

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BARBARA GIOVANA LORINI GIARETTA

**INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE SECAGEM SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO
EXTRATO HIDROALCOÓLICO CRIOCONCENTRADO DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum L.*)**

FRANCISCO BELTRÃO

2025

BARBARA GIOVANA LORINI GIARETTA

**INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE SECAGEM SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO
EXTRATO HIDROALCOÓLICO CRIOCONCENTRADO DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum L.*)**

**Influence of drying methods on the characteristics of cryoconcentrated
hydroalcoholic extract of basil (*Ocimum basilicum L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Maria Helene Giovanetti Canteri.

Coorientador (a): Luciano Lucchetta.



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

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FRANCISCO BELTRÃO

2025

BARBARA GIOVANA LORINI GIARETTA

**INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE SECAGEM SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DO
EXTRATO HIDROALCOÓLICO CRIOCONCENTRADO DE MANJERICÃO
(*Ocimum basilicum L.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 24/junho/2025

Maria Helene Giovanetti Canteri
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daiana Schmidt
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Edilaine Maurícia Gelinski Grabicoski
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2025

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes métodos de secagem nas propriedades físico-químicas de extratos hidroalcoólicos de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). As folhas foram submetidas a quatro condições distintas: *in natura*, secagem em estufa com circulação de ar, sem circulação de ar e liofilização. Após os tratamentos, a extração foi realizada por percolação com solução hidroalcoólica (96 ° GL), e os extratos foram posteriormente concentrados por crioconcentração em blocos, com separação das fases líquida e sólida por centrifugação. Foram realizadas análises de umidade, pH, acidez, sólidos solúveis, resíduo seco e cor, com o objetivo de identificar as variações provocadas pelos diferentes pré-tratamentos. Os resultados demonstraram que o tipo de secagem interfere significativamente na qualidade dos extratos. A liofilização se destacou por preservar melhor as características visuais e físico-químicas da planta, enquanto os métodos térmicos provocaram escurecimento, maior perda de massa e alterações em parâmetros como acidez e resíduo seco. A crioconcentração se mostrou eficiente na elevação dos teores de sólidos solúveis, contribuindo para a concentração dos compostos sem causar perdas significativas. Os dados obtidos reforçam a importância da escolha adequada do método de secagem no processamento de plantas aromáticas e medicinais.

Palavras-chave: plantas aromáticas; secagem; extratos vegetais; crioconcentração.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of different drying methods on the physicochemical properties of hydroalcoholic extracts of basil (*Ocimum basilicum* L.). The leaves were subjected to four different conditions: in natura, drying in an oven with air circulation, without air circulation and freeze-drying. After the treatments, extraction was performed by percolation with a hydroalcoholic solution (96 ° GL), and the extracts were subsequently concentrated by cryoconcentration in blocks, with separation of the liquid and solid phases by centrifugation. Analyses of moisture, pH, acidity, soluble solids, dry residue and color were performed in order to identify the variations caused by the different pretreatments. The results demonstrated that the type of drying significantly interferes with the quality of the extracts. Freeze-drying stood out for better preserving the visual and physicochemical characteristics of the plant, while thermal methods caused darkening, greater loss of mass and changes in parameters such as acidity and dry residue. Cryoconcentration proved to be efficient in increasing the levels of soluble solids, contributing to the concentration of compounds without causing significant losses. The data obtained reinforce the importance of choosing the appropriate drying method in the processing of aromatic and medicinal plants.

Keywords: aromatic plants; drying; plant extracts; cryoconcentration.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Manjeriço (Ocimum basilicum L.)	10
3.2 Métodos de secagem	11
3.3 Método de crioconcentração para extratos vegetais	12
3.4 Métodos de extração de compostos bioativos vegetais	13
3.5 Avaliação do extrato vegetal obtido	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Obtenção da matéria-prima	16
4.2 Secagem das folhas.....	16
4.3 Obtenção do extrato hidroalcoólico crioconcentrado	17
4.4 Análises físico-químicas	18
4.5 Análise estatística	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais e aromáticas têm desempenhado papel importante e milenar na história e cultura mundial. Desde os tempos antigos, essas ervas são utilizadas como forma de tratamento de algumas patologias e melhoramento da qualidade de vida, benefícios observados em razão de suas propriedades terapêuticas provenientes de compostos bioativos. De modo geral, a maioria dessas ervas possuem uma ampla gama de substâncias químicas em suas folhas, flores e raízes, as quais apresentam características atrativas nutricional e funcionalmente (Izidoro *et al.*, 2021).

As substâncias produzidas pelas plantas podem ser metabólitos primários ou secundários. Os metabólitos primários desempenham funções primordiais no metabolismo da planta, sendo essenciais para sua sobrevivência e desenvolvimento, como em processos de fotossíntese e respiração celular (Borges; Amorim, 2020). Já, os metabólitos secundários não são essenciais à planta, sendo produzidos apenas para proteção contra fatores bióticos e abióticos e na interação com o meio e outros seres vivos. Os compostos bioativos presentes em vegetais são majoritariamente metabólitos secundários, como flavonoides, terpenos e compostos fenólicos (Taiz; Zeiger, 2017).

Devido à crescente necessidade da sociedade em consumir alimentos de fontes mais naturais ou com antioxidantes e corantes não sintéticos, as pesquisas a respeito dessas substâncias químicas vêm tomando força, não apenas para extraí-las, mas para expandir seu rendimento de produção (Veggi, 2009).

O manjeriço (*Ocimum basilicum L.*) é um exemplo de uma planta rica em compostos e diversamente usada para fins culinários, medicinais e industriais. Trata-se de uma planta herbácea aromática proveniente de clima temperado quente e climas subtropicais. Por conta da ocorrência de polinização cruzada, existem várias subespécies da erva aromática, sendo que a planta pode alcançar até um metro de altura (Brasil, 2001).

No Brasil, o cultivo do manjeriço acontece em pequenos canteiros e propriedades rurais para uso doméstico, principalmente devido à agricultura familiar (Souza, 2020). Dentre os principais usos, os que mais se destacam são o uso como condimento e o uso de seu óleo essencial para produtos medicinais ou fitoterápicos, visível no Brasil e no mundo (Minami *et al.*, 2007).

Para obtenção do óleo essencial do manjeriço, é necessário aplicar um método de secagem à folha, para reduzir a umidade inicial e assim facilitar e maximizar a obtenção de óleo. Posteriormente, selecionar métodos de extração para extrair o óleo. Durante seu processamento, tanto as propriedades, quanto sua composição podem influenciar as características finais do óleo (Souza *et al.*, 2021).

O mecanismo de secagem envolve a evaporação da água contida no produto, associando temperatura e velocidade do ar. Alguns métodos convencionais são a secagem por estufa, por liofilização e por desidratador. O modo de extração a ser escolhido depende das características da matéria-prima, como o seu tamanho de partícula, bem como o composto desejado, sendo utilizados diferentes tempos e temperaturas de extração. Segundo Silva (2005) a escolha do método ideal interfere na qualidade e quantidade de óleo obtido, visto que é necessário que a planta não perca seus compostos voláteis nem altere sua composição.

Neste sentido, este estudo buscou testar e avaliar diferentes métodos de secagem sobre o manjeriço *in natura*, com posterior extração do extrato hidroalcoólico através da percolação, visando comparar as principais diferenças físico-químicas do extrato com base no método de secagem aplicado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do processo de secagem sobre as principais características físico-químicas do extrato hidroalcoólico crioconcentrado do manjeriço desidratado por diferentes métodos.

2.2 Objetivos específicos

- Utilizar diferentes métodos para secagem do manjeriço;
- Avaliar o rendimento do extrato hidroalcoólico da matéria-prima obtida em cada uma das secagens;
- Realizar a crioconcentração de cada extrato;
- Analisar características físico-químicas da matéria-prima e dos extratos hidroalcoólicos obtidos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Manjericão (*Ocimum basilicum* L.)

A espécie *Ocimum basilicum* L., popularmente conhecida como manjericão, é uma planta aromática e medicinal, ramificada e com flores brancas/avermelhadas, como mostra a imagem 1. Segundo Pereira e Moreira (2011), sua origem está localizada na Ásia, embora atualmente existam diversas variedades espalhadas pelo mundo, diferenciando-se principalmente pelas características morfológicas. As variações de manjericão mais conhecidas são as espécies *Ocimum gratissimum* (manjericão doce) e *Ocimum tenuiflorum* (manjericão santo).

Imagem 1 – Manjericão (*Ocimum basilicum* L.)



Fonte: Pereira, Moreira (2011).

Apesar de não haver dados recentes explícitos sobre produção de manjericão no Brasil, em 2012 o país produziu cerca de 1000 toneladas da planta, onde o Sudeste tomou destaque na produção, alcançando mais de 50% da produção nacional (Alvim, 2019). Nas demais regiões, a produção é majoritariamente praticada por pequenos produtores, em que as folhas aromáticas são comercializadas ou utilizadas para consumo próprio.

São inúmeros os usos do manjericão, seja para consumo próprio ou para escala industrial. As folhas são amplamente utilizadas na culinária, sejam frescas ou secas, para temperar preparos e pratos, além de chás e infusões (Favorito *et al.*, 2011).

Para o uso comercial, o manjericão é utilizado no mercado de cosméticos, fitoterápicos e na indústria de alimentos, sendo aplicado principalmente por conta de

seu óleo essencial rico em compostos bioativos. Segundo Lorenzi e Matos (2021), análises químicas mostram a presença de alguns compostos bioativos na planta como taninos e flavonoides, enquanto o seu óleo essencial apresenta elevados teores de timol, metil-chavicol, linalol, eugenol e cineol.

Entretanto, a composição do óleo bem como do teor de compostos bioativos pode variar conforme as variedades de manjeriço e os processos de colheita e pós-colheita aplicados (Filho *et al.*, 2006).

3.2 Métodos de secagem

Uma das técnicas mais antigas e eficientes aplicadas para redução de umidade e prolongamento da vida útil de alimentos é a secagem ou desidratação. A desidratação ou redução da umidade de alimentos preserva o aroma e cor do produto, além de manter sua qualidade estável (Sales *et al.*, 2019).

A secagem pode ocorrer a quente ou a frio, dependendo das especificações da matéria-prima e do objetivo final do processo. No método à quente, o calor é aplicado direto ou indiretamente ao alimento, fazendo com que a umidade superficial evapore, ocorrendo uma transferência simultânea de massa e calor. Entretanto, quando o objetivo é preservar os nutrientes e compostos termossensíveis, o uso de altas temperaturas pode comprometer a integridade e qualidade do material (Ratti, 2001).

A secagem por estufa, por exemplo, usa calor convectivo para evaporar a água do material, podendo ser realizada com ou sem circulação de ar forçado. Quando há circulação de ar, o calor é uniformemente distribuído em toda a área superficial do alimento, fazendo com que a remoção da umidade seja mais eficiente. Por outro lado, em estufas convencionais sem circulação de ar, o ar quente é gerado, mas não há uma circulação que o distribua uniformemente dentro da estufa, o que influencia a temperatura interna e leva a uma secagem desigual (Freitas *et al.*, 2022).

Segundo Silva (2018), ambos os métodos são de custo relativamente baixo, acessíveis e amplamente utilizados, mas podem acarretar a perda de nutrientes e degradação de outros compostos presentes.

Nos métodos a frio, como liofilização, são empregadas baixas temperaturas, condições ideais para produtos com alto valor agregado e com composições químicas sensíveis ao calor. Este método emprega a sublimação da água presente no alimento

congelado e inserido em uma câmara de vácuo, na qual a água presente evapora do estado sólido diretamente para o estado gasoso. Em termos de qualidade do produto, a liofilização apresenta vantagens por conta do uso de menores temperaturas, evitando danos térmicos e preservando seus nutrientes. Porém, é um método caro e complexo, devido aos processos e equipamentos empregados (Celestino, 2010; Sutille *et al.*, 2007).

Na obtenção de óleos essenciais é necessário submeter a planta a algum método de secagem para que diminua sua umidade e facilite o processo de extração. Os métodos escolhidos de secagem e extração devem preservar ao máximo as características da planta, pois uma vez que o processamento seja inadequado, pode influenciar seu teor de óleo e características físico-químicas.

3.3 Método de crioconcentração para extratos vegetais

A crioconcentração é uma operação unitária de concentração e separação de líquidos. Comparada à outras técnicas de concentração, como evaporação e processos por membranas, apresentam diversas vantagens devido às temperaturas amenas empregadas, minimizando a perda de compostos voláteis e termossensíveis durante o processo (Casas-Forero; Orellana-Palma; Petzold; 2020).

Há três técnicas mais conhecidas de crioconcentração: por suspensão, progressiva e em blocos; normalmente, o que difere um método de outro é a maneira como o gelo é formado e posteriormente separado da fase líquida. A crioconcentração em blocos é o método mais amplamente utilizado e tornou-se uma tecnologia emergente devido à simplicidade de seu uso e aos baixos custos.

De acordo com Souto, Campos e Lazzarotto (2022), a crioconcentração em blocos é dividida em três fases: congelamento, descongelamento e separação. Na primeira etapa a água é removida parcialmente através da formação de cristais de gelo, os quais apresentam pouquíssimo teor de sólidos solúveis. Subsequente ao descongelamento, é realizada a separação dos líquidos, onde uma parte é rica em sólidos solúveis e outra composta apenas de gelo.

Durante a separação, a centrifugação pode ser empregada como uma técnica assistida para remover o concentrado da base de gelo mais rápido e com maior

eficiência de extração, agregando e disponibilizando ainda mais teor de sólidos solúveis da matriz (Petzold *et al.*, 2015).

3.4 Métodos de extração de compostos bioativos vegetais

A extração de compostos de uma matriz vegetal é uma etapa fundamental no processamento de matérias-primas, quando são isolados compostos bioativos e outros compostos químicos. Em um contexto geral, o processo pode ser feito de diversas maneiras, principalmente de acordo com o tipo de composto que se deseja extrair, variando conforme o tipo de solvente, princípio de separação, tempo e temperatura de operação. No entanto, existem três principais técnicas de extração: solvente, vapor e fluídos supercríticos, com métodos resumidos no Quadro 1 (Veggi, 2009).

Quadro 1 – Tipos de extração e métodos mais comuns

Tipo de extração	Métodos mais comuns
Extração por solvente	Maceração Percolação Soxhlet Ultrassom/Micro-ondas
Extração por vapor	Arraste a vapor Hidrodestilação
Extração por fluido supercrítico	CO ₂ supercrítico

Fonte: Autoria própria (2025).

A escolha do método ideal é determinante na eficiência do processo, qualidade e composição do extrato. Deve-se levar em conta fatores como a natureza da matriz alimentar, polaridade e estabilidade dos compostos e área de superfície de contato para que a extração seja maximizada e eficiente. É importante ressaltar que a extração é favorecida com tamanhos menores de partícula do material, aumentando a superfície de contato e, conseqüentemente, o rendimento (Veggi, 2006; Naviglio *et al.*, 2007).

Dentre os métodos mais comuns, a percolação toma destaque em razão de sua simplicidade. Por se tratar de uma extração não térmica, há maior preservação e menor degradação de compostos químicos, assegurando a qualidade do extrato. A percolação é um processo em que o solvente permeia lentamente as camadas porosas do material em leito fixo no interior de um funil de percolação. Usualmente antes de iniciar a percolação, o material é macerado com uma pequena quantidade

de solvente, para que as interações já comecem a ocorrer. Finalmente, a matriz juntamente com os solventes é deixada em repouso no percolador por algumas horas. Normalmente uma só passagem do solvente não é o suficiente para um alto rendimento, sendo necessário vários ciclos de extração (Santos *et al.*, 2023; Veggi, 2006).

3.5 Avaliação do extrato vegetal obtido

A avaliação físico-química dos extratos vegetais é uma etapa importante para entender os efeitos dos tratamentos sobre vegetais *in natura*. Os resultados, quando comparados à literatura, permitem a verificação do comportamento da matéria-prima às condições de processamento (Veggi, 2009).

Além da análise colorimétrica, indicadores como umidade e cinzas da matéria-prima, e nos extratos também a avaliação de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e resíduo seco podem auxiliar na comparação entre tratamentos, fornecendo uma base sólida para identificar quais dos processamentos contribuiu para melhor preservação das características do vegetal.

A determinação de umidade e cinzas de uma planta é de valiosa importância, visto que buscam elucidar o teor de água presente e o teor de conteúdo mineral do vegetal, respectivamente. Elevados teores de umidade apresentam suscetibilidade à degradação e contaminação química e microbiológica, enquanto conteúdo alto em cinzas pode indicar a presença de substâncias inorgânicas contaminando o material, como minerais não voláteis (Silva; Silva; Linhares; 2020).

A análise de cor, tanto visual como instrumental, reflete a presença e integridade de pigmentos e possíveis reações de oxidação (Cano-Chauca *et al.*, 2021). Trata-se de uma característica importante na avaliação da qualidade das amostras secas, visto que, temperaturas elevadas na secagem usualmente causam escurecimento das folhas, resultando em valores de luminosidade mais baixos (Altai; Dirim; Hayaloglu; 2024).

O pH, medida de concentração de íons hidrogênio livres e definido como medidor da acidez ou basicidade de uma solução, é um bom indicador para avaliar a estabilidade de compostos sensíveis. Alguns compostos bioativos como flavonoides e fenólicos são influenciados diretamente com mudanças de pH, onde valores fora da

faixa ideal podem acelerar a degradação desses metabólitos (Bayliak; Burdyliuk; Lushchak; 2016).

Enquanto isso, a acidez titulável mensura a quantidade total de ácidos orgânicos presentes, tanto dissociados quanto não dissociados, medindo a capacidade de uma solução em neutralizar uma base. A acidez indica o estado de conservação de um produto, onde um alto índice pode indicar um produto deteriorado em processo de degradação (Silveira *et al.*, 2024).

Finalmente, a avaliação de sólidos solúveis nos extratos antes e após a crioconcentração fornece dados importantes sobre a eficiência do processo. Baixos valores de sólidos solúveis podem estar associados à matéria-prima de qualidade inferior ou ocorrência de processamento inadequado (Sousa *et al.*, 2020). Neste contexto, um maior teor de °Brix após a crioconcentração é desejável, pois indica uma solução com maior concentração de sólidos solúveis, refletindo a eficiência do processo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção da matéria-prima

Foram adquiridos cerca de cinco maços de manjeriço da espécie *Ocimum basilicum* L. através de um produtor rural da cidade de Francisco Beltrão – PR, cultivados e colhidos na mesma cidade, sob as mesmas condições de solo e clima. Os maços de manjeriço foram colhidos no período da manhã. A imagem 2 ilustra as folhas de manjeriço destacadas dos ramos.

Imagem 2 – Folhas de manjeriço utilizadas para produção de extrato hidroalcoólico



Fonte: Autoria própria (2025).

Todo o material foi conduzido para os laboratórios da Coordenação de Experimentos (COEXP) da Universidade Federal Tecnológica do Paraná, *Campus* Francisco Beltrão, para preparo das amostras. Foram separados os ramos das folhas, sendo reservadas as folhas e higienizadas com água destilada.

4.2 Secagem das folhas

Neste estudo foram utilizados três sistemas de secagem: estufa com circulação e renovação de ar (marca Solab modelo SL 102); estufa sem circulação de ar (marca Solab modelo SL 100); secagem por liofilização (marca Liobras modelo 101 Liotop), comparadas a outra amostra *in natura* fresca. Na estufa com e sem circulação de ar, as amostras ficaram a 50 °C e no liofilizador, as amostras foram inicialmente congeladas a -50 °C, todas até apresentarem massa constante.

Em seguida, as folhas foram cortadas manualmente em tamanhos menores para a posterior extração, a fim de aumentar a área de superfície.

4.3 Obtenção do extrato hidroalcoólico crioconcentrado

O óleo essencial de manjeriço foi extraído através da mistura de água destilada com etanol 96 ° GL, tornando-se um extrato hidroalcoólico. O método de extração realizado foi a percolação, onde para cada extração, foram utilizadas 8 g de folhas maceradas e secas pelos diferentes métodos de secagem para 187,5 mL de água destilada e 62,5 mL de etanol (1:4 etanol: água v/v).

Para a maceração, usou-se um volume menor do solvente, apenas para umedecer a amostra, com auxílio do graal e pistilo.

Após esse processo, a amostra e o solvente foram transferidos para um percolador (imagem 3), onde permaneceram em repouso por 24 horas. Após esse período, o líquido resultante do escoamento entre a amostra foi filtrado através de um filtro de tecido sintético, na parte inferior do funil de percolação, e reservado. O processo repetiu-se mais uma vez, sendo misturados os líquidos coletados.

Imagem 3 – Percolador utilizado para realizar a extração



Fonte: Autoria própria (2025).

A crioconcentração foi realizada pelo método de blocos, adaptando a separação das fases por centrifuga. Os extratos obtidos na percolação foram acondicionados em formas de gelo e congelados em um freezer, sendo intercaladas por placas de isopor para que houvesse formação de gelo quebradiço, necessário para a etapa de centrifugação. Depois de congeladas, cada uma das amostras foi acondicionada em bolsas de poliéster e inserida dentro de uma centrífuga, centrifugando-as separadamente por aproximadamente 5 minutos, quando houve

uma separação nítida do extrato com etanol dos cristais de gelo de água destilada presente.

4.4 Análises físico-químicas

As análises de umidade e cinzas foram realizadas para a matéria-prima *in natura* e para as amostras com tratamento de secagem.

O método de análise da umidade foi realizado através do processo de perda por dessecação, em triplicata. Foram pesadas 3 gramas de amostra, inseridas em cadinhos e levados à estufa a 105 °C. O processo prosseguiu até que a massa das amostras se apresentasse constante (IAL, 2008). A seguir é demonstrada a equação para cálculo da umidade em base úmida (1):

$$Umidade (\%) = \frac{100 \cdot N}{P} \quad (1)$$

Onde:

N= massa em gramas de umidade (perda de massa em g)

P= massa em gramas da amostra

Para a análise de cinzas, as amostras da análise de umidade foram reutilizadas. Após determinação da massa constante, as amostras resfriaram em dessecador e seguiram para a mufla a 550 °C, onde permaneceram em incineração por aproximadamente 5 horas (IAL, 2008). Utilizou-se da seguinte equação (2) para cálculo de cinzas.

$$Cinzas (\%) = \frac{100 \cdot N}{P} \quad (2)$$

Onde:

N= massa em gramas de cinzas

P= massa em gramas de amostra

O teor de sólidos solúveis totais dos extratos foi determinado utilizando-se um refratômetro, a fim de avaliar o processo de crioconcentração.

A cor foi determinada a partir da metodologia de Stolle (2018), utilizando um colorímetro portátil (marca Konica Minolta, Modelo CR-400), que ilustrou o grau de luminosidade (L^*), a intensidade da cor verde e vermelha (a^*) e a intensidade da cor

amarela e azul (b^*), a partir dos padrões CIE (Comissão Internacional de Iluminação) $L^*a^*b^*$.

O valor de L^* se localiza entre 0 e 100, sendo de 0 a 50 amostras mais escuras, e de 51 a 100 mais claras; a^* (entre -60 a + 60) que define, nos casos de valores positivos, a coloração vermelha, e para dados negativos, a cor verde; b^* (também de -60 a + 60), que apresenta, em casos de valores positivos, a coloração amarela, e para parâmetros negativos, a cor azul (Konica Minolta, 2023). Foram realizadas três leituras em três diferentes pontos em cada um dos extratos.

A acidez foi realizada através de titulometria, sendo pipetados cerca de 5 mL da amostra, transferido para um Erlenmeyer adicionando água destilada. Adicionaram-se três gotas de solução fenolftaleína à solução com a amostra, posteriormente titulada com solução de hidróxido de sódio 0,01 M, com fator de correção 0,9897, até coloração rósea. A titulometria foi realizada por triplicata para cada amostra: *in natura*, seca por liofilização, seca por estufa com circulação de ar e seca por estufa sem circulação de ar. De acordo com os métodos apresentados por Adolfo Lutz (2008), o índice de acidez foi calculado através da equação abaixo (3).

$$Acidez (\%) = \frac{V \cdot f \cdot 100}{P \cdot c} \quad (3)$$

Onde:

V= número de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação;

f= fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M;

P= número de gramas da amostra utilizado na titulação;

c= correção para solução NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

A determinação do pH foi efetuada através do pHmetro, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0, seguindo as metodologias orientadas por Adolfo Lutz (2008). Foram utilizados cerca de 5 mL da amostra misturada com água destilada, realizou-se triplicata das leituras de pH.

A fim de analisar o teor de sólidos existentes no extrato, realizou-se a avaliação do resíduo seco. Adaptou-se o método de Adolfo Lutz (2008) para a realização desta análise. O processo ocorreu de forma semelhante à umidade, com os cadinhos contendo o extrato submetidos ao processo de secagem por estufa, até massa

constante. Para leitura de resultados, o cálculo foi realizado subtraindo-se de 100 g de amostra o número de g de “umidade por cento”, considerando o resultado como resíduo seco por cento.

4.5 Análise estatística

Para comparação das médias das variáveis foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) com intervalo de 95% de confiança, seguido do teste de Tukey, quando havia diferença, por meio do software SASM-Agri (Canteri *et al.*, 2001). Os resultados foram apresentados na forma de média e desvio padrão acompanhados da letra correspondente ao tratamento estatístico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, com o objetivo de obter um parâmetro de referência, procedeu-se à análise do teor de umidade e cinzas do manjericão *in natura*. O conteúdo de umidade do manjericão fresco foi de 84,09%, o que evidencia seu elevado teor de água. A umidade elevada pode facilitar a ocorrência de reações indesejadas, pois facilita a ação de microrganismos e a deterioração antecipada da matriz.

Esse valor encontrado está próximo quando comparado ao obtido por Silva, Santos e Lisboa (2020), de 88,67% para o manjericão fresco. O teor de umidade está em conformidade, também, quando comparado ao obtido por Ozcan, Arslan e Unver (2005), em que determinaram a umidade do manjericão através da secagem em forno (84,67%).

Quanto ao teor de cinzas, o valor encontrado foi de 11,68%, ligeiramente superior ao encontrado pelo mesmo autor, de 9,74% (Silva, Santos, Lisboa, 2020). As diferenças de dados de umidade e cinzas na literatura podem ser atribuídas a fatores como condições de cultivo, o tipo de solo e a época de colheita. Segundo Perez e Germani (2007), um maior teor de cinzas está relacionado a quantidades mais significativas de minerais.

Durante os processos de secagem por estufa com e sem circulação de ar, observou-se uma perda de massa significativa, em que houve reduções de aproximadamente 87% de suas massas iniciais (Tabela 2). Esse teor se mostra elevado quando comparado ao intervalo fornecido por Haber e Clemente (2013), que relatam que as folhas perdem de 20 a 75% em massa quando submetidas a algum processo de secagem. Entretanto, o teor encontrado é compatível com os resultados obtidos por Silva (2018), de 86,7% de perda de massa no processo de secagem.

Tabela 2 – Perda de massa do manjericão após a secagem

Tratamento	Amostra inicial	Amostra final	Perda de massa (g)	Perda de massa (%)
Estufa sem circulação de ar	130 g	16,44 g	113,56 g	87,35
Estufa com circulação de ar	130 g	16,04 g	113,96 g	87,66

Fonte: Autoria própria (2025).

Segundo Souza *et al.* (2021), a secagem desuniforme é justificada pelo uso de altas temperaturas na indústria para secar o manjericão. Assim, pode-se afirmar que a liofilização mantém uma umidade maior do que as demais secagens, porém

esse processo mantém as propriedades nutricionais da planta resultando na composição com melhor qualidade.

Além disso, velocidade do ar e temperatura são parâmetros de influência direta no processo de secagem. Soares *et al.* (2007) em sua pesquisa sobre a influência da temperatura e velocidade do ar na secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum L.*) com relação aos teores de óleos essenciais e de linalol, concluíram que o maior teor de óleo essencial foi obtido entre temperaturas de 40 e 50 °C e velocidade de ar de 1,9 m/s. Entretanto, o linalol, composto majoritário, apresentou maiores rendimentos entre temperaturas de 50 e 60 °C.

Depois da secagem, as amostras foram submetidas à maceração, conforme ilustra a imagem 4 e, depois de transferidas para o percolador, onde permaneceram em repouso por 24 horas. O extrato obtido após a percolação e re-percolação foi coletado por gravidade, através da torneira inferior, e filtrado através de tecido sintético.

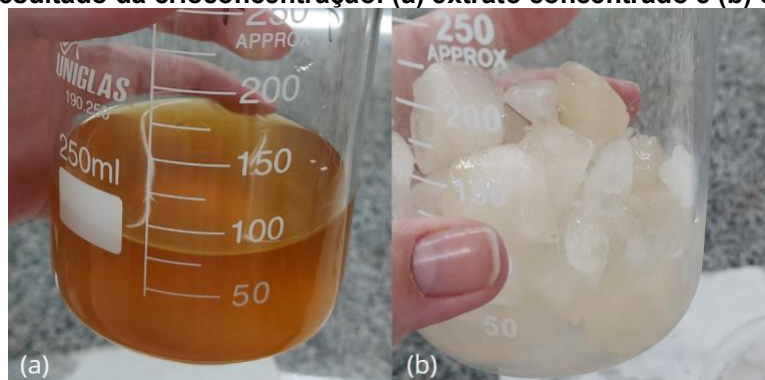
Imagem 4 - Maceração do manjeriço com os solventes



Fonte: Autoria própria (2025).

Em seguida, ocorreu a crioconcentração dos extratos, através do congelamento e posterior centrifugação. Observou-se nitidamente que o processo de concentração foi eficiente (imagem 5), visto que houve uma separação clara entre as fases, uma sendo do extrato concentrado em sólidos solúveis e compostos de interesse, e outra com os cristais de gelo.

Imagem 5 – Resultado da crioconcentração: (a) extrato concentrado e (b) cristais de gelo



Fonte: Autoria própria (2025).

A eficiência da concentração também pôde ser avaliada através da análise do teor de sólidos solúveis, medida em ° Brix. É possível notar que, após a crioconcentração, o teor de sólidos solúveis mais que dobrou em alguns casos, indicando que o processo foi altamente eficaz na remoção de água presente. A tabela 3 ilustra os valores encontrados de sólidos solúveis, expressos em ° Brix, antes e após o processo de crioconcentração.

Tabela 3 – Resultados da análise de sólidos solúveis dos extratos antes e depois da crioconcentração

Tratamento	Antes (° Brix)	Depois (° Brix)
<i>In natura</i>	3,8 ± 0,10 b	9,03 ± 0,15 b
Estufa s/ circulação de ar	2,6 ± 0,00 c	6,9 ± 0,00 c
Estufa c/ circulação de ar	5,3 ± 0,00 a	9,63 ± 0,12 a
Liofilização	2,53 ± 0,06 c	9,73 ± 0,15 a

*Média ± Desvio Padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2025).

Houve diferenças significativas entre tratamentos. Os tratamentos por secagem em estufa com circulação de ar e por liofilização foram semelhantes estatisticamente, mas diferiram significativamente dos demais. Os tratamentos *in natura* e em estufa sem circulação de ar apresentaram diferenças significativas entre si e em comparação aos demais tratamentos, de acordo com o teste de Tukey.

Os valores encontrados antes da crioconcentração são semelhantes ao encontrado por Henrique, Ferreira e Nunes (2017) (3,0 ° Brix), apesar de seu estudo tratar-se do teor de sólidos solúveis da matéria-prima *in natura*.

Estudos demonstram que a crioconcentração é um método eficaz para concentrar e extrair sólidos em extratos vegetais. Em suco de mirtilo, por exemplo, observou-se que a crioconcentração não apenas maximizou a concentração de soluto, mas obteve maior retenção de compostos bioativos e elevados níveis de atividade antioxidante quando comparada a concentração por evaporação (Casas-Forero, Orellana-Palma, Petzold, 2020).

Durante a crioconcentração, surgiram preocupações em relação à presença de etanol no extrato. Considerando que o ponto de fusão do etanol é significativamente inferior (-114,1 °C) ao da água (0 °C), levantou-se a hipótese de que o congelamento da solução poderia ser comprometido, dificultando a formação dos cristais de gelo necessários para o processo (Osório *et al.*, 2018). No entanto, o receio foi superado durante a prática, pois observou-se que a formação dos cristais foi efetiva durante o congelamento, indicando que a proporção de água presente na solução (75%) foi suficiente para permitir a formação da fase sólida, o que deu sucesso à etapa de crioconcentração.

A análise colorimétrica dos extratos evidenciou que os tratamentos influenciaram significativamente em suas colorações. Na tabela 4 e imagem a seguir (imagem 6) pode-se visualizar a diferença entre as cores apresentadas de acordo com cada tratamento.

Tabela 4 – Resultados da análise colorimétrica dos extratos crioconcentrados de manjeriço

Tratamento	L	a*	b*
<i>In natura</i>	14,98 ± 1,05 a	9,08 ± 0,31 a	2,26 ± 1,16 a
Estufa s/ circulação de ar	12,30 ± 0,45 b	5,70 ± 0,31 b	-3,25 ± 0,13 b
Estufa c/ circulação de ar	11,66 ± 0,62 b	6,35 ± 1,10 b	-4,19 ± 0,27 b
Liofilização	16,46 ± 0,26 a	5,15 ± 0,10 b	3,58 ± 1,01 a

L: luminosidade (de 0 a 100); a coloração verde (valores negativos) a vermelho (valores positivos); b* coloração azul (valores negativos) a amarelo (valores positivos).

**Média ± Desvio Padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2025).

Quanto à luminosidade dos extratos (L), pode-se observar que os tratamentos *in natura* e liofilização foram mais eficazes na preservação da cor clara, sendo semelhantes estatisticamente, podendo sugerir que, então, tratamentos térmicos causam o escurecimento do material. O parâmetro a* avalia a cor do vermelho ao verde, em que se observou extratos mais esverdeados no tratamento *in natura* (9,08)

e em estufa com circulação de ar (6,35). Quanto à coloração amarelo ao azul (b*), valores mais positivos indicam extratos mais amarelados, enquanto valor negativos demonstram cores azuladas. Os tratamentos em estufa adquiriram coloração levemente azulada, enquanto a *in natura* e liofilizado mantiveram suas cores amareladas. Segundo Ratti (2001), temperaturas elevadas na secagem levam a degradação da cor.

Imagem 6 – Extratos crioconcentrados nos tratamentos (a) *in natura*; (b) liofilização; (c) estufa sem circulação de ar; (d) estufa com circulação de ar



Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados de acidez e pH dos extratos hidroalcoólicos, eles encontram-se na Tabela 5. O valor de pH do extrato com manjerição *in natura* apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com relação ao extrato com manjerição liofilizado. Entretanto, não difere significativamente dos tratamentos realizados pela estufa. Do mesmo modo, o extrato de manjerição liofilizado não apresenta diferenças significativas sob os extratos com manjerição tratado por estufa.

Os valores de pH encontrados nos extratos são próximos aos encontrados no manjerição *in natura* por Henrique, Ferreira e Nunes (2017), de 6,43. Pode-se afirmar que, neste caso, o pH encontra-se próximo da neutralidade visto o solvente corresponde a uma mistura de etanol e água.

Tabela 5 – Resultados das análises de pH, acidez e resíduo seco dos extratos de manjerição

Tratamento	pH	Acidez	Resíduo seco
<i>In natura</i>	6,04 ± 0,26 b	0,30 ± 0,03 b	0,260 ± 0,03 c
Estufa s/ circulação de ar	6,18 ± 0,03 ab	0,29 ± 0,02 b	0,370 ± 0,04 b
Estufa c/ circulação de ar	6,07 ± 0,04 ab	0,35 ± 0,02 b	0,682 ± 0,02 a
Liofilização	6,41 ± 0,02 a	0,55 ± 0,05 a	0,362 ± 0,03 b

*Médias ± Desvio Padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2025).

Na análise de acidez, entre os tratamentos avaliados, os extratos de manjerição *in natura*, seco em estufa com circulação de ar e seco em estufa sem circulação de ar apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre si, porém todos diferiram significativamente do tratamento obtido por liofilização.

Henrique, Ferreira e Nunes (2018) analisaram a acidez da matéria-prima, observando valores próximos de 0,1955%, acidez relativamente baixa quando comparada aos extratos deste estudo. Silva, Santos e Lisboa (2020) ao analisarem outra matriz vegetal pertencente à família *Lamiaceae* – o alecrim, observaram valores de pH próximos a 6,0 e acidez titulável de 0,31 na matéria-prima, teores muito similares aos encontrados nos extratos hidroalcoólicos avaliados neste presente estudo.

Quanto ao teor encontrado de resíduo seco (tabela 5) nos extratos hidroalcoólicos, pode-se afirmar que os tratamentos *in natura* (0,260%) e por estufa com circulação de ar (0,682%) diferiram significativamente dos demais tratamentos. Todavia, os tratamentos por estufa sem circulação de ar (0,370%) e por liofilização (0,362%) foram estatisticamente semelhantes ao nível de 5% de significância.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a influência de diferentes métodos de secagem – *in natura*, estufa com e sem circulação de ar e liofilização - sobre as propriedades físico-químicas dos extratos hidroalcoólicos de manjerição (*Ocimum basilicum L.*) obtidos por percolação e concentrados por crioconcentração. Os resultados obtidos revelaram que o tipo de tratamento aplicado à matéria-prima interfere de maneira significativa na qualidade final dos extratos.

Dentre os métodos, a liofilização se sobressaiu por preservar de maneira mais eficaz a cor original e a composição dos extratos, reduzindo significativamente a degradação de compostos termossensíveis. Em contrapartida, a secagem térmica por estufa provocou o escurecimento dos extratos, além de maior perda de massa e alterações em parâmetros como resíduo seco, acidez e pH.

A aplicação da crioconcentração seguida de centrifugação provou ser altamente eficaz na separação das fases, elevando os teores de sólidos solúveis presentes no extrato. Essa técnica se mostrou eficaz para concentração de extratos vegetais, mostrando que, em comparação à métodos tradicionais, minimiza a perda de compostos voláteis e alterações físico-químicas.

As análises físico-químicas realizadas – umidade, pH, acidez, sólidos solúveis, resíduo seco e cor – permitiram uma compreensão abrangente dos efeitos da escolha do método de secagem ideal.

Conclui-se, portanto, que a etapa de secagem é uma variável crítica no processamento de plantas medicinais e aromáticas, sendo determinante na manutenção da integridade dos compostos bioativos e das características desejadas da planta. Os dados obtidos são indispensáveis no que diz respeito à valorização do manjerição como matéria-prima de alto valor agregado.

REFERÊNCIAS

- ALVIM, R. L. **Desempenho agronômico de genótipos de manjeriço na região do Distrito Federal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Agrônoma) - Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2019.
- ALTAI, K.; DIRIM, S. N.; HAYALOGLU, A. A. Effects of different drying processes on the quality changes in Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves and drying-induced changes in bioactive and volatile compounds and essential oils. **Journal of Food Science**. v. 89, n. 12, p. 9088-9107, 2024.
- BAYLIAK, M. M.; BURDYLIUK, N.; LUSHCHAK, V. Effects of pH on antioxidant and prooxidant properties of common medicinal herbs. **Open Life Sciences**. v. 11, n. 1, p. 298-307, 2016.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**. v. 45, n. 8, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170889>. Acesso em: 23 out. 2024.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**. v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manjeriço**. Porto Velho, RO. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100713/1/folder-manjericao.pdf>. Acesso em: 14 out. 2024.
- CANO-CHAUCA, M. *et al.* Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005.
- CANTERI, M. G. *et al.* SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**. v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- CANTERI, M. H. G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Université d'Avignon; Universidade Federal do Paraná, 2010.
- CARNEIRO DE SOUZA, L. *et al.* Avaliação do método de secagem nas propriedades do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v. 11, n. 2, 2021.
- CARVALHO FILHO, J. L. S. *et al.* Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, p. 24-30, 2006.
- CASAS-FORERO, N.; ORELLANA-PALMA, P.; PETZOLD, G. Influence of block freeze concentration and evaporation on physicochemical properties, bioactive

compounds and antioxidant activity in blueberry juice. **Food Science Technology**. v. 40, p. 387-394, 2020.

CELESTINO, S. M. C. Princípios de secagem de alimentos. **Embrapa Cerrados**. Distrito Federal: Planaltina, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

DOS SANTOS SILVA, W. J.; SANTOS, M. G. A.; DE LISBOA, C. C. Caracterização bromatológica do alecrim (*Rosmarinus officinalis*) in natura. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**. v. 1, n. 7, p. 143-156, 2020.

FAVORITO, P. A. *et al.* Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 13, p. 582-586, 2011.

FONSECA, C. M. F. **Óleos essenciais em contexto escolar**. Covilhã: 2012. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2769/3/corpo%20da%20tese.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

FREITAS, B. A. G. *et al.* Principais métodos de secagem utilizados na obtenção de polpa de fruto em pó solúvel: uma revisão. **Brazilian Applied Science Review**. v. 6, n.6, p. 1588-1620. Curitiba, PR: 2022.

FREITAS, P. S. P. M. **Produção de manjeriço (*Ocimum basilicum* cv. *Cinnamon*) no outono inverno em sistemas de cultivo e adubações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2022.

HABER, L. L.; CLEMENTE, F. M. V. T (ed). **Plantas aromáticas e condimentares: uso aplicado na horticultura**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/977687>. Acesso em: 14 maio 2025.

HENRIQUE, V. A.; FERREIRA, L. P.; DOS REIS NUNES, C. Análise físico-química e antioxidante de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) orgânico. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico**. v. 3, n. 2, p. 85-97, 2017.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IZIDORO, M. *et al.* Propriedades funcionais e organolépticas de plantas condimentares: Revisão. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 6, p. e2010614958-e2010614958, 2021.

KONICA MINOLTA Sensing Americas. **Entendendo o espaço de cor L*a*b***. 2023. Disponível em: <<https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>. Acesso em 08 jun. 2025.

LAHM, V. S. **Produção de cerveja do tipo pilsen com adição de capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão - PR, 2023.

LOPES, J. P. K. **Extração da pectina do limão Tahiti (*Citrus latifolia Tanaka*) para formação de biofilmes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão - PR, 2022.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, SP: Jardim Botânico Plantarium, 2021. 3 ed.

MENEZES, M. L. **Estudo dos processos de secagem e de extração para produção do óleo bruto de semente de uva**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2014.

MINAMI, K. *et al.* **A cultura do Manjeriço**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação. 2007. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR36.pdf>. Acesso em: 14 out. 2023.

NAVIGLIO, D. *et al.* An innovative solid-liquid extraction technology: use of the naviglio extractor® for the production of lemon liquor. **African Journal of Food Science**. v. 1, n. 4, p. 042-050, 2007.

OSÓRIO, M. *et al.* Progressive stirred freeze-concentration of ethanol-water solutions. **Journal of Food Engineering**. v. 224, p. 71-79, 2018.

OZCAN, M.; ARSLAN, D.; UNVER, A. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Food Engineering**. v. 69, n. 3, p. 375-379, 2005.

PEREIRA, R. C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço: Cultivo e Utilização**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. ISSN 2179-8184. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/900892/1/DOC11004.pdf>. Acesso em: 23 maio 2025.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Food Science and Technology**. v. 27, p. 156-192, 2007.

PETZOLD, G. *et al.* Block freeze concentration assisted by centrifugation applied to blueberry and pineapple juices. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v. 30, p. 192-197, 2015.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engineering**. v. 49, n. 4, p. 311-319, 2001.

SALES, W. S. *et al.* Métodos alternativos de secagem de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **V Encontro Nacional da Agroindústria**. 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2019/trabalhos/metodos-alternativos-de-secagem-de-manjericao-ocimum-basilicum-l?lang=pt-br>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SANTOS, C. S. *et al.* Métodos de extração para produção de fitoterápicos. *In*: FEIJÓ, F. M. C.; ALVES, N. D.; SANTOS, C. S. **Fitoterapia em animais de produção e de companhia**. Ponta Grossa – PR: Atenas, 2024. p. 16-25. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.464243101>. Acesso em: 27 maio 2025.

SILVA, F. **Óleo essencial e conservação pós-colheita de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em dois horários e duas épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2000.

SILVA, F. **Avaliação do teor e da composição química do óleo essencial de plantas medicinais submetidas a processos de secagem e armazenamento**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2005.

SILVA, J. A. S. L. **Desidratação de ervas condimentares: análise do processo de secagem**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão - PE, 2018.

SILVA, R. S.; SILVA, A. C.; LINHARES, J. F. P. Determinação dos teores de umidade e cinzas totais em erva cidreira (*Lippia alba*) coletada na zona rural de São Luís - MA. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 9, p. 73800-73808, 2020.

SILVA, W. J. S.; SANTOS, M. G. A.; LISBOA, C. C. Caracterização físico-química de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) provenientes de cultivo orgânico. **Ciência, Tecnologia e Inovação: do campo à mesa**. Congresso Internacional da Agroindústria, 2020. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/182.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2025.

SILVEIRA, A. J. M. L. *et al.* Determinação de acidez titulável em farinha: otimização de metodologia. **XXXIII Congresso de Iniciação Científica**. Universidade Federal de Pelotas-RS, 2024. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2024/CA_04987.pdf. Acesso em: 07 jul. 2025.

SOUSA, Y. A. *et al.* Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém-PA. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 23, p. e2018085, 2020.

SOUZA, R. V. **Produção de manjeriço na primavera verão em sistemas de cultivo e adubações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2020.

STOLLE, A. M. **Elaboração e caracterização de filmes de pectina para uso na conservação de tomates-cereja (*Solanum lycopersicum*)**. Trabalho de Conclusão

de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa - PR, 2018.

SUTILLE, C. *et al.* Comparação entre dois métodos de secagem, a quente e a frio, empregados em folhas de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) quanto ao teor de umidade final. **V Simpósio de Alimentos para a região Sul**. Rio Grande do Sul: Passo Fundo, 2007. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2007/todos/14.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017

VEGGI, P. C. **Obtenção de extratos vegetais por diferentes métodos de extração: estudo experimental e simulação dos processos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2009.