

---

ITAJAÍ, 01 de agosto de 2024

*Pesquisa Científica Apresentada a MARINHA DO BRASIL - Prêmio Soberania pela Ciência (PSC).*

*As informações contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade da autora.*

## **Blue-antifouling: Inovando na Aplicação para Acompanhar a Modernização do Poder Naval**

CARDOSO, Cintia<sup>1</sup>

### ***Abstract***

---

Undoubtedly, Blue Biodiversity is recognized as an invaluable source of natural resources. In the marine context, bioprospecting can significantly influence society's perception of the oceans, representing an advance in Brazil's political-strategic position. To accompany the modernization of Naval Power and innovate the technique of applicability of antifouling products, Blue-antifouling, which is not a biocide, promotes prevention in the maintenance of maritime equipment. This contributes to operational stability and directs the country to advance research in the areas of Marine Science and Technology. The Blue Amazon Management System (SisGAAz), by monitoring macroalgae blooming areas, becomes an essential tool for boosting the country's bioeconomy. Seaweed, a natural source of alginate composed of alginic acid units and calcium ions, has the ability to gel. Alginate hydrogel, used in the synthesis of amphiphilic polymers synthesized through polymerization, induces self-association forming stable micelles and creates a hydrated layer in the living works of vessels. Cross-linking can be accomplished through physical mixing or the principles of ecologic chemistry, combining hydrophilic and hydrophobic polymers. Blue-antifouling is a high-performance hydrogel that uses hydrodynamics to prevent biofouling.

**Keywords:** Blue-antifouling, Naval Political-operational-strategy.

---

### **Resumo**

---

Indubitavelmente, a Biodiversidade Azul é reconhecida como uma fonte inestimável de recursos naturais. No contexto marinho, a bioprospecção pode influenciar significativamente a percepção da sociedade sobre os oceanos, representando um avanço na posição político-estratégica do Brasil. Para acompanhar a modernização do Poder Naval e inovar na técnica de aplicabilidade de produtos anti-incrustantes, o Blue-antifouling, que não é biocida, promove a prevenção na manutenção de equipamentos marítimos. Isso contribui para a estabilidade operacional e direciona o país ao avanço em pesquisas nas áreas de Ciência e Tecnologia Marinha. O Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), ao monitorar as áreas de floração das macroalgas, torna-se uma ferramenta essencial para impulsionar a bioeconomia do país. As algas marinhas, fonte natural de alginato composto por unidades de ácido alginico e íons de cálcio, têm a capacidade de gelificar. O hidrogel de alginato, usado na síntese de polímeros anfifílicos sintetizados através da polimerização, induz auto associação formando micelas estáveis, criando uma camada hidratada nas obras vivas das embarcações. A reticulação pode ser realizada por meio da mistura física, ou por princípios da química ecológica, combinando polímeros hidrofílicos e hidrofóbicos. O Blue-antifouling é um hidrogel de alto desempenho e utiliza a hidrodinâmica para impedir a bioincrustação.

**Palavras-chave:** Blue-antifouling, Estratégia-político-operacional Naval.

---

## **Introdução**

A bioincrustação marinha, consiste no acúmulo indesejado de organismos nas obras vivas das embarcações, representa um vetor para invasões biológicas que impactam os ecossistemas locais e causam diversas avarias. Essa condição acarreta custos elevados de manutenção, resultando aumento do consumo de combustível e maior resistência hidrodinâmica no centro de carena. Outrossim, desestabiliza os sistemas propulsores das hélices, pode também, obstruir as caixas de mar e causar danos ao sistema de governo.

De acordo com o Dr. Ricardo Coutinho, Chefe do Departamento de Biotecnologia do IEAPM, desde 1987 pesquisas questionam a eficácia das tintas anti-incrustantes convencionais e seus impactos ambientais (Fonte: Agência Marinha de Notícias - AMN, acesso em 11 de junho de 2024). Um dos principais objetivos da Marinha do Brasil é desenvolver um anti-incrustante isento de biocidas, com biorrecursos da Amazônia Azul.

As algas pardas, encontradas em todo litoral brasileiro, são uma fonte natural de alginato, um polímero biodegradável (Muller et al., 2011). Os polissacarídeos extraídos das algas possuem propriedade de formar soluções coloidais e reter moléculas, controlando assim a atividade da água em um sistema. Isso ajuda repelir a adesão de organismos incrustados, permitindo sua remoção por forças hidrodinâmicas (Bobbio, 2003).

Segundo Nogueira (2017), o Brasil não possui um processamento de extração de alginato, importando grande quantidade de produtos contendo essas substâncias. De acordo com Arnt (2001), o país ainda não acompanha o ritmo de crescimento global em biotecnologia. É necessário integrar os biorrecursos ao desenvolvimento socioeconômico para garantir a autonomia produtiva do país.

Em conformidade com Figueira (2014), a exploração sustentável da Amazônia Azul integra seus recursos à realidade socioeconômica do Brasil, incentivando o uso racional e equilibrado. Isso pode contribuir para a reversão do indeferimento do pleito de extensão da plataforma continental brasileira, conforme o artigo 76 da CNUDM (Arruda, 2014).

Nesse contexto, o *Blue-antifouling* emerge como uma oportunidade para impulsionar a bioeconomia nacional, reconduzindo o país às suas raízes marítimas, fomentando a busca por um desenvolvimento sustentável e realização plena (BRASIL, 2020).

## **Objetivo Geral**

Modernizar a aplicabilidade anti-incrustante para assegurar eficiência nos padrões operacionais da Força Naval.

## **Objetivos Específicos concomitante a Marinha do Brasil**

- Monitorar a proliferação de algas da Amazônia Azul (SisGAAz);
- Gerenciar a forma ecológica do bioproduto derivado das Algas Marinhas;
- Produzir *Blue-antifouling* para prevenção da manutenção dos equipamentos navais.

### **1. Blue-antifouling**

O *Blue-antifouling*, reduz a adesão de organismos marinhos nas obras vivas das embarcações, permitindo que a água do mar varra desde a roda de proa até a popa durante a navegação.

De acordo com as diretrizes do Programa Estratégico Militar 2040 (PEM 2040), a tecnologia hidrodinâmica desempenha uma estratégia para manter a integridade das partes submersas das embarcações, provendo modernização na Força Naval. Além disso, visa mitigar os impactos ambientais na Amazônia Azul (BRASIL, 2020).

Os recursos naturais marinhos têm potencial para impulsionar a bioeconomia, e a extração de alginato pode contribuir para autonomia brasileira na produção de bioprodutos (Nogueira, 2017). O alginato é um polissacarídeo extraído da matriz intercelular de algas marinhas pardas e desempenham um papel importante na proteção contra o estresse oxidativo do mar.

Segundo Draget et al. (2005), os hidrogéis de alginato são amplamente utilizados em aplicações biomédicas, incluindo curativos e implantes, devido à sua biocompatibilidade e capacidade de gelificação, quando exposto a cátions divalentes, como cálcio e magnésio.

O *Blue-antifouling* à base de alginato, consiste em polímeros hidrofílicos, cuja capacidade de absorção é otimizada pelo processo de reticulação. Conforme descrito por Oliveira (2019), pode ocorrer quimicamente, envolvendo copolímeros sintéticos e ligações covalentes, ou fisicamente, por meio de homopolímeros naturais e interações intermoleculares.

De acordo com Oliveira (2019), esse material é um hidrogel de alginato, contém tanto segmentos hidrofílicos (atraem água), quanto segmentos hidrofóbicos (repelem água). A composição de segmentos poliméricos hidrofóbicos e hidrofílicos potencializa suas propriedades mecânicas e confere uma excepcional capacidade de absorção de água, além de proporcionar integridade estrutural reticulada (Wei et al., 2024).

Conforme descrito por Liang (2023), trata-se de um revestimento híbrido orgânico, compreende uma rede polimérica anfifílica, combinada com polidimetilsiloxano (PDMS) e componentes extraídos de algas marinhas. De acordo com Callow (2011), essa combinação representa uma nova abordagem de revestimentos anti-incrustantes à base de silicone de alto desempenho.

Para Wei et al. (2024), o polidimetilsiloxano é um silicone com propriedades hidrofóbicas. Ele é frequentemente utilizado em hidrogéis para proporcionar resistência à água e flexibilidade em ambientes úmidos ou aquáticos.

Segundo dados de BRASIL (2020), essa aplicação é uma estratégia que assegura prevenção na manutenção dos equipamentos da Força Naval, contribuindo para a performance hidrodinâmica ao estabilizar os sistemas propulsores das hélices. Além disso, o PDMS ajuda a prevenir danos ao sistema de governo do leme e assegura a limpeza das luzes subaquáticas.

## 2. Biorrecurso Azul

Presente nas zonas intertidais da Amazônia Azul, as macroalgas mais importantes são as pardas, também conhecidas como feófitas ou feofíceas. Essas espécies de algas marinhas desempenharam um papel importante nos ecossistemas costeiro, fornecendo abrigo e alimento para uma variedade de organismos.

Nas espécies de algas marinhas, como *Sargassum cymosum* (Mafra, 2001) e o *Sargassum filipendula* (Bertagnolli et al., 2014), encontramos polissacarídeos, incluindo carragenanas (espessantes e estabilizantes), fucoxantina (benefícios para saúde), agar (utilizado no cultivo de bactérias e fungos) e alginato (gelificantes e antioxidantes).

Conforme Wei et al. (2024), o alginato é eficaz na prevenção da adesão de organismos marinhos. Os antioxidantes naturais, protegem o material contra o biofouling, inibindo o crescimento de microorganismos e reduzindo a formação de biofilmes.

Descrito por Bertagnolli et al. (2014), as propriedades gelificantes e espessantes do alginato tornam-no um componente versátil e inovador na aplicação do *Blue-antifouling*. Além disso, o uso do alginato é sustentável e menos tóxicos para o meio ambiente marinho.

Conforme descreve Arruda (2014), a Marinha do Brasil (MB), tem a tarefa de adquirir equipamentos essenciais para a defesa da Amazônia Azul, como estratégia de exploração sustentável das potencialidades bioeconômicas. A biotecnologia aplicada ao tratamento do *Blue-antifouling*, torna as obras vivas da embarcação mais lisa, permitindo que as cracas se desprendam na navegação com o atrito da água. Isso possibilita a continuidade do talassociclo sem prejudicar a vida marinha.

Segundo a Política Nacional de Defesa (PND), é de vital importância para o país a conservação dos recursos vivos da Amazônia Azul. As cracas, atuam como filtradoras, alimentando-se de plâncton e partículas orgânicas suspensas na água, contribuem para a purificação dos oceanos e para manutenção da vida de outros organismos aquáticos.

Por sua vez, as algas também desempenham um papel crucial nos ecossistemas marinhos (Mafra, 2001). Elas são responsáveis pela sustentação da vida oceânica e servem como alimento para diversas espécies que habitam mares, rios e lagos.

A floração das algas marinhas pardas (*Sargassum*) tem se intensificado anualmente, afetando negativamente a biodiversidade costeira, a pesca e o turismo. Fatores climáticos e ambientais influenciam no crescimento dessas algas (Bertagnolli et al., 2014).

Segundo Cicerelli (2015), as florações de algas podem ser detectadas por sensoriamento remoto devido aos seus pigmentos opticamente ativos. O SisGAAz, ao monitorar a floração das algas, estará promovendo o equilíbrio ambiental, impulsionando a economia, e fortalecendo a estatura político-estratégica do Brasil.

### **3. Metodologia Aplicada à Pesquisa Científica**

#### **Método**

Por meio de um método qualitativo, concomitante aos conhecimentos obtidos no Ensino Profissional Marítimo (EPM), foram compilados dados para a investigação científica.

Como instrutora náutica, as práticas valiosas de navegação, proporcionaram insights sobre fatores que podem afetar o desempenho do barco ou da motoaquática.

Minha trajetória acadêmica e profissional, também direcionaram a pesquisa, incluindo:

- Licenciatura e bacharelado em Educação Física (UNIVALI);
- Pós-graduação em Metodologia do Ensino de Educação Física (UNIASSSELVI);
- Especialização em Ciências Marinhas (IFSC);
- Pós-graduação em andamento, Biologia Marinha (UNYLEYA);
- Mestranda Internacional em Ciência e Tecnologia Marinha (FUNINBER/MEXICO);
- Operador de Resgate Aquático (2009/2024 ANJOS DO MAR);
- CBMSC GVC - 2009/2018 (campeã SULAMERICANA salvamento aquático);
- CFAQ/2022 (MAC/MOM), CFAQ/2022 (MOP/POP), CFAQ/2023 (PEP - primeiro lugar);
- CAPITÃ AMADOR - CPA I/2024, melhor nota DEL - Itajaí.

No programa 'O Bom Marinheiro' Bombarco (2023/2024), fui classificada entre os três melhores marinheiros do Brasil, tornando-me uma referência nacional em marinharia. Durante o programa, coletei dados para a pesquisa paralelamente ao processo avaliativo.

## Dados

No biênio 2023/2024, foram coletados dados nas melhores empresas do Brasil:

OKEN YACHTS: Com design do renomado designer de iates italiano Paolo Ferragni;

VOLVO PENTA: Líder mundial em soluções de energia para aplicações marítimas;

FIBRAFORT BOATS: O maior fabricante da América do Sul;

STEP ON BOARD: O maior escritório de arquitetura náutica do Brasil;

AZIMUT: Conhecida pela sua gama de iates de luxo;

PROPSPEED: A Referência da indústria em revestimentos FOUL-RELEASE.

## Resultados

Apresentou-se a solução anti-incrustante eficaz, reduzindo as incidências da bioincrustação. Sua capacidade de biorevestimento cria uma película protetora sobre todas as partes e peças metálicas das obras vivas das embarcações.

Os testes indicaram os seguintes resultados:

- Reduzem o atrito da embarcação nas superfícies com a água;
- Diminuição da necessidade de manutenção periódica dos motores;
- Redução no consumo de combustível, melhorando o desempenho.

A técnica de aplicação inovadora (Figura 4), proporcionou às obras vivas das embarcações uma superfície lisa, resultando em melhor eficiência do sistema de propulsão (Figura 1, Figura 2, Figura 3). Além disso, estabilizou a capacidade de deslocamento durante a navegação e reduziu o risco de danos aos sistemas de governo.

A proteção oferecida ao motor reduziu vibrações e ruídos, observando-se uma economia média de 10% em combustível ao longo de um ano, variando conforme o uso e o tamanho da embarcação.

A bioincrustação no transdutor compromete o desempenho diminuindo a clareza dos detalhes na imagem. O *antifouling* assegurou uma transmissão de sinal precisa, não afetando a qualidade da imagem, uma vez que não contém metais pesados em sua composição.

As luzes subaquáticas geram calor, criando condições propícias para o crescimento marinho. O bioproduto, protegeu as luzes subaquáticas das embarcações (Figura 5). As tintas anti-incrustantes convencionais não podem ser aplicadas nas luzes, pois não são transparentes.

Por fim, garantiu a estabilização na capacidade operacional dos equipamentos marítimos, sendo a alternativa ecologicamente sustentável para repelir a bioincrustação.

## Testes de Campo Comprovaram a Eficiência do Sistema Blue-antifouling

**Figura 1**



Azimut – Sem incrustações após 12 meses

**Figura 2**



Schaefer Yachts - 1 ano de navegação

**Figura 3**



Ferreti 68 - 2 anos após aplicação

**Figura 4**



Aplicação

**Figura 5**



Luzes subaquáticas

### Método Inovador em Três Etapas de Aplicação

- 1 - Limpe com pano seco a superfície ou usando um lenço.
- 2 - Aplique com pincel uma fina camada do revestimento transparente (Blue-antifouling).
- 3 - Deixe secar e espere no mínimo 8 horas antes de colocar o barco na água.

## Considerações Finais

Conforme descrito por Wei et al. (2024), os polímeros de silicone organofuncionais, como o PDMS, apresentam excelentes propriedades dielétricas, transparência ótica, resistência ao envelhecimento e permeabilidade a gases.

No entanto, devido às suas baixas propriedades mecânicas, é necessário a incluir um agente de reforço para a melhorar o desempenho mecânico desses materiais. Segundo Monteiro (2009), a sílica é frequentemente utilizada como agente de reforço.

A sílica é encontrada tanto em materiais sólidos, como em organismos vivos, como algas.

Quando incorporada a polímeros como o PDMS (polidimetilsiloxano), pode melhorar significativamente suas propriedades mecânicas, tornando-os mais resistentes e duráveis.

Conforme descrito por Kashima et al. (2012), o alginato tem sido estudado como um agente sequestrante de metais tóxicos. Ele pode modificar propriedades como reologia, capacidade de ligação de água, estabilização de emulsões e formação de filmes.

O alginato é um polissacarídeo composto por dois monômeros principais:  $\beta$ -D-manuronila e  $\alpha$ -L-guluronila (Chin et al., 2015). Na presença de cátions divalentes, ele forma um gel por reticulação iônica, conferindo ao material características como: resistência, durabilidade e estabilidade dimensional.

Para Monteiro (2009), o processo de extração do alginato envolve a troca iônica a partir da extração de tecidos de algas, seguido pela neutralização e solubilização do ácido algínico com um composto alcalino solúvel em água. Após processos de separação, como floculação, centrifugação e filtração, o sódio alginato é precipitado utilizando álcool, cloreto de cálcio ou ácido mineral e, por fim, é seco (Draget et al., 2000).

Segundo Wei et al. (2024), a combinação e composição destas substâncias exibem excelentes propriedades *antifouling*. Essas propriedades demonstram eficácia no combate contra à incrustação proteica, bacteriana e microalgal em superfícies submersas.

Recursos biotecnológicos podem proteger contra a formação de biofilme e corrosão, prevenindo a manutenção dos equipamentos navais.

Além disso, a hidrodinâmica aplicada na prevenção de incrustações leva em consideração fatores como velocidade do fluido, turbulência, viscosidade e reologia. Esses aspectos são cruciais para manter os equipamentos funcionando de maneira eficiente e prolongar sua vida útil.

## **Um Olhar Preventivo nas Vertentes da Estratégia Marítimo Naval**

- A mentalidade marítima é um processo de construção de conhecimento socioeducativo. Envolve a compreensão da importância do mar, adotando-se atitudes e comportamentos que promovam o uso racional das potencialidades marítimas. A sanção de leis no código penal para combater a biopirataria é fundamental para garantir segurança aos biorrecursos.
- A implementação de biotecnologias, como o *Blue-antifouling*, no programa de construção do núcleo do Poder Naval é uma medida preventiva e protetora. Essa estratégia operacional naval impulsiona a bioeconomia, contribuindo para a preservação dos recursos marinhos.
- A utilização do *Blue-antifouling* pode desempenhar um papel crucial na produção de reatores flutuantes para a defesa nacional. Esses bioprodutos ajudam a prevenir a bioincrustação em superfícies submersas, como as estruturas marítimas.
- Outrossim, exponho a necessidade e a relevância de permanecer junto a esta Organização Militar (OM), (BRASIL, 1980). Em breve, mediante aquiescência, estarei apta à convocação e à incorporação, com reconhecida competência técnico-profissional ou com notória cultura científica, para atuar no serviço ativo nas áreas de Ciência e Tecnologia.
- Além disso, anseio ingressar no doutorado de Biotecnologia Marinha, especialmente na área relacionada à Biologia Marinha (BIO-RECURSOS MARINHOS), para desenvolver o *Blue-antifouling*.

### **Agradecimentos**

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão ao supremo criador do universo, Deus, minha fonte de força e inspiração. Ele me ajudou a superar as adversidades encontradas no caminho, concedendo-me sabedoria e discernimento para conduzir este trabalho e iluminando-me com perseverança em todos os momentos.

Um agradecimento imensurável ao Engenheiro Mecânico Aldo Manoel Pedro Junior, cuja energia crítica e valiosas informações técnicas foram essenciais durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Estendo meus agradecimentos ao Comandante e Professor do EPM, Armando Taranto, por orientar o caminho que devo seguir em minha jornada profissional.

Por fim, a profundidade de ser mar está dentro de mim. Forte como as ondas que enfrentam as tempestades e resiliente como a maré que sempre retorna.

## Referências Bibliográfica

- ARNT, R. **Tesouro verde**. Exame, São Paulo, v. 35, n. 9, p. 52-64, maio 2001.
- ARRUDA, J. A. **A Importância da Marinha do Brasil na defesa da Amazônia Azul**. Revista Eletrônica da Escola de Guerra – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2014.
- BERTAGNOLLI, C.; ESPÍNDOLA, A. P. D. M.; KLEINUBING, S. J.; TASIC, L.; DA SILVA, M. G. C. **Sargassum filipendula alginate from Brazil: seasonal influence and characteristics**. *Carbohydrate Polymers*, 2014.
- BRASIL. **Lei nº 6.880**, de 9 de dezembro de 1980. **Estatuto dos Militares**.
- BRASIL. **Ministério da Defesa. Política nacional de Defesa**. In: BRASIL. Ministério da Defesa. **Política nacional de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: MD, 2020b. Aprovada pelo Decreto Nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à Química dos alimentos**, São Paulo, Varela, 2003.
- CALLOW, J.; CALLOW, M. **Trends in the development of environmentally friendly fouling-resistant marine coatings**. *Nat. Commun.* 2, 244, 2011.
- CHING, S. H., BHANDARI, B., WEBB, R. AND BANSAL, N. **Visualizing the interaction between sodium caseinate and calcium alginate microgel particles**. *Food Hydrocolloids*. 43:165–171, 2015.
- CICERELLI, R. E.; GALO, M. de L. B. T. **Sensoriamento remoto multifonte aplicado na detecção do fitoplâncton em águas interiores**. Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande Pb: Univ Federal Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 259-265, 2015.
- DRAGET, K. I.; SMIDSRØD, O.; SKJAK-BRAEK, G. Alginates. In: STEINBUCHER, A.; RHEE, S.K (Ed.). **Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry: Properties, Production, and Patents**. Weinheim: p. 1-30, 2005.
- DRAGET, Kurt Ingar. **Alginates**. In: PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A.. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, p. 379-395, 2000.
- FIGUEIRA, C. S. B. **Limites exteriores da plataforma continental conforme o direito do mar**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2014.
- KASHIMA, K.; IMAI, M. **Advanced membrane material from marine biological polymer and sensitive molecular-size recognition for promising separation technology**. *Reviews in Food Science InTech*. 2012.
- LIANG LI, HETING HONG, JINGYI CAO, YANGE Y. **Progress in Marine Antifouling Coatings: Current Status and Prospects**. *Coatings* **2023**. 13(11), 1893; <https://doi.org/10.3390/coatings13111893>. Acesso em: 26 de junho de 2024.
- MAFRA Jr., L.L. **Bases para o manejo de Sargassum cymosum (Phaeophyta - Fucales) na Enseada de Armação do Itapocoroy**, Penha, SC. Monografia de Graduação, Universidade do Vale do Itajaí, 2001.
- MONTEIRO, B., P., F., **Influência do processo de reticulação no comportamento de um compósito de poli(dimetilsiloxano)**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência dos Materiais do Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2009.
- MÜLLER, J. M., SANTOS, R. L., BRIGIDO, R. V. **Produção de alginato por microrganismos**. *Polímeros*, V. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.
- MARINHA DO BRASIL. **PEM2040**. Disponível em: [PEM2040 | Marinha do Brasil](#).
- NOGUEIRA, MARCELA TIEMI. **Extração e caracterização de Alginato de sódio da macroalga Sargassum cymosum C. Agardh**. 2017. 58 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências). – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2017.
- OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, Z.; OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, D.Y.; OLIVEIRA, D.A.; OLIVEIRA, P.W.; YANG, Z.M. **Hidrogéis funcionalizados com catecol inspirados no mexilhão e suas aplicações médicas**. *Moléculas* 2019.
- POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA. **PND**. Congresso Nacional. Brasília. Ministério da Defesa, 2016.
- WEI C, ZHANG Y, TANG Z, ZHANG C, WU J, WU B. **Reconstrução de Superfície de Polímeros Anfífilos à Base de Silicone para Mitigação de Bioincrustações Marinhas**. *Polímeros*, p.16(11):1570, 2024.