UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA

MARIA BEATRIZ DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DA LARANJA PÊRA *Citrus sinensis (L.) Osbeck*

Maceió
2024

MARIA BEATRIZ DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DA LARANJA PÊRA *Citrus sinensis (L.) Osbeck*

Plano de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador/a: Prof. Dr. Jorge José de Brito Silva

Maceió

2024

Catalogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Valter dos Santos Andrade – CRB-1251

S729a Souza, Maria Beatriz da Silva.
Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial da casca da laranja pêra *Citrus sinensis (L.) Osbeck* / Maria Beatriz da Silva Souza – 2024.
21 f. : il.

Orientador: Jorge José de Brito Silva.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, 2024.

Bibliografia: f. 19-21.

1. Laranja – Cascas. 2. Óleos cítricos. 3. Óleos essenciais. 4. Atividade antimicrobiana. 4. Hidrodestilação. I. Título.

CDU: 665.5

Folha de Aprovação

MARIA BEATRIZ DA SILVA SOUZA

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DA LARANJA PÊRA Citrus sinensis (L.) Osbeck

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Banca Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
JORGE JOSE DE BRITO SILVA
Data: 07/12/2024 16:34:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Orientadora: Prof. Dr. Jorge José de Brito Silva
(Universidade Federal de Alagoas)

gov.br Documento assinado digitalmente
ALBANISE ENIDE DA SILVA
Data: 07/12/2024 18:07:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Albanise Enide da Silva
(Universidade Federal de Alagoas)

gov.br Documento assinado digitalmente
RENATA MARIA ROSAS GARCIA ALMEIDA
Data: 07/12/2024 18:39:26-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Renata Maria Rosas Garcia Almeida
(Universidade Federal de Alagoas)

Aos meus pais por serem a minha fortaleza e por não terem me deixado desistir de meu grande sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por se fazer presente em cada passo de minha caminhada.

Aos meus pais José Paulo e Quitéria Maria pelo incentivo nesta e em outras jornadas de minha vida, mas principalmente pelo amor incondicional atribuído a mim.

Aos meus irmãos Andressa e Paulo Henrique pelos conselhos, incentivos, alegrias e por sempre acreditarem na minha capacidade.

Em especial a minha tia Claudiana, por todas as palavras de carinho, amor e apoio.

Ao meu orientador Jorge José de Brito Silva, pela orientação, apoio, paciência e acolhimento que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos Professores do curso de Engenharia Química por todos os conhecimentos passados e pela disposição em ensinar. Em especial, ao Carlos Eduardo, Lívia Ribeiro, Albanise Enide, Renata Rosas e Wagner Pimentel.

RESUMO

Os óleos essenciais são compostos aromáticos extraídos de várias partes das plantas podendo ser flores, frutos, raiz, cascas e entre outras. A utilização desses óleos provém de milhares de anos ao longo da história e eram utilizados principalmente na área medicinal devido as suas propriedades fitoterápicas. Hoje, eles estão presentes principalmente no desenvolvimento de cosméticos e medicamentos. Um dos maiores desafios da indústria de alimentos é a produção de produtos com uma vida útil prolongada e para isto, elas fazem uso de aditivos sintéticos. Porém a busca por alternativas mais saudáveis pelos consumidores fez com que as indústrias de alimentos encontrassem soluções e uma delas é a utilização de óleos essenciais como aditivos na produção de alimentos visto que o uso de aditivos sintéticos como corantes, aromatizantes e conservantes estão ligados a problemas de saúde como alergias, hipersensibilidade alimentar e câncer. O Brasil se destaca mundialmente na produção e processamento de laranja (*Citrus sinensis (L.) Osbeck*) gerando uma grande quantidade de resíduos que muitas vezes são descartados. Dados literários indicam que estes resíduos podem ser usados para extração de óleos essenciais. Diante disso, este estudo foi realizado com o objetivo avaliar a atividade antimicrobiana do óleo essencial de laranja. Para isto, a extração realizada foi em triplicata pelo método de hidro destilação sob temperatura constante de 100 °C. Após a extração do óleo foram verificadas suas propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e sua propriedade química (acidez). Além disso, foi realizado o cálculo de rendimento do óleo extraído. E por fim, a sua avaliação de atividade antimicrobiana foi realizada através do teste de sensibilidade antimicrobiana na qual foram usados os fungos *Penicillium sp e o Aspergillus niger* disponibilizados pelos alunos de pós graduação do Laboratório de Ensino de Engenharia Química (LEEQ). Nesta técnica, os discos utilizados foram feitos com papel de filtro com diâmetro de 5 mm cada. Os discos foram embebidos no óleo e seguidamente postos em cima do meio inoculado com os microrganismos. O óleo obtido apresentou aspecto homogêneo, incolor e odor característico da fruta. Enquanto sua acidez foi de 0,56%, sua densidade foi de 0,81 g/mL e seu rendimento foi de 1,77%. Apresentou eficiência apenas sobre o microrganismo *Penicillium sp* formando um halo de inibição de 11 mm. Sendo esta atividade explicada devido a presença de seu componente majoritário o limoneno.

Palavras-Chave: Laranja, Óleo essencial, Hidro destilação

ABSTRACT

Essential oils are aromatic compounds extracted from various parts of plants, including flowers, fruits, roots, bark, and others. These oils have been used for thousands of years throughout history and were mainly used in the medicinal field due to their phytotherapeutic properties. Today, they are mainly used in the development of cosmetics and medicines. One of the biggest challenges for the food industry is the production of products with a long shelf life, and to achieve this, they use synthetic additives. However, consumers' search for healthier alternatives has led the food industry to find solutions, and one of them is the use of essential oils as additives in food production, since the use of synthetic additives such as dyes, flavorings, and preservatives is linked to health problems such as allergies, food hypersensitivity, and cancer. Brazil stands out worldwide in the production and processing of oranges (Citrus sinensis (L.) Osbeck), generating a large amount of waste that is often discarded. Literature indicates that this waste can be used to extract essential oils. Therefore, this study was conducted to evaluate the antimicrobial activity of orange essential oil. For this purpose, the extraction was performed in triplicate using the hydrodistillation method at a constant temperature of 100 °C. After the oil was extracted, its physical properties (color, aroma and density) and chemical properties (acidity) were verified. In addition, the yield of the extracted oil was calculated. Finally, its antimicrobial activity was evaluated through the antimicrobial sensitivity test in which the fungi Penicillium sp and Aspergillus niger provided by the graduate students of the Chemical Engineering Teaching Laboratory (LEEQ) were used. In this technique, the discs used were made with filter paper with a diameter of 5 mm each. The discs were soaked in the oil and then placed on top of the medium inoculated with the microorganisms. The oil obtained had a homogeneous, colorless appearance and a characteristic odor of the fruit. While its acidity was 0.56%, its density was 0.81 g/mL and its yield was 1.77%. It was only effective against the microorganism Penicillium sp, forming an inhibition zone of 11 mm. This activity is explained by the presence of its major component, limonene.

Keywords: Orange, Essential oil, Hydrodistillation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4
2 OBJETIVOS 5
2.1 Geral 5
2.2 Específicos 5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 6
3.1 Laranjeira 6
3.2 Indústria de Suco de Laranja no Brasil 7
3.3 Óleos Essenciais 8
3.3.1 Óleo essencial da Laranja: Perspectivas e usos 8
3.4 O método de Extração: Hidro destilação 10
3.5 Teste de sensibilidade: difusão em ágar 11
4 METODOLOGIA 12
4.1 Obtenção e preparo da matéria-prima (*C. Sinensis (L.) Osbeck*) 12
4.2 Extração do óleo essencial da laranja pera (*C. Sinensis* (L.) *Osbeck*) 12
4.3 Propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e propriedade química (acidez) do Óleo Extraído 13
4.4 Rendimento do Óleo Essencial Extraído 14
4.5 Teste de Sensibilidade: Difusão em Ágar 14
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 15
6 CONCLUSÃO 18
7 REFERÊNCIAS 19

1 INTRODUÇÃO

As matérias-primas de origem vegetal possuem um elevado potencial para o seu aproveitamento integral, uma vez que os subprodutos gerados contêm alto valor agregado e podem ser fontes de nutrientes. No entanto, a população brasileira geralmente não está habituada a aproveitar os alimentos de forma integral, resultando em desperdícios das partes com alto valor nutricional, que são descartadas e acabam indo para o lixo por falta de conhecimento (BECKER; DAMIANI; MARTINS, 2020). Em virtude disso há um aumento na busca por alternativas sustentáveis para o aproveitamento da matéria orgânica gerada pela agroindústria, promovendo desta forma a redução do desperdício alimentar, porém, existem certas dificuldades na aplicabilidade dessas alternativas, como a falta de tempo para o processamento da matéria prima e tecnologia adequada disponível (SILVA et al, 2016).

Dentre esses resíduos destaca-se a casca da laranja proveniente das indústrias de processamento de suco. De acordo com Rivas et al. (2008), os resíduos da laranja correspondem a cerca de 50% do peso do fruto, contendo na casca uma composição rica em carboidratos solúveis e insolúveis que a tornam uma matéria-prima com alto valor agregado. E além disso, a casca da laranja é rica em óleos essenciais que de acordo com Marques (2022), são compostos naturais, voláteis e complexos que possuem muitos constituintes benéficos em sua composição, podendo ser extraídos de várias partes da planta, como casca, flores, folhas, frutos, entre outros.

Os óleos essenciais são utilizados há várias décadas nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos e, mais recentemente, estão sendo estudados como aromatizantes, flavorizantes e conservantes naturais pelas indústrias alimentícias (COSTA et al., 2015). Isto se deve ao fato que um dos maiores problemas enfrentados pela indústria alimentícia é a degradação de alimentos ocasionados por bactérias e fungos. Pois estes agentes além de provocarem danos aos alimentos podem também serem nocivos à saúde humana. Para tentar minimizar estes danos, as indústrias de alimentos utilizam aditivos a fim de prolongar a vida útil dos produtos nas prateleiras.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial antimicrobiano do óleo essencial da casca da laranja pêra extraído através do método de hidro destilação, mensurar o seu rendimento, realizar a verificação das propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e propriedade química (acidez).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o potencial antimicrobiano do óleo essencial da casca da laranja Pêra através do teste de sensibilidade microbiana também conhecido como difusão em disco.

2.2 Específicos

- Extrair o óleo essencial da casca da laranja Pêra através do método de extração por hidro destilação;
- Determinar o rendimento do óleo essencial extraído;
- Verificar as propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e a propriedade química (acidez) do óleo essencial da casca da laranja Pêra;
- Avaliar a atividade microbiana do óleo essencial da casca da laranja Pêra frente ao *Penicillium sp* e *Aspergillus niger.*

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Laranjeira

A laranjeira é umas das árvores frutíferas mais conhecidas, cultivadas e estudadas no mundo. A maioria das árvores cítricas é nativa da Ásia e com a laranjeira não é diferente, porém a sua região de origem é motivo de controvérsia de vários pesquisadores da área (FERNANDES, 2010). Tal planta é pertencente à família *Rutaceae*, gênero Citrus, espécie sinensis e é conhecida popularmente no Brasil como laranja doce.

Conforme Siqueira (2023) o que se chama genericamente de laranja são diferentes variedades das espécies cítricas e entre as variedades mais conhecidas estão a *Citrus sinensis*, chamada de laranja doce, e a *Citrus aurantium*, com mais acidez. Apesar de compartilharem características parecidas, os tipos de laranja divergem em tamanho, cor, quantidade de açúcares, de sementes, acidez e época de colheita.

De acordo com Pinto (2022) a espécie da Laranja-pera é a que apresenta maior importância comercial em Citrus, no Brasil e no mundo. A árvore da espécie C. *Sinensis (L.) Osbeck* é uma pequena árvore perene, de copa arredondada com alguns espinhos, com folhas largamente elípticas de tamanho variando entre 7 e 10 cm. As flores são brancas e aromáticas e os frutos são do tipo baga, que contém vesículas preenchidas por suco. O fruto maduro pode ser esférico, ovoide ou mesmo periforme, podendo ser de diversos tamanhos com diâmetro máximo de 30 cm. A coloração da casca pode variar do amarelo ao verde conforme a Figura 1.

Figura 1: Laranja pera

Fonte: A autora (2024)

3.2 Indústria de Suco de Laranja no Brasil

O Brasil é o maior produtor global de laranja e de suco, além de ser o maior exportador do suco. Na região do "Cinturão Citrícola", entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, onde se localiza a maior concentração de propriedades, produz-se cerca de 315 milhões de caixas de 40,8 kg por safra. Nas exportações, os destinos são a União Europeia (57%), os Estados Unidos (30%) e países asiáticos (9%) (NEVES, 2024). Quando comparado a outros países o Brasil é um dos maiores produtores de suco de laranja, respondendo por 81,5% do comércio global de laranja, com aproximadamente um milhão de toneladas produzidas a cada ano. Além disso, o país é líder mundial em exportações (MONGELLI, 2020).

O processamento da laranja até a sua comercialização como suco envolve uma série de operações industriais descritas na Figura 2.

.

Figura 2: Fluxograma do processo do suco de laranja

Fonte: A autora (2024)

Segundo Martín (2010), uma das consequências do processo de fabricação do suco de laranja é a geração de uma grande quantidade de resíduos sólidos em forma de cascas, sementes e bagaço. O reaproveitamento destes resíduos possibilita a fabricação de subprodutos que possuem benefícios econômicos e ambientais significativos.

Cabe ressaltar que grande parte desses resíduos são destinados ao preparo de ração animal, fabricação de fertilizantes e extração de óleos essenciais que servirão para a indústria de cosméticos ou de alimentos. Entretanto, nem todas as processadoras realizam tais passos o que ocasiona no descarte de materiais que poderiam ser reaproveitados.

3.3 Óleos Essenciais

Os óleos essenciais possuem atividade antibacteriana e antifúngica e têm sido rastreados como potencial fonte de novos compostos para o tratamento de doenças infecciosas. Também chamados de óleos voláteis, são líquidos aromáticos extraídos a partir de plantas, possuindo forte propriedade aromatizante, sendo utilizados como matérias primas nas formulações em indústrias de medicamentos, perfumaria, cosméticas e higiene (CRUZ & BEZERRA, 2018).

Além disso, de acordo com Kusey (2021), esses compostos voláteis podem ser extraídos de diversas partes vegetais como raízes, folhas, flores, cascas, sementes e frutos. Independente da sua localização nos vegetais, os voláteis são conhecidos por desempenharem importantes funções biológicas. Além de conferir à planta seu aroma característico, alguns óleos essenciais possuem propriedades de defesa que a protegem contra predadores, desempenham papel na polinização e auxiliam no controle da temperatura.

De acordo com Alves et al (2022), os óleos voláteis não são estáveis na presença de metais, umidade, calor, luz e ar possuindo densidade entre 0,84 e 1,18 g/ml. São solúveis em solventes lipofílicos, como óleos fixos, éter de petróleo, clorofórmio, éter e etanol. Sua solubilidade em água é baixa, mas em moléculas oxigenadas contendo grupamentos alcoólicos e ácidos, são parcialmente solúveis.

3.3.1 Óleo essencial da Laranja: Perspectivas e usos

O Brasil é o maior produtor mundial e exportador de suco de laranja e, em consequência, o maior produtor e exportador do óleo essencial de laranja (principalmente *Citrus sinensis*, além de outras espécies) (USDA, 2016). De acordo com Bizzo & Rezende (2022), na última década, da quantidade total de óleos essenciais exportados pelo Brasil a cada ano, cerca de 95% foi de óleo essencial de laranja, o que correspondeu de 80 a 90% do total de valores arrecadados com

exportação de óleos essenciais no mesmo período. A quantidade exportada variou pouco ao longo da década, entre 25 e 31 mil toneladas/ano. Apenas em 2020 houve um aumento mais expressivo, com 35 mil toneladas exportadas. O preço, entretanto, variou fortemente no mesmo período, tendo ido de US$ 4,6 por quilograma, em 2011, até o máximo de US$ 8,9/kg no biênio 2017-2018, retornado ao patamar de US$ 4,6 em 2020, com reflexo direto no total arrecadado com as exportações nestes dois anos e, consequentemente, no perfil da balança comercial dos óleos essenciais no período.

O óleo essencial de laranja possui até 300 compostos diferentes e se dividem em duas partes, a não volátil e a volátil. A porção não volátil do óleo é composta principalmente por carotenoides e flavonoides. A porção volátil é composta por: cetonas, aldeídos, álcoois, ésteres, e hidrocarbonetos terpênicos, como o limoneno, mirceno e valenceno (BAKKALI et al., 2008).

Os componentes fenólicos nos óleos essenciais são reconhecidos como componentes bioativos com ótima atividade antimicrobiana, e podem ser utilizados evitando o crescimento de microrganismos patogênicos em alimentos. Nos óleos essenciais cítricos, o principal componente responsável por sua atividade antimicrobiana é o limoneno. (VELAZQUEZ-NUNEZ et al., 2013). O limoneno é o principal composto presente no óleo essencial de laranja responsável por sua capacidade antimicrobiana. Essa capacidade está relacionada com a habilidade do composto em penetrar na parede celular e causar o rompimento da membrana celular, resultando no vazamento citoplasmático, inibindo o crescimento micelial ocasionando a morte celular (KRINGEL et al., 2017).

Os óleos essenciais já tem sido utilizados como aromatizantes em alimentos e bebidas, porém devido aos seus compostos antimicrobianos, podem também serem utilizados na conservação de alimentos. A atividade antimicrobiana do óleo essencial, se dá devido a presença de compostos terpenoides e fenólicos, e pode variar de acordo com a origem da planta, época de colheita, clima e armazenamento (OUSSALAH et al., 2007).

De acordo com Souza (2023) as principais aplicações dos óleos essenciais de citros tem sido na indústria cosmética, com sua aplicação em cremes e perfumes, e na indústria alimentar, utilizado como aditivos principalmente em balas e doces. Muitas pesquisas mostram potencial para aplicação destes óleos como conservantes alimentares, atuando contra bactérias e fungos, em diversos alimentos. Além disso, há também aplicações medicinais, onde o composto limoneno auxilia no tratamento de distúrbios psiquiátricos e estresse, pois possui ação antidepressiva sobre o sistema nervoso central.

3.4 O método de Extração: Hidro destilação

Os métodos de extração dos óleos voláteis variam conforme a sua localização na planta e também da utilização do mesmo. Além disso, dependendo do método, pode variar significativamente a composição deste óleo. Os métodos de extração tradicionalmente utilizados são: hidro destilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, extração por fluido supercrítico, dentre outros (LEÃO, 2015).

A hidro destilação é considerado um método simples para a extração de óleos essenciais e consiste na imersão do material analisado em água destilada em um balão de fundo redondo posicionado sob uma manta aquecedora ao qual é acoplado um condensador. Tal conjunto recebe o nome de Aparato de Clevenger. Na hidro destilação, o material vegetal é imerso em água sob aquecimento, até a fervura, resultando na formação de vapores que arrastam os compostos voláteis, os quais, após condensação separam-se da fase aquosa por decantação (FERREIRA et al., 2012). De acordo com Silva (2011), na hidro destilação o material vegetal permanece em contato com a água em ebulição, o vapor força a abertura das paredes celulares e ocorre a evaporação do óleo que está entre as células da planta.

3.5 Teste de sensibilidade: difusão em ágar

O teste de difusão em ágar, também chamado de difusão em placas, é um método físico, no qual um microrganismo é desafiado contra uma substância biologicamente ativa em meio de cultura sólido e relaciona o tamanho da zona de inibição de crescimento do microrganismo desafiado com a concentração da substância ensaiada (PINTO et al., 2003).

De acordo com Hewitt (1989), o método de difusão em ágar se baseia na difusão do antifúngico contido em um cilindro de aço inoxidável, através de uma camada de ágar uniformemente inoculada. O crescimento do microrganismo agregado se detém em uma área circular ou "zona" ao redor do cilindro que contém a solução do antibiótico, dessa forma, o microrganismo funciona como indicador que permite identificar baixas concentrações do antimicrobiano que limita o seu crescimento. Além dos cilindros, é possível ainda o uso de "templates", orifícios ou discos de papel.

Conforme Vital *et al.* (2004), a determinação da atividade antimicrobiana é uma análise microbiológica in vitro essencial na avaliação de substâncias antimicrobianas pelas indústrias farmacêuticas. A técnica de difusão em ágar, descrita por Bauer e colaboradores em 1966, está entre as técnicas mais empregadas no controle de qualidade microbiológico.

4 METODOLOGIA

4.1 Obtenção e preparo da matéria-prima (*C. Sinensis (L.) Osbeck*)

As laranjas foram adquiridas de um mercado livre na cidade de Murici. Após a obtenção as frutas passaram por uma etapa de lavagem para retirada de possíveis resíduos de sujeira na casca. Seguidamente, as frutas foram secas com papel toalha e descascadas manualmente com uma faca. As cascas foram guardadas em um pote plástico até a sua utilização (cerca de 24h) na geladeira.

4.2 Extração do óleo essencial da laranja pera (*C. Sinensis* (L.) *Osbeck*)

O óleo essencial foi extraído da casca da laranja pera através do método de hidro destilação utilizando o aparelho de Clevenger mostrado na Figura 3 do Laboratório de Ensino de Engenharia Química (LEEQ) no Centro de Tecnologia (CTEC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). As cascas foram trituradas em liquidificador para aumentar a superfície de contato e facilitar penetração da água no material e consequentemente otimizar a extração do óleo. Cerca de 110 g do material triturado foi pesado em balança semianalítica e transferido para o balão de fundo redondo ao qual foi adicionado 500 mL de água destilada. Posteriormente o aparelho de Clevenger foi montado e a manta de aquecimento foi ligada e a temperatura foi mantida constante em 100 °C durante todo o processo que foi realizado em triplicata e durou em torno de 2h e 30 min cada operação conforme Fernandes *et al* (2013).

A cada extração o óleo foi coletado em Erlermeyer e pesado de modo a permitir o cálculo de seu rendimento. O armazenamento do óleo foi realizado em frasco de cor âmbar para evitar a sua oxidação e seguidamente, o mesmo foi armazenado a temperatura de 20 °C até sua análise.

Figura 3: Aparelho de Clevenger

Fonte: A autora (2024)

4.3 Propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e propriedade química (acidez) do Óleo Extraído

O óleo essencial extraído da casca da laranja foi caracterizado conforme suas propriedades físicas (cor, aroma e densidade) e propriedade química (acidez) analisadas após sua extração. A análise de cor consistiu em verificar visualmente a coloração do óleo extraído, e a de aroma, o cheiro emitido.

Quanto ao índice de acidez foi determinado por titulação. Para isto, foram pesadas 2 g da amostra de óleo essencial extraído misturadas a 25 mL de álcool etílico neutro na qual foram adicionadas 3 gotas do indicador fenolftaleína. E posteriormente, esta solução foi titulada com NaOH (0,1 N) de acordo com Instituto Adolf Lutz (2008) e descrito na Equação 1.

$$Acidez\ (\%) = \frac{Vxfx5{,}61}{P} \quad (1)$$

Onde,

V= volume de NaOH;

f = Fator de conversão NaOH;

P= Massa da amostra;

Enquanto que sua densidade (d) foi calculada relacionando a massa (m) e o volume (v) de óleo obtido seguindo a Equação 2.

$$d = \frac{m}{v} \quad (2)$$

4.4 Rendimento do Óleo Essencial Extraído

O rendimento do óleo essencial extraído da casca da laranja foi calculado como proposto na Equação 3.

$$R(\%) = \frac{Móleo}{Mamostra} x\ 100 \quad (3)$$

4.5 Teste de Sensibilidade: Difusão em Ágar

No presente trabalho foram utilizados os microrganismos *Penicillium e o Aspergillus niger* dispostos no laboratório de Ensino de Engenharia Química (LEEQ). O meio de cultura utilizado foi o ágar nutriente na qual foram pesados 3,12 g do meio para 80 mL de água destilada. Utilizou-se um Erlermeyer para a preparação e então a solução foi aquecida em banho-maria (30ºC) até a sua completa dissolução. Seguidamente foi auto clavada (120 ºC) por 15 minutos. O meio preparado foi depositado em placas de Petri também autoclavadas. Para a preparação dos discos foram utilizados papel de filtro obtidos com o auxílio de um cortador de papel na qual cada disco possuía 5 mm de diâmetro.

A inoculação do meio foi realizada através da técnica de espalhamento. Para isto, foi utilizada a alça de Drigalski para facilitar a deposição da suspensão de fungos no meio. Após a inoculação, cada disco foi embebido com o óleo essencial de laranja e colocado no centro de cada placa contendo o meio inoculado com um dos fungos. Posteriormente foram incubadas em estufa por 48 horas a 35ºC. As placas foram lidas após o período de incubação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O óleo essencial extraído, como podemos ver na Figura 4, apresentou aparência incolor e cheiro levemente ácido característico da fruta. De acordo com Brasileira (1988) apresenta aspecto homogêneo, líquido, oleoso e translúcido. Neste trabalho, a acidez encontrada foi de 0,56%. Este valor está de acordo com o que foi encontrado por Silva *et al* (2013) que ao realizarem o estudo da composição química do óleo essencial extraído da casca da laranja obtiveram valores entre 0,22% e 0,56%. Por outro lado, a densidade encontrada no presente trabalho foi de 0,81 g/ml, este valor foi superior comparado com o encontrado por Souza (2023) que obteve 0,72 g/ml utilizando o mesmo método de extração.

Figura 4: Óleo essencial de laranja

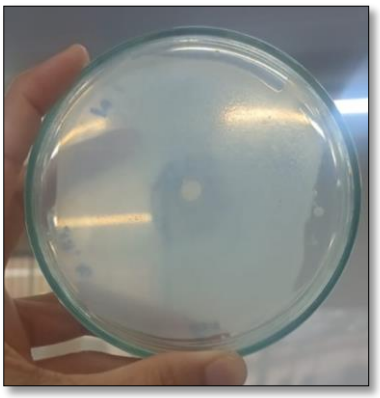
Fonte: A autora (2024)

O rendimento obtido foi de 1,77%, valor inferior comparado ao obtido por Leão (2015) que obteve rendimento de 2% utilizando cascas frescas. Orso *et al* (2022) obteve rendimento de 1,34 % utilizando 40g de cascas secas. De acordo com Souza (2023), a utilização da matéria-prima triturada é mais eficiente no processo de hidro destilação, fazendo com que aumente a superfície de contato e rompendo as paredes celulares, assim o conteúdo presente no interior das células ficará mais acessível a ação da água.

Na análise antimicrobiana do óleo essencial da laranja foi observado que o mesmo apresentou atividade frente ao fungo *Penicillium sp*, porém foi ineficaz quanto ao *Aspergillus niger*.

Na Figura 5 podemos observar a formação de halo de inibição de diâmetro 11 mm em torno do disco de papel embebido com o óleo extraído demonstrando assim a sua eficácia.

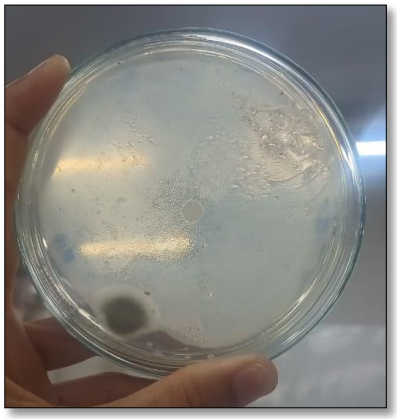
Figura 5: Atividade do óleo essencial de laranja frente ao fungo *Penicillium sp*



Fonte: A autora (2024)

Os compostos fenólicos que estão presentes nos óleos essenciais, eles têm demonstrado efeitos antifúngicos, que, entre outros mecanismos, podem ocorrer pela inativação do sistema enzimático de microrganismos envolvidos na produção de energia e na síntese de componentes estruturais. A atividade antioxidante dos extratos vegetais sobre a atividade da peroxidase pode indicar que eles têm potencial para inibir o desenvolvimento de fungos e a produção de micotoxinas (MELLO e GUERRA, 2002). Na Figura 6 podemos observar a não formação do halo de inibição.

Figura 6: Ausência de halo de inibição frente ao *Aspergillus niger*



Fonte: A autora (2024)

Pires (2007) ao estudar o efeito inibitório de óleos essenciais de citros sobre o crescimento de microrganismos observou o efeito fungicida do óleo sobre o fungo *Penicillium*

expansum. Por outro lado, ao estudaram a aplicação do óleo essencial da casca da laranja Citrus aurantium contra o fungo *Aspergillus niger*, Zabka, Pavela e Prokinova (2014).

6 CONCLUSÃO

A hidro destilação utilizando o aparato de Clevenger se mostrou eficaz na obtenção do óleo essencial de laranja na qual foi o rendimento obtido foi de 1,77%. E através de análise sensorial (visual e olfativa) foi possível analisar que o óleo apresenta aspecto incolor, homogêneo e cheiro característico da fruta. Além disso, apresentou uma acidez titulável de 0,56% e densidade de 0,81 g/ml que são valores de acordo com dados da literatura.

A atividade antimicrobiana do óleo essencial de laranja é devido a presença do componente limoneno. Foi evidenciada sua eficiência na inibição do crescimento do microrganismo *Penicillium sp,* pois produziu um halo de inibição cujo o diâmetro foi de 11 mm. Entretanto, não foi efetivo sobre o fungo *Aspergillus niger*. Diante disso, podemos perceber que há grandes perspectivas quanto a sua utilização principalmente na indústria de alimentos.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, N. V; CASTRO, I. P. M; GELLEN, L.F. A; PANONTIN, J.F. Potencial farmacológico dos óleos essenciais: uma atualização. Práticas Integrativas e Complementares: visão holística e multidisciplinar, v. 2, p. 145-160, 2022.

BAKKALI, F; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 2, p. 446–475, 2008. ISSN 0278-6915. Disponível em: ⟨https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691507004541⟩. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. Química Nova, v. 45, p. 949-958, 2022.

COSTA, D. C.; COSTA; H. S.; ALBUQUERQUE; T. G.; RAMOS, F. Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, vol.18, n.1 Botucatu. Jan./Mar. 2015.

CRUZ, M. J. F.; BEZERRA, S. B. Obtenção do óleo essencial de Ocimum gratissimum L para desenvolvimento de cosmético de limpeza facial. Revista Diálogos Acadêmicos, v. 6, n. 2, 2018.

DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS VEGETAIS: potenciais e limitações. Portal de Livros da Editora, *[S. l.]*, v. 1, n. 35, p. Lv35, 2020.

FERNANDES, B. C. Desenvolvimento histórico da citricultura. 2010. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Econômicas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, 2010.

FERNANDES, I. J.; KIELING, A.G.; BREHM, F.A.; AGOSTI, A.; MORAES, C.A.M. Avaliação da extração de óleo essencial do resíduo casca de laranja. Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. 2013

FERREIRA, A. P.; SILVA; C. B.; NEVES, J.D.S.; SANTOS; L.A.; ARAÚJO, M. M.C.; BARROS; R.P. Eficiência do Aparelho de Clevenger na Extração do Óleo Essencial do Capim-Citronela (Cymbopogon winterianusJowitt).2012.

HEWITT, W. Theory and application of microbiological assay. California: Academic Press, Inc. 1989. 323p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

KRINGEL, D. H. Encapsulação do óleo essencial de laranja em ´ β-ciclodextrina: Ação antifúngica e aplicação em bolos. 2019. Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. Disponível em: ⟨http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/4527/1/TESE\ %20final-Dianini.pdf⟩. Acesso em: 03 de novembro de 2024.

KUSEY, C. A. Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Santo Ângelo, RS, 2021.

LEÃO, M. Análise do óleo essencial da laranja doce Citrus sinensis (L.) Osbeck obtido das cascas secas e frescas através do método de extração por hidrodestilacao.2015. Universidade de Santa Cruz do Sul - RS. Disponível em: ⟨https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1015⟩. Acesso em: 30 de outubro de 2024.

MARTÍN, M. A.; SILES, J.A.; CHICA, A. F.; MARTÍN, A. Biomethanization of orange peel waste. Bioresource technology, v. 101, n. 23, p. 8993-8999, 2010.

MELO, E. A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. Bol. SBCTA, v. 36, n.1, p. 1-11, jan./jun. 2002.

MONGELLI, Leticia. Fabricação Do Suco De Laranja: Principais Etapas E Características Do Processo.BetaEQ. Disponível em:https://betaeq.com.br/index.php/2020/10/19/fabricacao-do-suco-de-laranja-principais-etapas-e-caracteristicas-do-processo/ /Acesso em: 19 de outubro de 2024

NEVES, M. F.; A laranja e o suco brasileiro ao redor do mundo. Veja, 2024. Disponível em:< https://veja.abril.com.br/coluna/mundo-agro/a-laranja-e-o-suco-brasileiro-ao-redor-do-mundo>. Acesso em: 08.07.2024

ORSO, V. T.; RODRIGUES, W.L; CORT, J.D.; ZANETTI, M.; COLPANI, G.L.; ZEFERINO, R.C.C. Attainment and characterization of orange essential oil obtained from residues of citrus sinensis valencia. Research, Society and Development, v. 11, p. e34211931876, 2022. ISSN 2525-3409. Disponível em: ⟨https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31876⟩. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M.Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli o157:h7, salmonella typhimurium, staphylococcus aureus and listeria monocytogenes. Food Control, v. 18, n. 5, p. 414–420, 2007. ISSN 0956-7135. Disponível em: ⟨https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713505002872⟩. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

PINTO, B. R.; OTIMIZAÇÃO DA DESTILAÇÃO POR ARRASTE A VAPOR DO LIMONENO DE Citrus sinensis (L.) Osbeck E AS SUAS APLICAÇÕES. 2022. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Química) – Universidade Federal do ABC, 2022

PINTO; T.J.A; KANEKO, T.M.;OHARA, M.T. 2003. *Controle Biológico de Qualidade de Produtos Farmacêuticos, Correlatos e Cosméticos* 2.ed. São Paulo: Atheneu Editora, 325 p.

PIRES, T. C. Efeito inibitório de óleos essenciais de citros sobre o crescimento de microrganismos. 2007. 61 p. Dissertação (Mestrado Microbiologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

RIVAS, B.; TORRADO, A., TORRE, P.; CONVERTI, A.; DOMÍNGUEZ, J. M. Submerged citric acid fermentation on orange peel autohydrolysate. J. Agric. Food Chem., v. 56, p. 2380-7, 2008

SILVA, A..; MELO, N. F.; NOGUEIRA, J.; MARTINS, L. .; GALDOS-RIVEROS, A. . Perfil Fitoquímico e Suscetibilidade antibacteriana da Lafoensia pacari Saint-Hilaire (Lythraceae) e Persea americana Mill (Lauraceae) do cerrado brasileiro. Enciclopedia Biosfera, [S. l.], v. 13, n. 24, 2016.

SILVA, T.G.; CREMONEZE, M. L.; ARGANDONA, E. J.S; COSTA, W.F.; SILVA, R.C.L. Composição química do óleo essencial da casca de Citrus sinensis L. e Citrus aurantiun L. Universidade Federal do Oeste do Pará, 2013.

SIQUEIRA, I.; Quais são os tipos de laranja produzidos no Brasil. Exame, 2023. Disponível em:<https://exame.com/agro/quais-os-tipos-de-laranja-produzidas-no-brasil/>. Acesso em: 08.07.2024

SOUZA, F. G. Extração de óleo essencial da casca de laranja "pera" (Citrus sinensis L. Osbeck) por hidrodestilação : caracterização química e atividade antimicrobiana.2023. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2023

USDA (2016) Citrus: United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service January World Markets and Trade. Disponível em: <https:// apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>. Acesso em: 10 julho 2024.

VELAZQUEZ-NUNEZ, M. J.; SOSA, R.A; PALOU, E.; MALO, A. L. Antifungal activity of orange (citrus sinensis var. valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. Food Control, v. 31, n. 1, p. 1–4, 2013. ISSN 0956-7135. Disponível em: ⟨https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S0956713512005294⟩. Acesso em: 20 de outubro de 2024.

VITAL, T. M.; REIS, C.; GARCIA-ZAPATA, M. T. A.; CUNHA, L. C. Estudo comparativo de duas técnicas farmacopéicas de avaliação da atividade antimicrobiana dos fármacos: nistatina, eritromicina, neomicina e gentamicina. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.40, n.2, p. 219-227, 2004.

ZABKA, M.; PAVELA, R.; PROKINOVA, E. Antifungal activity and chemical composition of twenty essential oils against significant indoor and outdoor toxigenic and aeroallergenic fungi. Chemosphere, v. 112, p. 443-448, 1o out. 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL
BIBLIOTECA CENTRAL

TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Graduação – Especialização – Mestrado – Doutorado – Memorial acadêmico – Relatório científico/Pós-doutorado

Na qualidade de titular dos direitos autorais deste trabalho, concedo ao Repositório Institucional da Universidade Federal de Alagoas, doravante nomeado RI/UFAL, o direito não-exclusivo de depositá-lo em sua base de dados (http://www.repositorio.ufal.br) e de distribuí-lo mundialmente, na íntegra e sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme as permissões abaixo assinaladas, como também, de acordo com a Lei n. 9.610/98, **para fins não comerciais, leitura, impressão, download e demais usos que se fizerem necessários para a divulgação da produção científica brasileira a partir desta data.**

1 Tipo do trabalho

☐	**Dissertação + Produto Educacional**
☐	**Dissertação**
☐	**Tese**
X	**Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)**
☐	**Trabalho de Conclusão de Curso (especialização)**
☐	**Memorial Acadêmico**
☐	**Relatório Científico/Pós-doutorado**

2 Identificação do trabalho:

1º Autor(a)	Maria Beatriz da Silva Souza
Lattes[1]	
2º Autor(a)[2]	
Lattes[1]	
Orientador(a)	Jorge José de Brito Silva
Lattes[3] Orientador(a)	http://lattes.cnpq.br/8076393341799054
Coorientador(a)	

1 Este campo deve ser **obrigatoriamente** preenchido com o link do currículo Lattes do(a) autor(a), no caso de **relatórios científicos de pós-doutorado, trabalhos de conclusão de curso (TCC) oriundos de pós-graduação lato sensu (especialização), teses, dissertações e memoriais acadêmicos;** sendo **opcional** para TCC provenientes de cursos de graduação.

2 Em caso de coautoria (mais de um autor) ou autoria coletiva (vários autores), todos os nomes devem ser informados, assim como os respectivos currículos Lattes (informação **obrigatória** para **dissertação** e **tese**).

3 Este campo deve ser **obrigatoriamente** preenchido com o link do currículo Lattes do(a) orientador(a), no caso de **relatórios científicos de pós-doutorado, TCC oriundos de pós-graduação (lato sensu), TCC provenientes de graduação, dissertações e teses.** Este item **não se aplica** a **memoriais acadêmicos**.

Membros da Banca:

1º Membro	Jorge José de Brito Silva
2º Membro	Albanise Enide da Silva
3º Membro	Renata Maria Rosas Garcia Almeida
4º Membro	
5º Membro	

Data da Defesa:	03 de dezembro de 2024

Título do trabalho no idioma original:

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA CASCA DA LARANJA PÊRA Citrus sinensis (L.) OsbeckAvaliação

Palavras-chave no idioma original:

Laranja, Óleo essencial, Hidro destilação

Título do trabalho em outro idioma (quando houver)**:**

Palavras-chave em outro idioma (quando houver)**:**

Orange, essential oil, Hydrodistillation

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL
BIBLIOTECA CENTRAL

RIUFAL
Repositório Institucional da Ufal

Curso de graduação/Programa de pós-graduação/Unidade:

Engenharia Química/CTEC

Agência de fomento (Capes, CNPq, Fapeal, etc.) / Preencha quando houver e informe qual:

4 Informação de acesso ao documento:

Liberação para publicação:	**Total**	X
	Embargado[4]	

Em caso de acesso embargado, justifique no campo abaixo:

5 Endereço do depositante para contato:

Logradouro:	Rua Geraldo Augusto dos Santos		
Nº 38	**Compl.:** Astolfo Lopes		**CEP:** 57820-000
Cidade: Murici		**Estado:** Alagoas	
Tel.(s): 82 99387-9436			
E-mail: maria_beatrizssouza@outlook.com			
Data de entrega do documento: 06 de dezembro de 2024			

4 **O embargo poderá ser mantido por até 01 (um) ano a partir da data de entrega do documento, informada no termo de autorização,** salvo o resumo e os metadados (elementos referenciais) que ficarão sempre disponibilizados, em cumprimento à Portaria nº 13/2006 da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). **A prorrogação do prazo do embargo deverá ser feita no transcurso do primeiro ano do embargo, sendo necessária a justificativa junto ao RI/UFAL. A falta do requerimento da prorrogação do embargo dentro do prazo mencionado resultará na liberação imediata e automática de todo o conteúdo da produção científica.**

Declaro, para os devidos fins, que:

[X] O documento entregue é meu trabalho original, sobre o qual ainda detenho o direito exclusivo de dispor dos direitos autorais, sem infringir direitos de terceiros.[5]

[X] O documento fornecido se trata da versão final do trabalho, devidamente corrigida conforme as recomendações da banca examinadora (quando for o caso).

[ ] O documento entregue contém material de titularidade de terceiros, para o qual foi(ram) obtida(s) a(s) devida(s) autorização(ões) do(s) detentor(es) dos direitos autorais com o fim licenciar o documento conforme as permissões atribuídas. O material de titularidade de terceiros está devidamente identificado e expresso no documento entregue.[6]

[ ] O documento fornecido foi elaborado com base em trabalho financiado/apoiado por instituição de fomento, sendo todas as obrigações estipuladas no contrato ou acordo integralmente cumpridas.[7]

[X] No documento submetido não há divulgação de dados sensíveis, estando o trabalho em conformidade com as disposições da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n. 13.709/2018).[8]

Declaro, por fim, que estou ciente de que o conteúdo submetido é de minha inteira responsabilidade.

gov.br
Documento assinado digitalmente
MARIA BEATRIZ DA SILVA SOUZA
Data: 06/12/2024 19:55:40-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do(a) depositante

5 Esse item deve ser assinalado quando o documento possuir apenas um(a) autor(a).

6 Esse item deve ser assinalado quando o documento possuir mais de um(a) autor(a).

7 Esse item deve ser assinalado sempre que o trabalho tiver o financiamento de alguma agência de fomento.

8 Saiba sobre o conteúdo da LGPD em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm