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)

Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 02, Jardim Marco Zero, Macapá -  
AP, Brasil, CEP 68903-419

E-mail: jefferson.luz@ueap.edu.br



### **Gabriel Araujo da Silva**

Doutor em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos  
Instituição: Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Laboratório de Química Orgânica e Bioquímica - Campus I.  
Endereço: Avenida Presidente Getúlio Vargas, Central, CEP: 68900070, Macapá, AP – Brasil  
E-mail: gabriel.silva@ueap.edu.br

### **RESUMO**

O uso de plásticos convencionais causa sérios problemas ambientais devido à sua dificuldade de decomposição, impactando negativamente o ecossistema. Diante disso, cresce a busca por alternativas sustentáveis, como o aproveitamento de resíduos, entre eles as cascas de camarão, que se mostram uma solução promissora. As cascas das espécies *Macrobrachium amazonicum* e *Farfantepenaeus brasiliensis*, abundantes na região Norte do Brasil, são ricas em quitosana, um biopolímero biodegradável e de fonte renovável, viável como substituto dos plásticos tradicionais. Este trabalho tem como objetivo a produção de biopolímeros a partir de cascas de camarões do estado do Amapá, focando na obtenção de quitosana e em suas possíveis aplicações. A metodologia envolve pré-tratamento das cascas e processos químicos para obtenção do biopolímero. Os resultados indicam que os biopolímeros produzidos apresentam propriedades adequadas para substituir os plásticos convencionais, contribuindo para a sustentabilidade. A análise da biodegradabilidade e das propriedades mecânicas é essencial para confirmar sua aplicação em diversas áreas.

**Palavras-chave:** bioplásticos, camarão, sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

The use of conventional plastics causes serious environmental problems due to their difficulty in decomposition, negatively impacting the ecosystem. In response, the search for sustainable alternatives has increased, such as the use of waste materials, including shrimp shells, which prove to be a promising solution. The shells of the species *Macrobrachium amazonicum* and *Farfantepenaeus brasiliensis*, abundant in the Northern region of Brazil, are rich in chitosan, a biodegradable biopolymer from a renewable source, viable as a substitute for traditional plastics. This study aims to produce biopolymers from shrimp shells in the state of Amapá, focusing on the extraction of chitosan and its potential applications. The methodology involves the pretreatment of the shells and chemical processes for obtaining the biopolymer. The results indicate that the produced biopolymers have properties suitable to replace conventional plastics, contributing to sustainability. The analysis of biodegradability and mechanical properties is essential to confirm their application in various fields.

**Keywords:** bioplastics, shrimp, sustainability.



## RESUMEN

El uso de plásticos convencionales causa graves problemas ambientales debido a su dificultad de descomposición, lo que impacta negativamente el ecosistema. En respuesta, ha aumentado la búsqueda de alternativas sostenibles, como el aprovechamiento de residuos, entre ellos las cáscaras de camarón, que se presentan como una solución prometedora. Las cáscaras de las especies *Macrobrachium amazonicum* y *Farfantepenaeus brasiliensis*, abundantes en la región Norte de Brasil, son ricas en quitosano, un biopolímero biodegradable y de fuente renovable, viable como sustituto de los plásticos tradicionales. Este trabajo tiene como objetivo la producción de biopolímeros a partir de cáscaras de camarón del estado de Amapá, centrándose en la obtención de quitosano y sus posibles aplicaciones. La metodología involucra el pretratamiento de las cáscaras y procesos químicos para la obtención del biopolímero. Los resultados indican que los biopolímeros producidos tienen propiedades adecuadas para sustituir los plásticos convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad. El análisis de la biodegradabilidad y las propiedades mecánicas es esencial para confirmar su aplicación en diversas áreas.

**Palabras clave:** bioplásticos, camarón, sostenibilidad.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o consumo de plásticos tradicionais aumentou significativamente, contribuindo para a intensificação da poluição ambiental. Esses materiais apresentam alta resistência à degradação, causando sérios impactos ao ecossistema. Paralelamente, resíduos da indústria pesqueira, como as carapaças de camarão, e subprodutos agrícolas, como a goma de tapioca extraída da mandioca, também são descartados de forma inadequada, agravando o problema ambiental.

Diante desse cenário, cresce a urgência por soluções sustentáveis que reduzam a dependência dos plásticos convencionais. Biopolímeros produzidos a partir de resíduos orgânicos surgem como alternativas promissoras. A escolha desse tema se justifica pela necessidade de mitigar os danos causados pelos plásticos ao meio ambiente e pela possibilidade de transformar resíduos regionais em materiais úteis, promovendo o desenvolvimento socioeconômico local.

Este trabalho tem como objetivo produzir biopolímeros a partir de



carapaças de camarão e goma de tapioca, avaliando suas propriedades e viabilidade como substitutos de plásticos, especialmente no setor de embalagens. Ao unir sustentabilidade ambiental e valorização de resíduos, a pesquisa busca contribuir para um futuro mais sustentável e para a geração de oportunidades econômicas nas regiões produtoras.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 IMPACTO DOS PLÁSTICOS

A degradação de plástico sintético pode levar até 500 anos. A "degradação" destes plásticos gera plásticos menores, que apesar de não sendo evidente, se acumulam nos ecossistemas em grandes quantidades. Os polímeros biodegradáveis são materiais plásticos com semelhantes propriedades, mas com um tempo de degradação menor, o que poderia ser utilizada para compensar esse problema (Mariano-torres *et al.*, 2015). Estudos organizados pela Agência de Conservação Oceânica (Tough, 2007) indicam que as sacolas plásticas representam 5,4% do lixo coletado, são o oitavo item mais comum encontrado e o primeiro da lista dentre os resíduos perigosos.

### 2.2 BIOPOLÍMEROS

São polímeros que se degradam com menos tempo do que os polímeros sintéticos, devido ação de microorganismos, e possuem propriedades semelhantes entre si. Os polímeros biodegradáveis podem ser derivados de fontes naturais renováveis. Algumas vantagens dos polímeros biodegradáveis seriam a produção em escala industrial, (Medeiros; Lima 2020). Estes polímeros possuem boa resistência mecânica e baixa toxicidade, o tempo de degradação é outra vantagem deste tipo de material, pois é mais rápido em comparação com os plásticos tradicionais (Fechini, 2013).



A quitina é um polímero natural com estrutura cristalina altamente organizada, insolúvel em soluções aquosas, e a maioria dos seus solventes são orgânicos com baixa reatividade química. Além disso, é o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Casteleijn et al., 2018).

Dessa forma, a quitosana é um polissacarídeo amplamente encontrado em fontes renováveis, como exoesqueletos de crustáceos, insetos e paredes celulares de fungos. O vasto interesse na produção destes produtos está associado ao grande potencial de aplicação em diversas áreas (Jabeen et al., 2021).

### 2.3 GOMA DE TAPIOCA

A tapioca é um produto amiláceo produzido do processamento da raiz de mandioca com grânulos irregulares, poliédricos ou esféricos que tenha no máximo 15% de umidade, além disso a partir deste produto é possível obter a goma da tapioca (Andrade, 2023).

Devido ao seu baixo custo e alta disponibilidade, o amido tem sido bastante estudado no sentido de ser modificado ou misturado com outras substâncias químicas para melhoramento de sua processabilidade, formando uma diversa gama de produtos (Belloli, 2010).

A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes.

As moléculas de amilose em solução, devido à sua linearidade, tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para que se formem ligações de hidrogênio entre hidroxilas de polímeros adjacentes.

### 2.3 RESÍDUOS DE CAMARÃO

O camarão *Macrobrachium amazonicum* é uma espécie nativa da região norte do Brasil, é capaz de resistir durante um longo período a situações



adversas do meio ambiente como aumento da temperatura, redução do oxigênio e altos teores de salinidade (Martins, 1977).

O *Farfantepenaeus brasiliensis* trata-se de uma espécie estuarina/marinha, vivendo em fundos de lama e areia com lama, em profundidades de até 365 m, mas sendo mais comum na faixa de 45 – 65 m (Dantas-Filho et al., 2024).

O descarte desses resíduos representa um sério problema para a indústria, em virtude de serem de difícil disposição e fácil deterioração, quando não são devidamente manipulados, assim interferindo nos custos e na eficiência da produção, além de promover a poluição ambiental devido um material com elevada carga orgânica que pode econômica e social. (Oliveira, 2018).

Atualmente, toda quitina produzida comercialmente é obtida a partir de carapaças de caranguejos e cascas de camarões, oriundos de resíduos da indústria de processamentos desses crustáceos enquanto alimentos (Antonino, 2007).

Biopolímeros como a quitosana são considerados alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais devido à sua biodegradabilidade e à utilização de fontes renováveis em sua produção. As propriedades da quitosana a tornam uma alternativa biodegradável aos plásticos sintéticos (Priyadarshi, 2020).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para desenvolvimento do bioplástico foi necessário o isolamento da quitosana, que se dá a partir da quitina, que se baseou pela metodologia de Assis (2008), com adaptações, os camarões foram coletados de feiras locais e também de restaurantes do município de Macapá-AP.

O pré-tratamento foram utilizados 400 g de exoesqueletos, lavados em água corrente e submetidos à fervura em água a 100 °C por cerca de 2 horas, mantendo-se o volume constante. Em seguida, os exoesqueletos foram secos



em estufa a 60 °C por 24 horas. Após a secagem, o material foi moído mecanicamente e peneirado.

A desmineralização, aproximadamente 90,02 g do material seco e moído foram tratados com 1 litro de solução aquosa de HCl 1M. A mistura foi mantida à temperatura ambiente, sob agitação, por 2 horas para favorecer a interação com o material. Em seguida, o pó desmineralizado foi filtrado, lavado com água corrente até o filtrado atingir neutralidade e, por fim, seco em estufa a 60 °C.

A desproteíntização o material desmineralizado e seco foi suspenso em 1 litro de solução aquosa de NaOH a 15% (v/m), sendo a mistura aquecida a 65 °C e mantida sob agitação por 3 horas para acelerar a reação. Após esse processo, o material foi filtrado, lavado com água corrente até atingir neutralidade e, em seguida, novamente seco conforme descrito anteriormente.

A despigmentação utilizou um sistema de extração tipo Soxhlet com etanol por 2 horas, obtendo-se a quitina.

Para a transformação em quitosana a quitina foi dissolvida em solução aquosa de NaOH a 40% (v/m), com adição de 1 g de ácido ascórbico. A mistura foi aquecida a 130 °C, sob agitação constante, por 2 horas. Após esse processo, o material foi filtrado e lavado com água corrente até o filtrado atingir neutralidade, seguido de uma lavagem com metanol e secagem à temperatura ambiente.

Para obtenção do biopolímero a quitosana foi triturada até a obtenção de partículas finas e dissolvida em ácido acético, distribuída em três béqueres de 500 mL. A preparação do biopolímero envolveu a dissolução da quitosana em ácido acético, com adição de 10g de goma de tapioca e 5ml de glicerina, agitada com 150ml de água destilada em béqueres aquecidos de 20° a 40°C, durante 40 minutos. Em seguida, as soluções foram despejadas uniformemente em vidros de relógio e submetidas à secagem em estufa a 40 °C por 24 horas.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 PRÉ-TRATAMENTO DAS CARAPAÇAS

A moagem e peneiração resultaram em partículas menores que 0,5 mm, com maior área superficial, o que favorece a reatividade química nas etapas seguintes da extração da quitina.

A análise visual e granulométrica confirmou a uniformidade do material. A massa inicial de 400 g foi reduzida para 90,02 g após o pré-tratamento, resultando em um rendimento de 22,50%, indicando a eficiência do processo na remoção de impurezas e água. Essa etapa é crucial, pois resíduos orgânicos e inorgânicos podem comprometer a qualidade do produto final e sua aplicação como biopolímero, (Rinaudo, 2006).

### 4.2 DESMINERALIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Os tratamentos de desmineralização (figura 1 e 2) variam de acordo com o grau de mineralização de cada camada, tempo de extração, temperatura, tamanho de partícula, concentração de ácido e relação soluto/solvente (Roberts, 1992).

Figura 1. Amostras na etapa da desmineralização



Fonte: Autoral, 2024



Figura 2. Amostras na estufa



Fonte: Autoral, 2024

Antes do tratamento, as carapaças apresentavam cerca de 90,02g de cinzas, reduzidas para 54,61g após o uso de HCl, resultando em um rendimento de 60,66%. Isso indica que o tratamento foi eficaz na remoção de minerais, especialmente carbonato de cálcio, obtendo uma quitina mais pura, conforme esperado, justificando a redução de massa, pois o mesmo ocorreu em espécies de *Litopenaeus Vannamei* e *Xiphopenaeus kroyeri* (Synowiecki; Alkhateeb, 2003; Lima, 2022).

### 4.3 DESPROTEINIZAÇÃO DA QUITINA

A desproteínização da quitina (Figura 3), resultando em significativa remoção das proteínas presentes nas carapaças. O tratamento alcalino promoveu a quebra das ligações peptídicas, solubilizando as proteínas e facilitando sua remoção nas lavagens subsequentes, houve redução da massa de 90,02 g para 59,61 g, com rendimento de 66,22%, indicando a eficiência do processo.



Figura 3. Etapa de desproteinização



Fonte: Autoral, 2024

Análises químicas comprovaram a redução das proteínas residuais, indicando que o método utilizado foi eficaz na obtenção de quitina de alta pureza. Isso está em concordância com estudos anteriores que validam o uso do NaOH como agente desproteinante. Porém, é fundamental controlar rigorosamente a temperatura e o tempo de reação para evitar a degradação da quitina, como alertado por Marcedo et al. (2022). Também foram necessárias lavagens adequadas para remover totalmente o NaOH e não prejudicar etapas posteriores, como a produção de bioplásticos.

#### 4.4 DESPIGMENTAÇÃO DA QUITINA

O experimento obteve a massa de 51,92g com redução de massa atribuída à umidade no papel de filtro. O método Soxhlet (figura 4) é eficiente e simples, mas exige cuidado na escolha do solvente e no controle da temperatura para evitar perdas e degradação, como alertam Benhabiles et al. (2012) e Giordano et al. (2018). Os resultados confirmam a viabilidade do processo para obtenção de quitina pura.



Figura 4 Amostras na etapa de despigmentação



Fonte: Autoral, 2024

#### 4.5 TRANSFORMAÇÃO DA QUITINA EM QUITOSANA

A obtenção da quitosana foi realizada em triplicata, com a dissolução da quitina em solução de NaOH a 40% (v/m) e ácido ascórbico, em três erlenmeyers (E1, E2 e E3). A mistura foi aquecida a 115°C por 6 horas com agitação (Figura 5), o material foi submetido à filtração e lavado até atingir pH neutro e posteriormente seco em estufa a 30°C por 24 horas.

Figura 5. Amostras na etapa da transformação de quitina em quitosana



Fonte: Autoral, 2024

As massas de E1, E2, e E3, foram respectivamente 61,32g, 51,92g e 61,35g, totalizando 174,59 g da massa inicial utilizada em cada erlenmeyer, correspondente a 67,12g da quantidade total de quitina convertida em quitosana. Estes rendimentos demonstram que por ser um polímero natural a massa molecular de diferentes amostras de quitosana é variada. Dependendo da procedência da amostra e dos tipos de tratamento que foram empregados para sua obtenção muitos valores de massa molecular podem ser obtidos (Khan et al., 2002).



#### 4.6 FORMAÇÃO DO BIOPOLÍMERO A PARTIR DA QUITOSANA

A formação de Biopolímeros (figura 6) a partir da quitosana utilizou diferentes aditivos para modificar as propriedades dos filmes, como a goma de tapioca, empregada como agente de reforço. A escolha dos materiais na formulação é fundamental, pois influencia as interações entre os componentes, afetando as propriedades de barreira e mecânicas dos filmes (Baldwin e Carriedo, 1994).

Os resultados indicaram que a goma de tapioca melhorou a resistência e a impermeabilidade dos filmes.

Figura 6. Resultados dos biopolímeros



Fonte: Autoral, 2024

#### 4.7 POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO

A avaliação do potencial de degradação consistiu na imersão de amostras de biopolímeros por 30 dias em três soluções com diferentes pH: uma ácida (pH 1,78), uma básica (pH 11) e água da torneira (pH ~7), representando ambientes agressivos, básicos e neutros, respectivamente. O protocolo incluiu o monitoramento do pH, tempo de imersão, massa residual e observações visuais e estruturais ao longo do tempo, com análises semanais para identificar alterações nos materiais (Figura 7 A, B e C).



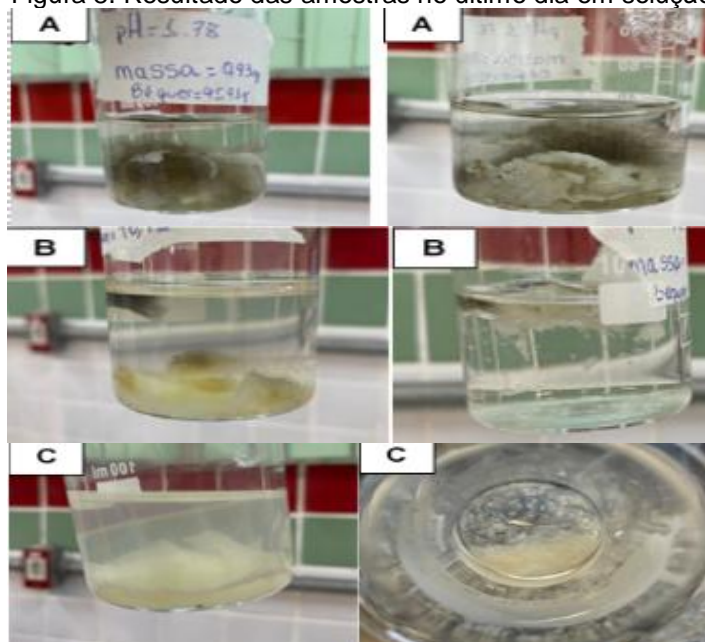
Figura 7. Resultado das amostras no primeiro dia em solução



Fonte: Autoral, 2024

Os testes mostraram diferenças na degradação do biopolímero conforme as condições. Em solução ácida (Figura 8A) e alcalina (Figura 8B), houve formação de fungos e degradação parcial do material, devido à quebra de ligações poliméricas. Na água, a degradação foi mais intensa (Figura 8C), com diluição total, indicando que ambientes neutros facilitam a degradação.

Figura 8. Resultado das amostras no último dia em solução



Fonte: Autoral, 2024

A quitosana, embora seja um polímero promissor, apresenta limitações, como alta permeabilidade ao vapor de água devido à sua natureza hidrofílica (Shariatnia e Fazli, 2015).



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os testes mostraram que o material possui boas propriedades mecânicas e térmicas, além de se degradar de forma eficiente, como comprovado no teste de biodegradabilidade e pelo crescimento de fungos, o que reforça seu potencial como uma opção de menor impacto ambiental, também ajudando a promover a economia circular e o reaproveitamento, ao transformar subprodutos descartados em materiais úteis. Contudo, embora haja obstáculos técnicos a serem superados, como a baixa resistência à umidade e dificuldades na produção em grande escala, este estudo representa um avanço importante na busca por alternativas mais sustentáveis ao plástico convencional. Futuras pesquisas devem explorar soluções, como a inclusão de compostos naturais que aumentem a durabilidade do material e o aperfeiçoamento dos processos industriais, reforçando o papel da ciência na promoção da bioeconomia e na preservação do meio ambiente.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao IFAP e UEAP.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Daiane Piva. Desenvolvimento de mistura para tapioca de fécula e farinha de batata-doce de polpa roxa. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2023.

ANTONINO, N. A.; Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de application in non-biodegradable polymers. *Dyna*, v. 82, n. 190, p. 53-59, 2015.

ASSIS, Odilio B. G.; BRITTO, Douglas de. Quitina e quitosana: uma revisão sobre os processos de obtenção e aplicações. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 3, p. 276- 287, 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/1892/1725>. Acesso em: 22 jan. 2025.

BELLOLI, R. Polietileno verde do etanol da cana-de-açúcar brasileira: biopolímero de classe mundial. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BENHABLES, MS; SALAH, R.; LOUNICI, H.; DROUCHE, N.; GOOSEN, MFA; MAMERI, N. Extração de quitina e quitosana de crustáceos marinhos. *Polímeros de Carboídratos*, v. 87, n. 1, pág. 1-2, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318733552\\_Extraction\\_and\\_characterization\\_of\\_chitin\\_chitosan\\_and\\_chitooligosaccharides\\_from\\_crab\\_shell\\_waste](https://www.researchgate.net/publication/318733552_Extraction_and_characterization_of_chitin_chitosan_and_chitooligosaccharides_from_crab_shell_waste)>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CASTELEIJN, MG; RICHARDSON, D.; PARKKILA, P.; GRANQVIST, N.; URTTI, A.; VIITALA, T. Filmes de quitina revestidos por spin para biossensores e sua análise são dependentes de interações quitina-superfície. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, n.539, p.261-272, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.12.036>

DANTAS-FILHO, Jerônimo Vieira et al. Primeira evidência de contaminação por microplásticos e nanoplásticos em camarões selvagens *Litopenaeus schmitti*, *Litopenaeus vannamei* e *Farfantepenaeus brasiliensis* da Praia do Pontal do Peba, Alagoas, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 29, p. 1503-1522, 2024.

FECHINI, G. J. M. Polímeros Biodegradáveis: Tipos, Mecanismos, Normas e Mercado Mundial. São Paulo: Editora Mackenzie, 2013.

GIORDANO, A.; et al. Quitina e quitosana: Uma revisão sobre suas propriedades e aplicações. *Biochemical Engineering Journal*, v. 56, n. 1, p. 1-12, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2010.10.002>



JABEEN, F.; YOUNIS, T.; SIDRA, S.; MUNEER, B.; NASREEN, Z.; SALEH, F.; et al. Extraction of chitin from edible crab shells of *Callinectes sapidus* and comparison with market purchased chitin. *Braz. J. Bio.*, v. 83, p. 246520, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.246520>.

KHAN, A.; et al. Extração e caracterização de quitina e quitosana de fontes marinhas: Uma revisão. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 72, p. 258-265, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.08.017>.

LIMA, Gabriela Viana. Obtenção de Quitosana a Partir da Combinação de Distintos Subprodutos de Crustáceos. 2022.

MARIANO-TORRES, J. A.; LÓPEZ-MARURE, A.; DOMIGUEZ-SÁNCHEZ, M. A. MARTINS, F.D.P. Consumo de oxigênio do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) Decapoda, Machura, frente a variações de salinidade e condições de laboratório. Monografia de graduação em engenharia de pesca, UFC/CCA/DEP, Fortaleza, Ceará, 1977. p. 98.

MEDEIROS, Keila Machado de; LIMA, Carlos Antônio Pereira de. NOVAS TENDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS: OS BIOPOLÍMEROS E OS POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM Ciências, 5., 2020, Paraíba. Anais [...] . 2020: CONAPESC, 2020. p. 1-6.

MIRZA, M. I.; et al. Biodegradable polymers and their applications: a review. *National Library of Medicine*, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10297947/#abstract1>. Acesso em: 29 dez. 2024

*Nutrition*, v. 43, n. 2, p. 145–171, mar. 2003.

OLIVEIRA, T. V. et al. Aproveitamento do Resíduo de Camarão Sete-Barbas (*Xiphoperna Kroyeri*) do Município de Pirambu/SE para obtenção da Astaxantina Utilizando Técnica De Extração Com Óleos Vegetais. 2018. 102 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Ufs, São Cristóvão, 2018.

PRIYADARSHI, Ruchir; RHIM, Jong-Whan. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 62, p. 102346, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102346>.

RINAUDO, Margarida. Quitina e quitosana: propriedades e aplicações. *Progresso na Ciência dos Polímeros* *Progresso na Ciência dos Polímeros*, v. 31, n. 7.

SYNOWIECKI, J.; AL-KHATEEB, N. A. Production, Properties, and Some New Synthesis and characterization of polymers based on citric acid and glycerol: Its



SHARIATINIA, Z.; FAZLI, M. Mechanical properties and antibacterial activities of novel nanobiocomposite films of chitosan and starch. *Food Hydrocolloids*, v. 46, p. 112- 124, 2015.

TOUGH, R. *Plastic Shopping Bags: Environmental Impacts and Policy Options*. 2007. Tese (Doutorado) – Victoria University of Wellington, Wellington, Nova Zelândia, 2007.