

Colégio Militar do Recife

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTE DE MOMORDICA CHARANTIA

Recife, PE

2025



Guilherme Azevedo

Guilherme Lourenço

Coorientador: Gilvan Takeshi Yogui

Orientadora: Maria Goretti Cabral de Lima

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTE DE MOMORDICA CHARANTIA

Relatório apresentado à 9ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Prof. Maria Goretti cabral de Lima e Coorientação Gilvan Yogui

Recife, PE

2025

RESUMO



Os derramamentos de óleo são um problema gravíssimo presente ao redor do planeta, causando destruição por onde acontecem: intoxicam animais, impedem a fotossíntese de seres marinhos e contaminam água potável. Um derramamento relativamente recente e relevante foi o derramamento que ocorreu na costa nordestina em 2019, com mais de 5 mil toneladas de petróleo contaminando milhares de quilômetros de linha de costa. Há no mercado uma solução muito simples para essa problemática, conhecida como surfactantes. Eles são capazes de quebrar a tensão superficial da água e tornar a limpeza da área contaminada mais fácil. Infelizmente, os surfactantes são químicos altamente tóxicos que também contaminam o ambiente em que são usados. Além disso, a vertente dos biossurfactantes não é muito eficiente, sendo criados com base em microrganismos como bactérias e fungos, apresentando um custo elevadíssimo de produção. Assim, essa pesquisa surge como uma alternativa biodegradável, barata e eficiente para a solução dos problemas listados acima: a planta *Momordica charantia*, muito abundante nas regiões litorâneas do Brasil, que produz saponina como metabólito secundário. A saponina é uma molécula orgânica com capacidades surfactantes que trabalha como composto ativo do extrato. No início da pesquisa, o desenvolvimento do extrato é uma atividade simples e corriqueira, podendo ser produzida em larga escala sem prejudicar o produto final. Os testes de capilaridade, emulsão e espalhamento foram testes que evidenciam as capacidades do extrato de forma experimental, enquanto a injeção no cromatógrafo foi um teste que quantificou a capacidade do extrato e confirmou o pioneirismo e efetividade do biossurfactante produzido.

Palavras-chave: Biossurfactante, M. Charantia, Hidrocarbonetos.



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	9
6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	10
REFERÊNCIAS	11



1 INTRODUÇÃO

A maioria dos desastres ambientais que afligem a humanidade relacionam-se de alguma forma à água sendo a poluição marinha por hidrocarbonetos um dos exemplos mais preocupantes. Os episódios de derramamento de óleo em corpos hídricos provocaram enormes danos ambientais e socioeconômicos, de forma que a extensão total desses impactos pode nunca ser identificada. Dentre esses, alguns exemplos notáveis são os casos de vazamento de petróleo no Brasil, em 2019, no Peru, na Rússia e em Singapura, em 2024, no Equador, em 2025, dentre outros. A Organização das Nações Unidas (ONU) destaca a importância do desenvolvimento de pesquisas voltadas para enfrentar os desafios relacionados à água, considerando que há grande lacuna entre os problemas dos ambientes aquáticos e as soluções disponíveis para resolvê-los, especialmente nos países em desenvolvimento (ONU, 2021; SARUBO et al, 2022; Silva *et al.*, 2024)

Os derramamentos de óleo nos oceanos geralmente ocorrem por acidentes durante a perfuração de poços, por afundamento de petroleiros e por rompimento de oleodutos. Existe ainda a contaminação em pequenas proporções, que ocorre de forma contínua, pelo escoamento de rios poluídos, vazamento de embarcações, despejos ilegais oriundos da lavagem dos tanques dos petroleiros. Em qualquer forma de contaminação, os danos podem se prolongar por décadas, considerando que o óleo consegue persistir no ambiente por longo prazo – prolongando a exposição da fauna e flora marinhas a tais contaminantes (Silva *et al.*, 2023; USA, 2025).

Os hidrocarbonetos derivados do petróleo são extremamente nocivos ao ambiente aquático, provocando danos severos e duradouros, pois, dentre outros efeitos, tais substâncias formam uma película oleosa no espelho d'água, impedindo a penetração de luz solar e a troca gasosa essencial para a vida aquática. Por isso, a fotossíntese é prejudicada, o que afeta a base da cadeia alimentar e leva à morte de espécies marinhas (SU, 2021; Silva *et al.*, 2022).

Dentre as soluções mais utilizadas para retirada dos hidrocarbonetos da água destacam-se a barreira de contenção, queima da mancha de óleo no local do derramamento e os tensoativos químicos ou surfactantes sintéticos (utilizados para quebrar as manchas de óleo da superfície e reduzir seu tamanho). Entretanto, tais



artifícios podem acarretar efeitos colaterais também danosos, como morte de espécies por sufocamento com espumas (Sarubo *et al.*, 2022).

Tensoativos ou surfactantes são substâncias que podem ser usadas, entre outras finalidades, para remover o óleo da água, reduzindo a tensão superficial entre fases imiscíveis, (como hidrocarbonetos e água). A maioria dos surfactantes comercializados são de origem sintética e em sua composição utilizam petroquímicos, como o alquilbenzeno sulfonato linear (LAS). Existem também os surfactantes de origem natural ou biossurfactantes, são metabólitos secundários, produzidos a partir de microrganismos, plantas e até seres humanos. (SU, 2021; Silva *et al.*, 2022; Rasmussen *et al.*, 2023).

Considerando os biossurfactantes, ainda há um número reduzido de experiências comercializadas/disseminadas com sucesso, seja por questões econômicas e/ou regulatórias, como no caso da produção de biossurfactantes produzidos a partir de bactérias (Santos *et al.*, 2010; Rani, 2020).

Diante do exposto, o projeto tem por objetivo produzir e avaliar um biossurfactante vegetal inédito à base de *Momordica charantia*, o qual será veiculado visando sua aplicação na descontaminação dos oceanos por hidrocarbonetos derivados do petróleo. Propõe-se um produto sustentável, à base de recursos renováveis e biodegradáveis, tendo vistas a redução dos danos causados por derramamento de óleos nos ambientes aquáticos em escala global.

M. charantia, também conhecida como melão-de-são-caetano, melão-do-mato, entre outros nomes, é uma planta extremamente abundante no Brasil, apesar de não ser nativa do continente americano. As características ambientais do Brasil, similares ao seu local de origem (as florestas tropicais do sudeste asiático), contribuíram para sua disseminação. Em países como o Vietnã, é usada na culinária tradicional, sendo parte de diversos pratos típicos, mas também é conhecida por apresentar propriedades medicinais, como um antidiabético, por exemplo (GROVER, J.K, 2004).

A saponina é um composto orgânico, presente em diversas plantas como um metabólito secundário, e que as faz, por exemplo, serem possivelmente usadas como um tipo de sabonete. A saponina é justamente o composto ativo do extrato, sendo capaz de emulsificar soluções. Tal característica é aquela que se busca neste projeto. O fruto

do melão-de-são-caetano tem esse composto de forma abundante, quando madura, em seu pericarpo.

2 JUSTIFICATIVA

A maioria dos desastres ambientais que afligem a humanidade relacionam-se de alguma forma à água sendo a poluição marinha por hidrocarbonetos um dos exemplos mais preocupantes. Os episódios de derramamento de óleo em corpos hídricos provocaram enormes danos ambientais e socioeconômicos, de forma que a extensão total desses impactos pode nunca ser identificada. Dentre esses, alguns exemplos notáveis são os casos de vazamento de petróleo no Brasil, em 2019, no Peru, na Rússia e em Singapura, em 2024, no Equador, em 2025, dentre outros. A Organização das Nações Unidas (ONU) destaca a importância do desenvolvimento de pesquisas voltadas para enfrentar os desafios relacionados à água, considerando que há grande lacuna entre os problemas dos ambientes aquáticos e as soluções disponíveis para resolvê-los, especialmente nos países em desenvolvimento (ONU, 2021; SARUBO et al, 2022; Silva *et al.*, 2024)

Os derramamentos de óleo nos oceanos geralmente ocorrem por acidentes durante a perfuração de poços, por afundamento de petroleiros e por rompimento de oleodutos. Existe ainda a contaminação em pequenas proporções, que ocorre de forma contínua, pelo escoamento de rios poluídos, vazamento de embarcações, despejos ilegais oriundos da lavagem dos tanques dos petroleiros. Em qualquer forma de contaminação, os danos podem se prolongar por décadas, considerando que o óleo consegue persistir no ambiente por longo prazo – prolongando a exposição da fauna e flora marinhas a tais contaminantes (Silva *et al.*, 2023; USA, 2025).

Os hidrocarbonetos derivados do petróleo são extremamente nocivos ao ambiente aquático, provocando danos severos e duradouros, pois, dentre outros efeitos, tais substâncias formam uma película oleosa no espelho d'água, impedindo a penetração de luz solar e a troca gasosa essencial para a vida aquática. Por isso, a fotossíntese é prejudicada, o que afeta a base da cadeia alimentar e leva à morte de espécies marinhas (SU, 2021; Silva *et al.*, 2022).



Dentre as soluções mais utilizadas para retirada dos hidrocarbonetos da água destacam-se a barreira de contenção, queima da mancha de óleo no local do derramamento e os tensoativos químicos ou surfactantes sintéticos (utilizados para quebrar as manchas de óleo da superfície e reduzir seu tamanho). Entretanto, tais artifícios podem acarretar efeitos colaterais também danosos, como morte de espécies por sufocamento com espumas (Sarubo *et al.*, 2022).

Tensoativos ou surfactantes são substâncias que podem ser usadas, entre outras finalidades, para remover o óleo da água, reduzindo a tensão superficial entre fases imiscíveis, (como hidrocarbonetos e água). A maioria dos surfactantes comercializados são de origem sintética e em sua composição utilizam petroquímicos, como o alquilbenzeno sulfonato linear (LAS). Existem também os surfactantes de origem natural ou biossurfactantes, são metabólitos secundários, produzidos a partir de microrganismos, plantas e até seres humanos. (SU, 2021; Silva *et al.*, 2022; Rasmussen *et al.*, 2023).

Considerando os biossurfactantes, ainda há um número reduzido de experiências comercializadas/disseminadas com sucesso, seja por questões econômicas e/ou regulatórias, como no caso da produção de biossurfactantes produzidos a partir de bactérias (Santos *et al.*, 2010; Rani, 2020).

Diante do exposto, o projeto tem por objetivo produzir e avaliar um biossurfactante vegetal inédito à base de *Momordica charantia*, o qual será veiculado visando sua aplicação na descontaminação dos oceanos por hidrocarbonetos derivados do petróleo. Propõe-se um produto sustentável, à base de recursos renováveis e biodegradáveis, tendo vistas a redução dos danos causados por derramamento de óleos nos ambientes aquáticos em escala global.

M. charantia, também conhecida como melão-de-são-caetano, melão-do-mato, entre outros nomes, é uma planta extremamente abundante no Brasil, apesar de não ser nativa do continente americano. As características ambientais do Brasil, similares ao seu local de origem (as florestas tropicais do sudeste asiático), contribuíram para sua disseminação. Em países como o Vietnã, é usada na culinária tradicional, sendo parte de diversos pratos típicos, mas também é conhecida por apresentar propriedades medicinais, como um antidiabético, por exemplo (GROVER, J.K, 2004).



A saponina é um composto orgânico, presente em diversas plantas como um metabólito secundário, e que as faz, por exemplo, serem possivelmente usadas como um tipo de sabonete. A saponina é justamente o composto ativo do extrato, sendo capaz de emulsificar soluções. Tal característica é aquela que se busca neste projeto. O fruto do melão-de-são-caetano tem esse composto de forma abundante, quando madura, em seu pericarpo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar a possibilidade de criação de um biossurfactante à base vegetal, visando sua aplicação na remoção de hidrocarbonetos da água, além de contribuir com nova metodologia para a produção de biossurfactantes vegetais.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar a capacidade surfactante do extrato de *Momordica charantia*;
- Desenvolver um biossurfactante à base de *Momordica charantia*;
- Realizar testes de limpeza da água contaminada com hidrocarbonetos.

4 METODOLOGIA

4.1. Obtenção dos extratos

Frutos de *Momordica charantia* foram coletados no Instituto de Pesquisa Agronômica de Pernambuco, em Recife. O pericarpo dos frutos foi separado das sementes, congelado, liofilizado e triturado até a obtenção de um pó. Para a preparação do extrato aquoso, 30 g do material triturado foram extraídos com 60 mL de água destilada, durante 24 horas, em temperatura ambiente, com agitações ocasionais. A metodologia desta pesquisa baseou-se no artigo de Fiechter (1992), mas foi modificada de forma a suprir necessidades específicas.



Inicialmente, o melão-de-são-Caetano (*Momordica charantia*) maduro foi cortado, tendo seu pericarpo liofilizado e macerado com almofariz e pistilo (descartando as sementes). A partir desse pó foi feita uma solução (1:8, m/m) em água destilada. Ela foi colocada em um agitador magnético por 24 horas. Após essas 24 horas, ela foi transferida para um banho de ultrassom e, em seguida, para uma centrífuga de bancada onde o material sólido foi decantado por meio de um processo de centrifugação por 10 minutos a 4000 rpm. Uma pipeta Pasteur foi utilizada para retirar o sobrenadante, ou seja, o extrato aquoso contendo o biossurfactante dissolvido. A partir deste extrato foram feitos os seguintes testes: análise qualitativa da presença de saponinas, capilaridade/tensão superficial, espalhamento de óleo, cromatografia gasosa e emulsão.

4.2. Análise qualitativa da presença de saponinas

A presença de saponinas foi avaliada em ensaio qualitativo de formação de espuma. Alíquotas de 3 mL do extrato produzido, bem como de água destilada (controle negativo), foram colocadas em tubos de ensaio individuais e foram agitadas vigorosamente por 1 minuto. A formação de espuma estável por 5 minutos confirma a presença de saponinas (Mohamed *et al.*, 2021).

4.3. Determinação da tensão superficial - capilaridade

A tensão superficial (TS) foi determinada pelo método da ascensão capilar. Capilares de vidro com diâmetro interno de 1 mm foram posicionados perpendicularmente à superfície das amostras testadas: água destilada e do extrato aquoso de melão-de-são-caetano. A altura de ascensão da coluna líquida, no interior do capilar de vidro, foi mensurada com um paquímetro digital. A TS foi calculada a partir da equação de Jurin (Anderson e Tuchtenhagen, 2018):

$$\Delta h \rho g = \frac{2\gamma}{r}$$

Equação 1: Equação de Jurin

Onde “ Δh ” representa a altura da coluna líquida a partir da superfície da amostra (m), “ ρ ” a densidade do líquido (kg.m^{-3}), “ g ” a aceleração da gravidade (m.s^{-2}), “ r ” o raio interno do capilar e “ γ ” a tensão superficial.



4.4. Ensaio de capacidade de emulsificação

A capacidade de emulsificação foi calculada segundo Zobaer *et al.* (2023). Foram adicionados 6 mL de querosene e 4 mL do extrato, de água destilada (controle negativo) e detergente diluído 1:100 (v/v; controle positivo) – em tubos de ensaio. As misturas foram agitadas em vórtex por 2 minutos e mantidas em repouso por 24 horas. O índice de emulsificação foi calculado pela equação abaixo:

$$\text{Índice de emulsificação (\%)} = \frac{\text{altura da camada de emulsão}}{\text{altura total da amostra}} * 100$$

4.5. Teste de espalhamento de óleo

4.5.1. Querosene

Para o teste de espalhamento de óleo, foram utilizados 40 mL de água do mar em duas placas de Petri. Nelas foram adicionadas 15 gotas de óleo bruto diluído em n-hexano até diminuir a sua viscosidade. Este óleo foi obtido em uma refinaria de Suape e formou uma fina camada sobre a água do mar. Esse teste é comparativo, portanto, em uma das placas foi colocada uma gota de detergente comercial diluído (1:400) e na outra foi colocada uma gota do extrato de melão-de-são-caetano. Ambas foram pingadas no centro de suas respectivas placas de Petri.

4.6. Teste de injeção - cromatografia gasosa

Para a preparação do teste de cromatografia, os seguintes processos foram executados com o extrato aquoso do melão-de-são-caetano, com água destilada e com um detergente comercial diluído (1:400). Primeiramente foi adicionado querosene. Em seguida, a mistura foi agitada em um agitador magnético por uma hora e depois ela permaneceu em descanso por 24 horas. Com o auxílio de um funil de separação, o querosene foi descartado, enquanto a fase aquosa foi transferida para outro funil de separação a fim de extrair com n-hexano os hidrocarbonetos alifáticos do querosene dissolvidos na solução aquosa. Após a extração, o extrato foi concentrado em um rota-evaporador até chegar a 1 mL e padrões internos foram adicionados antes da



injeção no cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização em chama (GC-FID). Também foi injetado o querosene puro para comparação dos resultados obtidos.

5 RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Análise qualitativa da presença de saponinas

A persistência da espuma formada indicou a presença de saponinas nos extratos do pericarpo de *M. Charantia*, corroborando com os resultados de Mendes e colaboradores (2021), os quais identificaram a presença de saponinas em extrato hidroalcoólico de *M. Charantia*, por espectrometria de massas com ionização por eletrospray (ESI-MS).



Figura 1 – Diagrama em blocos

Fonte: Autores, 2025.

Vale a pena, também, utilizar imagens e fotografias de todo o processo. Todas as imagens devem vir acompanhadas dos seus títulos e das fontes consultadas (conforme descrição acima).



6 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos testes descritos na metodologia e nos resultados obtidos, é possível concluir a efetividade de um biossurfactante à base de *Momordica charantia*. Ele também pode ser produzido em massa a fim de suprir a demanda e ser utilizado de forma plena. Além disso, a metodologia citada pode ser utilizada de forma conclusiva para determinar a capacidade de outras plantas para esse tipo de atividade.

REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas de seu artigo devem ser apresentadas em ordem alfabética e de acordo com a norma da ABNT – NBR 6023.

Siga os exemplos abaixo, sendo que as palavras em *itálico* são destaques meramente ilustrativos e não devem ser incluídos em seu manuscrito final:

Livros:

SCHWERTL, Simone Leal. Matemática básica. 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2010. 113 p, il.

Capítulos de Livros:

BRANDT, Paulo Roberto. Geração de energia para o desenvolvimento regional no médio vale do Itajaí. In: Desenvolvimento e meio ambiente em Santa Catarina : a questão ambiental em escala local/regional, Joinville : Ed. UNIVILLE, 2006. p.[119]-125.

Periódicos:

CIÊNCIA E OPINIÃO. Curitiba: Centro Universitário Positivo. 2003.



Artigos de periódicos:

TOZZI, M.; OTA, J. Vertedouro em degraus. Revista da Vinci, Curitiba, v.1, n.1, p. 9-28, 2004.

Monografias, dissertações e teses:

PERES, Adriano; BARBI, Ivo; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Centro Tecnológico. Uma nova família de inversores com comutação suave empregando a tecnica de grampeamento ativo, 2000. 162p, il. Tese (Doutorado).

Publicações periódicas consideradas em parte (suplementos, fascículos, números especiais:

ARC DESIGN. Mestres da Arquitetura: Oscar Niemeyer. São Paulo: Quadrifoglio, n. 35, mar. - abril, 2004.

Artigos de jornais:

MOREIRA, T. Debate sobre software livre chega ao celular. Valor Econômico, São Paulo, 04 out. 2004. p. B4.

Trabalhos em eventos

LODER, L.L. A formação de identidades e a construção de saberes em um curso de engenharia elétrica. Anais: XXXVIII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Fortaleza: UFC, 2010.

Internet:

MOURA, G. C. de M. **Citação de referências e documentos eletrônicos.** Disponível em: <<http://www.elogica.com.br/users/gmoura/refere.html>> Acesso em: 09 out. 1996.



APÊNDICE 1 OU ANEXO 1

Esse trabalho não possui apêndices ou anexos.