

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ADRIEL JOSÉ DA SILVA

**APLICAÇÃO DE ENZIMA CELULASE NA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE
MANJERICÃO**

**TOLEDO
2022**

ADRIEL JOSÉ DA SILVA

**APLICAÇÃO DE ENZIMA CELULASE NA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE
MANJERICÃO**

**APPLICATION OF CELLULASE ENZYME IN BASIL ESSENTIAL OIL
EXTRACTION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos (COPEQ) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

TOLEDO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ADRIEL JOSÉ DA SILVA

**APLICAÇÃO DE ENZIMA CELULASE NA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE
MANJERICÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Tecnólogo em Processos Químicos da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 23/novembro/2022

Viviane da Silva Lobo
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Renato Eising
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Andrey lopes
Mestre
Indústria De Heus

TOLEDO

2022

OBS: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Processos Químicos.

Dedico este trabalho à minha família, pelos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrado, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradeço à minha orientadora Professora Dra Viviane da Silva Lobo, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala e professores pelos ensinamentos.

Agradeço à Universidade pelo espaço cedido para o desenvolvimento do trabalho e a fundação Araucária pela bolsa disponibilizada.

Agradeço ainda à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) por realizar as análises cromatográficas em fase gasosa.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que você pode fazer, o que a empresa pode fazer é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento.
(DAVENPORT; PRUSAK, 2012).

RESUMO

Os óleos essenciais (OE) são mistura de substâncias voláteis de origem vegetal presentes em folhas, flores, cascas ou raízes de plantas. Estes OE são produzidos pela planta para sua autodefesa e para a atração de animais polinizadores. Para a obtenção do óleo essencial do manjeriço realizou-se a hidrodestilação em um equipamento Clevenger com balão de fundo redondo com capacidade de 2 L, utilizando as folhas separadas do talo. Adicionou-se 1 L de água destilada com 100 g de folha e semente de manjeriço. Para a obtenção do OE *in natura*, após a adição da planta no balão com água, aqueceu-se a mistura até temperatura de fervura. Já o procedimento de extração do OE utilizando a enzima comercial Celulase foi realizado adicionando enzima no balão contendo água e planta, essa mistura foi mantida em banho maria a uma temperatura de 50° C por duas horas antes de realizar a hidrodestilação. Variou-se a concentração de enzima entre 0,05% até 0,25%. A hidrodestilação também teve sua condição de tempo variada de 30 minutos até 120 minutos. Observou-se durante os processos que o melhor tempo para a destilação dessa espécie de manjeriço era de 60 minutos e concentração de enzima de 0,15%, visto que para essa concentração obteve-se o dobro de OE da obtida em *in natura* nas mesmas condições.

Palavras-chave: clevenger; hidrodestilação; enzima.

ABSTRACT

Essential oils (EO) are a mixture of volatile substances of vegetable origin present in leaves, flowers, bark or roots of plants. These EOs are produced by the plant for self-defense and to attract pollinating animals. To obtain basil essential oil, hydrodistillation was carried out in a Clevenger equipment with a round bottom flask with a capacity of 2 L, using the leaves separated from the stalk. 1 L of distilled water was added with 100 g of basil leaf and seed. To obtain the EO in natura, after adding the plant to the flask with water, the mixture was heated to boiling temperature. The EO extraction procedure using the commercial enzyme Cellulase was carried out by adding enzyme to the flask containing water and plant, this mixture was kept in a water bath at a temperature of 50° C for two hours before performing hydrodistillation. The enzyme concentration was varied from 0.05% to 0.25%. Hydrodistillation also had its time condition varied from 30 minutes to 120 minutes. It was observed during the processes that the best time for the distillation of this basil species was 60 minutes and enzyme concentration of 0.15%, since for this concentration twice as much EO was obtained as that obtained in natura in the same conditions.

Keywords: clevenger; hydrodistillation; enzyme.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estruturas dos principais compostos do óleo essencial de manjeriçã	16
Figura 2 - Destilação por arraste a vapor em escala industrial.....	17
Figura 3 - Aparelho do tipo Clevenger de hidrodestilação laboratorial	17
Figura 4 - Fluxograma de extração	19
Figura 5 - Cromatograma do óleo essencial de manjeriçã in natura e com enzima celulase	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rendimento de óleo essencial <i>in Natura</i> variando tempo	22
Tabela 2 - Rendimento de óleo essencial de manjerição com utiliza�o de enzima	22
Tabela 3 - Cromatografia do óleo essencial de manjerição <i>in natura</i>	24
Tabela 4 - Cromatografia do óleo essencial de manjerição com enzima	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OE	Óleo essencial
CG	Cromatografia gasosa
L	Litro
mL	Mililitro
g	Gramma
CG/FID	Cromatografia em fase gasosa com Detector por Ionização de Chama

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos.....	13
1.2	Justificativa.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Óleo essencial de manjeriço	15
2.1.1	Técnicas para a obtenção de óleos essenciais	16
2.2	Enzima.....	17
2.2.1	Extração de óleos essenciais utilizando enzima	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Extração de óleo essencial de manjeriço.....	19
3.2	Análises de caracterização do óleo essencial.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Os Óleos (OE) essenciais são definidos como substâncias voláteis presentes em cascas, flores, cascas, folhas, raízes e frutas. Sua presença no mercado está relacionada a perfumarias, alimentos, cosméticos e auxiliando em medicamentos (BIZZO, 2009). Os OE são, segundo a International Standard Organization (ISO, 2013), produtos obtidos das partes das plantas, por meio de destilação por arraste com vapor d'água. Ainda são considerados óleos por geralmente serem líquidos e de aparência oleosa à temperatura ambiente, são considerados de essências, pelo seu aroma agradável e intenso da maioria de seus representantes.

Os métodos mais utilizados de extração de OE são a hidrodestilação que é contato planta e água (MATTANA et al. 2015) e o arraste a vapor onde o vapor de água passa é carrega o óleo (ECIRTEC, 2016).

O preço agregado nos óleos essenciais é elevado, pois a quantidade de matéria prima necessária é muito elevada e os equipamentos de extração tem um alto custo, além de seu rendimento ser baixo visto que fica por volta de 1% (BIASI LA et al., 2009).

Uma forma de elevar o rendimento de óleo essencial é com a utilização de catalisadores biológicos (enzimas), que irão ajudar a romper as paredes celulares da planta contribuindo com o aumento do rendimento, no entanto um pré-tratamento se faz necessário para que o catalisador haja nas paredes da planta (REIS, 2013).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o rendimento de óleo essencial de manjeriço utilizando enzima comercial como pré-tratamento.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar o melhor tempo de extração do óleo essencial de manjeriço sem o pré-tratamento com enzima, em função de rendimento;
- Determinar a melhor concentração enzimática para obter o melhor rendimento da extração do óleo essencial;
- Avaliar a análise de composição química dos óleos essenciais obtidos.

1.2 Justificativa

A utilização de óleo essencial (OE) vem crescendo no mundo e, principalmente, por seu potencial terapêutico. Além de possuírem propriedades terapêuticas e diversos benefícios para a saúde, apresentam atividade antibacteriana e antioxidante (SILVESTRI et al., 2010).

O grande problema do OE é seu custo devido ao seu rendimento, pois necessita-se de uma grande quantidade de insumo e se obter um baixo rendimento final. Isto está ligado ao fato de conter parte do produto no interior da planta, por esses motivos o preço final do produto é elevado no mercado (BIASI LA et al., 2009).

Quando se utilizam enzimas da família Celulase na extração, o contato do vapor d'água com a planta é favorecido, pois as enzimas rompem as paredes celulares, facilitando a retirada de OE que estejam mais difíceis de serem retirados (CASSINI, 2010). No entanto, a enzima também tem um preço elevado, então precisa-se saber qual a melhor concentração enzimática para se conseguir um melhor rendimento de OE sem agregar um custo nesse processo e sem perder as características fundamentais do manjericão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico será tratado sobre o manjeriço (*Ocimum basilicum*) pertence à família da Lamiacea, sobre óleo essencial de manjeriço e seus métodos de extração, além de tratar sobre a enzima comercial celulase.

2.1 Óleo essencial de manjeriço

Óleos essenciais (OE) são substâncias voláteis presentes principalmente nas cascas de cítricos, porém podem ser encontrados em flores, cascas, folhas, raízes e frutas. Sua presença no mercado está relacionada a perfumarias, alimentos, cosméticos e medicamentos (BIZZO, 2009). Os OE são constituídos principalmente por mistura de compostos das classes fenilpropanoides, monoterpenos, ésteres, sesquiterpenos e outras substâncias com baixo peso molecular (CRAVEIRO et al., 1993).

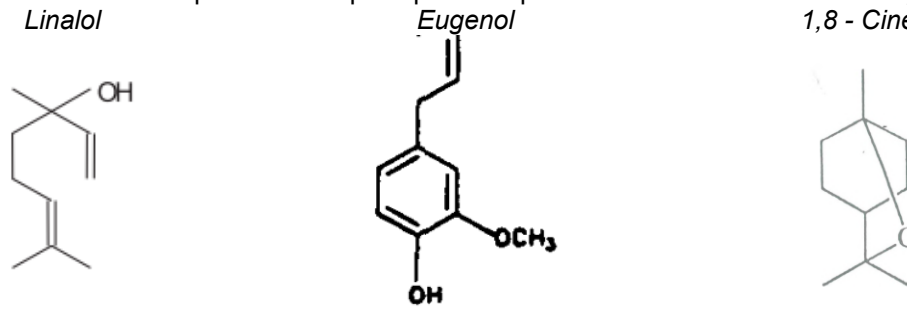
O aspecto do OE tem por característica ser líquido em temperatura ambiente, com uma coloração clara e com densidade menor que a água. Os OE são solúveis em solventes orgânicos e, em geral, são extraídos utilizando vapor de água mesmo tendo solubilidade baixa com a água (BIZZO, 2009).

Algumas plantas tem sido estudadas com relação à sua atividade de repelente de insetos, atividade antioxidante e ação antifúngica como por exemplo o óleo essencial do cravo-da-india e a citronela (SCHERER et al., 2009). Em um estudo de Mendonça et al. (2005), alegam que OE de citronela contém uma elevada atividade no combate a larva do *Aedes Aegypti*.

O manjeriço é uma planta do gênero *Ocimum basilicum*, da família *Lamiaceas*, e é comumente cultivada para utilização de suas folhas verdes frescas ou secas como aromatizante e tempero (BLANK, 2004).

O óleo essencial de manjeriço é rico em diversos compostos, porém apresenta três substâncias principais o linalol, eugenol e o 1,8-cineol (FIGURA 1).

Figura 1: Estruturas químicas dos principais compostos do óleo essencial de manjeriço.



Fonte: Linalol -SILVA (2003); Eugenol - CRAVEIRO (1993); 1,8-Cineol - SANTOS (1999).

O linalol é um monoterpene, que possui em sua estrutura um álcool terciário de cadeia aberta. Geralmente é encontrado como uma mistura de isômeros na posição da primeira ligação dupla. O composto apresenta estudos sendo utilizado para sínteses de acetato de linalila e testes como bactericida, fungicida e acaricida (SILVA, 2003).

O eugenol é o componente majoritário do cravo-da-índia e está presente em diversas espécies de plantas, inclusive o manjeriço. O composto apresenta propriedade antioxidante e antimicrobiano (CRAVEIRO, 1993).

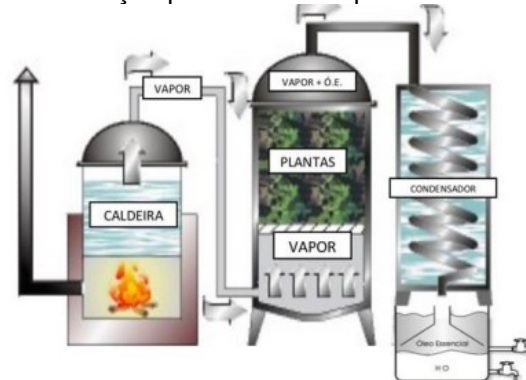
O 1,8-cineol ou eucaliptol é uma substância produzida pelo metabolismo secundário das plantas, com atividade relaxante da musculatura lisa do intestino e das vias respiratórias. Esse composto possui diversas aplicações terapêuticas como no tratamento de reumatismo, tosse e asma brônquica (SANTOS, 1999).

2.1.1 Técnicas para a obtenção de óleos essenciais

Atualmente existem diversas formas de extração dos óleos essenciais sendo o mais comum a destilação a vapor em escala industrial e hidrodestilação em escala laboratorial.

O processo à arraste a vapor consiste em o vapor de água destilada passar pela planta, que não está em contato direto com a água, e carregar consigo o óleo essencial presente na amostra. Esse vapor de água e óleo posteriormente é condensado e obtido a mistura óleo e água.

Figura 2: Destilação por arraste a vapor em escala industrial



Fonte: SERENO (2015)

Outro processo de extração é a hidrodestilação, esse processo consiste em mergulhar completamente a matéria prima vegetal em água e aquecê-la até obter uma temperatura de fervura, o vapor obtido nesse processo e condensado em uma mistura de duas fases sendo elas óleo e um hidrolato de água e óleo essencial.

Figura 3: Aparelho do tipo Clevenger de hidrodestilação laboratorial



Fonte: BOONE (2011)

2.2 Enzima

Quase todas as reações metabólicas em humanos, animais e plantas são mediadas por enzimas. As enzimas são moléculas que conseguem otimizar reações químicas e podem apresentar poder catalítico melhor que catalisadores sintéticos ou inorgânicos, contudo, para seu funcionamento ser ideal ela depende de um pH e uma temperatura específica para cada enzima (COELHO et al., 2008).

Algumas reações químicas são muito lentas então para otimizar essas reações a utilização de enzimas se faz necessária, pois, elas proporcionam um

ambiente adequado onde a reação é favorecida e, assim, a reação ocorre mais facilmente (NELSON, 2018).

2.2.1 Extração de óleos essenciais utilizando enzima

Para essa técnica, a utilização da extração por hidrodestilação é a recomendada, pois necessita de um pré-tratamento utilizando a mistura água, planta e enzima antes de sua destilação, visto que a enzima precisa de um determinado tempo para agir e romper as paredes celulares da planta. E, assim, facilita a extração do óleo presente na matéria prima e pode-se obter o rendimento final maior de óleo essencial (SANTOS, 2008)

As paredes celulares das plantas são compostas por celulose, deste modo a escolha de enzimas da família Celulase são as principais para a extração de óleos essenciais, facilitando a degradação das paredes celulares da planta (CASSINI, 2010).

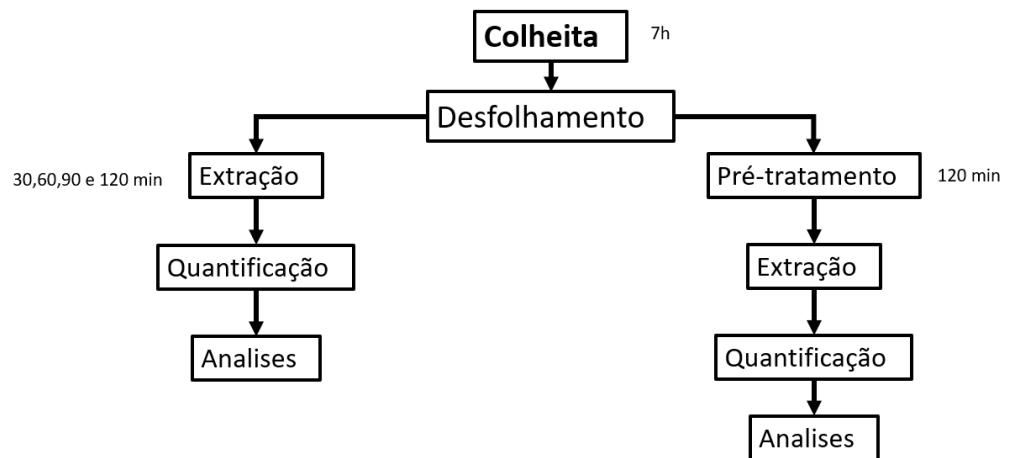
Em sua pesquisa, Reis (2015) mostra que, ao utilizar um pré-tratamento com extratos multienzimáticos para se obter OE de *Mentha arvensis*, o rendimento é diretamente afetado. Em sua pesquisa, um aumento de 194% de óleo foi obtido e, após as análises, pode-se constatar que o tratamento com enzima não danificou o componente majoritário do óleo.

Este e outros trabalhos comprovam a eficácia do pré-tratamento enzimático para obter um rendimento mais favorável de OE sem que ocorra a perda dos componentes majoritários e característicos dos óleos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de manjeriço foi obtida em um sítio localizado em Luz Marina – Paraná (24°48'21.0"S 54°01'11.7"W), colhida por volta das 7 horas da manhã. Após a colheita primeiramente desfolhou-se o manjeriço, utilizando para os testes apenas as folhas e as sementes presentes na planta. Os experimentos foram conduzidos conforme Figura 4.

Figura 4: Fluxograma de extração



Fonte: Autoria própria

3.1 Extração de óleo essencial de manjeriço

Antes de cada extração, averiguou-se a umidade da planta por meio de uma amostra de 1g de manjeriço a ser analisada em balança determinadora de umidade infravermelho (modelo I-thermo 621 marca BEL Engineering). Essa análise foi realizada em triplicata. Este procedimento serve para se ter um controle de umidade de uma extração para outra, visto que a umidade da planta interfere no seu rendimento de OE (DE MORAIS, 2009).

A extração foi feita através de um aparelho Clevenger de vidro pelo método de hidrodestilação, em balão de fundo redondo com capacidade de 2 L contendo 1 L de água destilada e onde foram adicionados os 100 g de folha de manjeriço. Submeteu-se o sistema ao aquecimento até a fervura em uma manta de aquecimento (Heating Mantle).

O tempo de extração do OE é contado a partir do momento que se obtém a condensação da 1ª gota de OE. Para determinação do tempo ideal de extração foram realizados experimentos variando em 30, 60, 90 e 120 minutos.

Já na extração com a aplicação da enzima Celulase (Sigma-Aldrich Brasil Ltda), utilizou-se o melhor tempo definido no experimento anterior (extração do OE). A enzima foi adicionada ao balão, contendo a mistura de 100 g planta e 1 L água, variando sua concentração de enzima entre 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2% e 0,25% em relação a quantidade de planta no meio.

O balão ficou em um banho-maria (Oxylab) em uma temperatura de aproximadamente 50° C por um tempo de 120 minutos, após esse processo foi realizada o processo de hidrodestilação.

O rendimento de óleo essencial extraído foi determinado através da relação massa de óleo dividido pela quantidade de massa da planta na extração, conforme equação 1 (MARQUES, 2016).

$$R (\%) = MO/MS \times 100 (1)$$

Onde:

R = Rendimento de óleo essencial

MO = Massa do óleo essencial (g)

MS = Massa seca do material vegetal (g)

3.2 Análises de caracterização do óleo essencial

Após as extrações, realizou-se a verificação das características físico-químicas do OE: densidade pelo método de massa de óleo essencial dividido pelo volume de óleo essencial; o índice de refração através de aparelho refratômetro Instrutherm.

Para a caracterização química, foram realizadas análises de cromatografia gasosa para caracterização da composição dos óleos essenciais. Estas análises foram realizadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) sendo submetida as amostras de óleo essencial *in natura* e com celulase à análise de cromatografia gasosa.

Para a análise de CG/FID, utilizou-se alíquotas de 1,0 µL de uma solução a 0,1 % do óleo essencial em hexano, acrescida do padrão interno de octanoato de metila foram injetadas em cromatógrafo Agilent 7890^a. O injetor operava em modo com divisão de fluxo (split 1:20 ou 1:50) a 250 °C. Para a separação dos componentes

foi utilizada coluna capilar com fase 5%-fenil-95%-metilsilicone (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm), com programação de temperatura de 60 a 240 $^{\circ}\text{C}$ com variação de 3 $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ e hidrogênio como gás carreador (1,5 mL min^{-1}). A quantificação foi calculada a partir da área normalizada e corrigida (área %) de um detector de ionização por chama operando a 280 $^{\circ}\text{C}$.

Para a identificação dos constituintes foi utilizado sistema acoplado de cromatografia em fase gasosa e espectrometria de massas, CG/MS, (Agilent 5973N), operando nas mesmas condições acima, mas empregando He (hélio) como gás carreador. A ionização eletrônica será utilizada para gerar íons. Os espectros obtidos foram comparados com os da Biblioteca Wiley 6th ed. Também foram calculados os índices de retenção linear utilizando-se mistura de n-alcenos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente verificou-se qual a umidade das folhas de manjeriço que seriam utilizadas para a extração de OE, e constatou-se que não teve uma grande variação para os resultados, visto que, a menor umidade registrada foi de 80% e a mais elevada foi de 87%. Mesmo não tendo uma grande variação da umidade, o rendimento obtido do manjeriço *in natura* não era o esperado (TABELA 1) (BLANK, 2007).

Tabela 1 – Rendimento de óleo essencial *in Natura* variando tempo

Tempo de extração do OE (min)	Amostra 1 (%)	Amostra 2 (%)	Amostra 3 (%)	Média (%)	Variância	Desvio Padrão
30	0,11	0,11	0,10	0,11	$3,33 \times 10^{-05}$	0,0058
60	0,13	0,13	0,14	0,13	$3,33 \times 10^{-05}$	0,0058
90	0,14	0,14	0,13	0,14	$3,33 \times 10^{-05}$	0,0058
120	0,14	0,15	0,14	0,15	$5,00 \times 10^{-05}$	0,0071

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que, para a extração de 120 min, teve-se um maior rendimento de OE extraído, contudo, comparado ao obtido em 60 minutos, o aumento não foi significativo.

O resultado da extração *in natura* não apresenta um bom rendimento visto que JANNUZZI (2013) apresenta em seu estudo rendimentos próximos de 0,5 a 1%, para a espécie de manjeriço.

Com isso, entende-se que para a variável tempo de extração, 60 minutos é o mais recomendado e vantajoso para essa espécie de manjeriço, prosseguindo o experimento com a variável de concentração de enzima x rendimento.

A densidade do OE de manjeriço obtida foi de 0,9125 com índice de refração de 1,476. MARTINS (2010) relatou um índice de refração 1,4987 e densidade de 0,9396 para o manjeriço corroborando com o encontrado.

A Tabela 2 traz os resultados obtidos para o rendimento ao se utilizar a enzima celulase na extração de OE de manjeriço.

Tabela 2 – Rendimento de óleo essencial de manjeriço com utilização de enzima

Concentração de enzima (%)	Amostra 1 (%)	Amostra 2 (%)	Amostra 3 (%)	Média (%)	Variância	Desvio Padrão
0	0,13	0,13	0,14	0,133	$3,33 \times 10^{-5}$	0,0058
0,05	0,16	0,17	0,16	0,163	$3,33 \times 10^{-5}$	0,0058
0,1	0,21	0,21	0,23	0,217	$1,33 \times 10^{-4}$	0,0115
0,15	0,28	0,27	0,27	0,273	$3,33 \times 10^{-5}$	0,0058
0,2	0,33	0,32	0,32	0,323	$3,33 \times 10^{-5}$	0,0058
0,25	0,36	0,37	0,37	0,367	$3,33 \times 10^{-5}$	0,0058

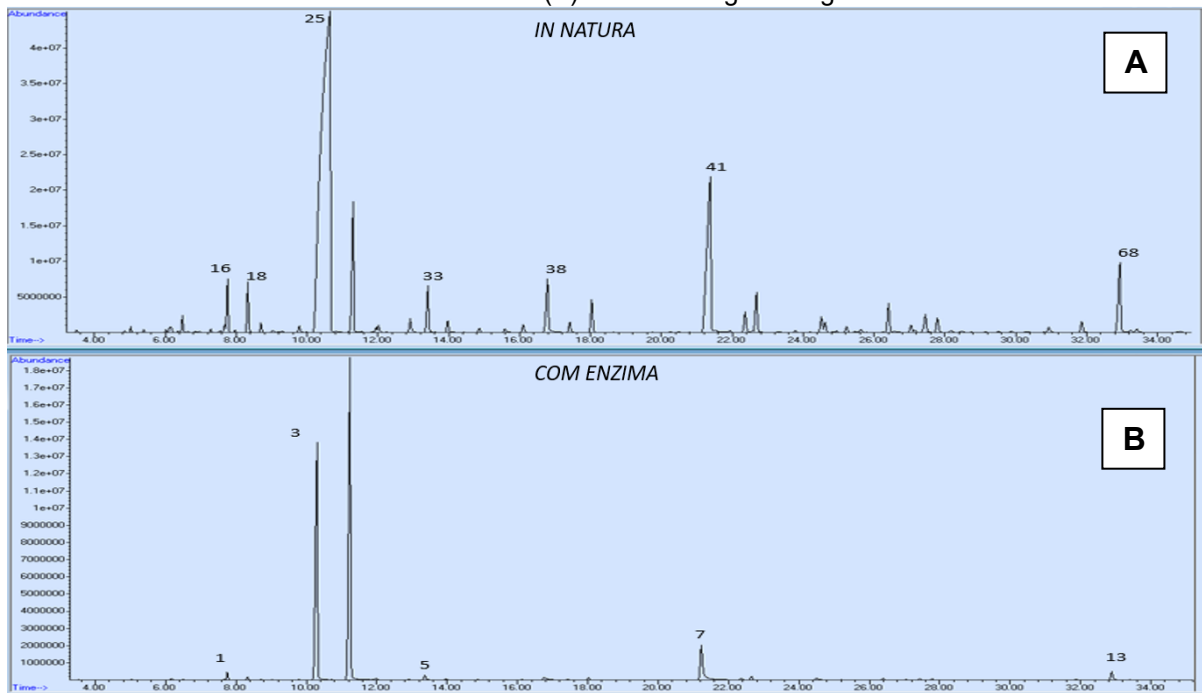
Fonte: Autoria própria

Observa-se por meio dos resultados que, com a adição de 0,15% de enzima no meio de extração, obtém-se um aumento de rendimento de 107,69% com relação da planta *in natura*, quando utilizadas as mesmas condições de 60 minutos de extração de OE de manjeriço *in natura*, apresentando uma vantagem para a extração visto que com a mesma quantidade de amostra obteve-se mais que o dobro de óleo essencial.

Parâmetros que influenciam diretamente no rendimento são, o solo, o clima e a espécie de manjeriço analisada (FURTADO, 2022). Para essa espécie de manjeriço a extração de óleo essencial não é vantajoso, visto que Souza (2012) obteve um rendimento superior a 1% na espécie de manjeriço que utilizou em sua pesquisa. O maior rendimento obtido utilizando 0,25% de concentração de enzima ainda apresentava rendimento de apenas 0,37%, uma porcentagem consideravelmente baixa comparando a outras espécies.

A determinação por cromatografia gasosa (CG) para verificar o impacto nas características do OE ao aplicar enzima celulase foi realizada na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Figura 5 e as Tabelas 3 e 4 mostram os resultados da cromatografia gasosa com OE *in natura* e utilizando enzima, respectivamente.

Figura 5 – Resultados das análises da composição química do OE de manjerição *in natura* (A) e com enzima celulase (B) via cromatografia a gás.



Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – Principais substâncias identificadas pelo resultado do cromatograma do óleo essencial de manjerição *in natura*.

Pico <i>in Natura</i>	Substancias	Concentração (%) <i>in Natura</i>
16	1,8-cineol	1,1
18	(E)-beta-ocimeno	1,2
25	Linalol	73,4
33	Terpinen-4-ol	1,4
38	Geraniol	2,3
41	Eugenol	9,3
68	Epi-alfa-cadinol	1,9

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 – Principais substâncias identificadas pelo resultado do cromatograma do óleo essencial de manjerição com enzima.

Pico Com enzima	Substancias	Concentração (%) Com enzima
1	1,8-cineol	1,5
3	Linalol	78,5
4	Terpinen-4-ol	1,5
7	Eugenol	12,0
13	Epi-alfa-cadinol	2,3

Fonte: Autoria própria

Com os resultados do cromatograma pode-se observar a presença das substâncias linalol, eugenol e 1,8 – cineol, sendo esses os principais compostos do manjeriço. Além disso, observou-se que mesmo com a perda de muitas substâncias ao comparar o cromatograma do óleo essencial *in natura* com o cromatograma utilizando enzima, o produto majoritário Linalol houve um aumento de rendimento.

Segundo a análise ao aplicar enzima para o aumento do rendimento do óleo essencial, muitas substâncias são perdidas no processo, visto que, é notório a presença de mais picos de produtos na amostra *in natura*. Além disso, para as substâncias identificadas em ambas as análises com mais de 1% de área, observa-se para todas elas um aumento na porcentagem de área. Veja, na Figura 5, os cromatogramas da cromatografia gasosa com OE *in natura* e utilizando enzima, respectivamente.

Observa-se que as substâncias (E)-beta-ocimeno e geraniol, que estão presentes no óleo essencial *in natura* do manjeriço, quando aplicada enzima celulase no processo verifica-se que sua presença não é notada, ou apresenta área menor que 1%, não sendo apresentado na Tabela 4.

Por a enzima celulase, utilizada no experimento, ser responsável em quebrar a parede celular do manjeriço e apresentar considerável poder de atividade (700 U/g), a interação enzima x planta pode ter acarretado uma degradação ou quebra e perda das substância (LOPES, 2014).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a extração *in natura* apresentou um rendimento de óleo essencial muito abaixo do esperado para o manjeriço, além disso determinou-se que uma extração com o tempo de 60 minutos se obtém o resultado mais vantajoso para uma extração do óleo essencial. Para o pré-tratamento a concentração de 0,15% de enzima celulase mostrou ser o melhor método de extração de óleo essencial. A utilização de enzima celulase acarretou em um aumento de 107% com relação a extração *in natura*.

Com isso, para o processo onde o desejo seja a obtenção de Linalol a partir do manjeriço, a utilização de enzima celulase em uma concentração de 0,15% comparado a massa em um tempo de 60 minutos de extração é o melhor método.

REFERÊNCIAS

BIASI et al. **Adubação orgânica na produção, rendimento e composição do óleo essencial da alfavaca quimiotipo eugenol**. Horticultura Brasileira. Curitiba – PR. v. 27, n. 1, p. 35–39, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hb/v27n1/07.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2021.

BIZZO, H. R.; A. MARIA, C. H.; REZENDE, C. M. Oleos essenciais no brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Quimica Nova**. Rio de Janeiro – RJ. v. 32, n. 3, p. 588–594, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300005. Acesso em: 26 de março de 2021.

BLANK, A.F. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjerição e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, São Cristóvão – SE, v.22, n.1, p.113-6, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/sWx4WLMBxHPQTKM7Y6ZDmrB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 de dezembro de 2022.

BLANK, Arie F. et al. Influência da estação, época de colheita e secagem no óleo volátil de citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo – SP. v. 17, p. 557-564, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000400014>. Acesso em: 02 de dezembro de 2022.

BOONE, C. V. **Estudo químico do óleo essencial das raízes de Piper amalago**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2011.

CASSINI, J. **Utilização de enzimas para obtenção de óleos essenciais e cumarinas de casca de Citrus latifolia Tanaka**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul – RS. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1003/Dissertacao%20Juliane%20Cassini.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

COELHO, M. A. Z.; SALGADO, A. M.; RIBEIRO, B. D. **Técncologia Enzimática**. Petrópolis, Rio de janeiro - RJ: EPUB, 2008. ISBN 9788587098832. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=3Bay-65s-WYC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 30 de outubro de 2022

CRAVEIRO, A. A.; QUEIROZ, D. C. Óleos Essenciais e Química Fina. **Quimica Nova**. Fortaleza - CE 1993. Disponível em: [http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n3/v16_n3_\(9\).pdf](http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n3/v16_n3_(9).pdf). Acesso em: 15 de outubro de 2022.

DE MORAIS, L. A. S. (2009). Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S3299-S3302, ago. 2009. CD-ROM. Suplemento. Trabalho apresentado no 49. Congresso Brasileiro de Olericultura, Águas de Lindóia, SP. Disponível em:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/577686>. Acesso em: 02 de dezembro de 2022.

ECIRTEC. **Arraste de Vapor**. Bauru - SP. Disponível em:

<https://ecirtec.com.br/equipamentos/arraste-de-vapor/>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

FURTADO, Carlos Henrique et al. INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NO RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DA *Gallesia integrifolia* (SPRENG.) HARMS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, p. 221-237, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v11e02022221-237> . Acesso em: 03 de dezembro de 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9235:2013**. Aromatic natural raw materials – Vocabulary. Genebra, p. 35, 2013.

JANNUZZI, Hermes. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal**. 2013.

Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/14954>. Acesso em: 03 de dezembro de 2022.

LOPES, Andrey. **Estudo da qualidade e da foto-degradação dos óleos essenciais comerciais de capim limão (*Cymbopogon citratus*)**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

<http://www.abq.org.br/rqi/2014/752/RQI-752-Indice-de-Artigos-RQI-Edicao-eletronica-no-10.pdf>

MARTINS, A. G. L. A. **Atividade antibacteriana dos óleos essenciais do manjeriço (*Ocimum basilicum* Linnaeus) e do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) frente a linhagens de *Escherichia coli* enteropatogênicas isoladas de hortaliças**. 2010. 179 p. (Doutorado em Química) - Programa de PósGraduação em Química, PPGQ, UFPB, João Pessoa. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4091>. Acesso em: 03 de dezembro de 2022.

MARQUES APS. **Produtividade e perfil químico de óleo essencial de acessos de *Varronia curassavica* Jacq. em diferentes horários de coleta e período sazonal**. 74f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, Brasil. 2016. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138164>. Acesso em: 03 de dezembro de 2022.

MATTANA, R. S. et al. Efeitos de diferentes tempos de extração no teor e composição química do óleo essencial de folhas de pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas - SP. v. 17, n. 1, p. 150–156, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/09_119. Acesso em: 25 de outubro de 2022.

MENDONÇA, F.A.C. et al. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**. Rio Largo - AL. v.76, p.629-36, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.06.013>. Acesso em: 13 de outubro de 2022.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre - RS: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582715345. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715345/>. Acesso em: 13 de outubro de 2022.

OLIVEIRA, S. M. M. ; JOSE, V. L. A. **Dossiê Técnico: Processos de extração de óleos essenciais**. Ibiúna, SP: set. 2007. 29 p.

Reverchon, E.; De Marco, I. Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter. **Journal of Supercritical Fluids**, Virgínia, Estados Unidos da América, v. 38, p. 146-166, 2006. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTgy>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

REIS, Nadabe dos Santos. **Aplicação de enzimas produzidas por Aspergillus niger na extração do óleo essencial de Mentha arvensis**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, BA. 2015. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/NADABE-REIS.pdf>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

SANTOS FA. **Estudo farmacológico de 1,8-cineol, um óxido terpênico presente em óleos essenciais de plantas**. Tese de doutorado, UFC, Fortaleza, 1999. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/65659>. Acesso em 02 de dezembro 2022.

SANTOS, E. dos. **Utilização de enzimas produzidas por Trichoderma reesei e Aspergillus niger na extração de óleos essenciais**. 2008. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual Paulista. Araraquara, SP. 2008. Disponível em: http://www3.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/CienciasFarmaceuticas/emerson_santos-completo.pdf. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

SCHERER, R. et al. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, São Paulo – SP. v. 11, n. 4, p. 442–449, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722009000400013&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

SILVA, DD, Chierice GO, Galhiane MS, Char JS, Mouchrek-Filho VE (2003). Quantificação do linalol no óleo essencial da Aniba duckei korstermans utilizando uma nova coluna capilar polyh4-md em cromatografia gasosa. **Quim. Nova**. Natal – RN. 26:461-465, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000400002>. Acesso em 02 de dezembro de 2022

SILVESTRI, J. D. F. et al. Chemical composition and antioxidant and antibacterial activities of clove essential oil (*Eugenia caryophyllata* Thunb). **Revista Ceres**, Viçosa- MG, v. 57, n. 5, p. 589–594, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgjGTK5Lj95w5HdfHMPnN9N/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

SOUZA, A.V.V. **Rendimento de óleo essencial de manjerição em função de diferentes sistemas de plantio**. Salvador – BH 2012. Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco. Disponível em:
http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A5087_T6892_Comp.pdf
f. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

WOLFFENBÜTTEL, A. **Mas afinal o que são óleos essenciais**. Informativo CRQ-V, v. XI, p. 6–7, 2007. Disponível em:
http://www.oleoessencial.com.br/artigo_Adriana.pdf. Acesso em: 05 de abril de 2021.