



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE NUTRIÇÃO

JADE VITORIA DUARTE DE CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE COMPOSTOS BIOATIVOS *IN*
NATURA E SOB PROCESSAMENTO TÉRMICO
DAS FOLHAS DO MANJERICÃO (*Ocimum basilicum*)**

BELÉM

2022

JADE VITORIA DUARTE DE CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE COMPOSTOS BIOATIVOS IN
NATURA E SOB PROCESSAMENTO TÉRMICO DAS FOLHAS DO MANJERICÃO**
(Ocimum basilicum)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos.

BELÉM

2022

JADE VITORIA DUARTE DE CARVALHO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS TEORES DE COMPOSTOS BIOATIVOS IN
NATURA E SOB PROCESSAMENTO TÉRMICO DAS FOLHAS DO MANJERICÃO**
(Ocimum basilicum)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

BANCA EXAMINADORA:

Profª Drª Orquídea Vasconcelos dos Santos

(Universidade Federal do Pará – Orientador)

Profª Drª. Marcela de Souza Figueira

(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

Mestranda Luana Karoline Furtado Silveira

(Universidade Federal do Pará – Membro externo)

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a graça de cursar a graduação que tanto almejei, por ter me dado força, paciência e sabedoria e ter sido minha força e amparo em todo esse período da faculdade.

Agradeço a toda minha família, especialmente à minha mãe por sempre me apoiar e ser essa mãe maravilhosa e guerreira na qual eu me inspiro muito, ao meu pai por sempre me incentivar a buscar um futuro melhor através dos estudos, à minha avó Clementina e tia Edinalva por todas as suas orações e amor, à minha tia Lindalva e prima Marcela Vitória por toda torcida e apoio, à minha tia Daniele e madrinha Roseane por todo investimento financeiro, apoio e incentivo desde o quando eu estava me preparando no cursinho pré-vestibular.

Agradeço às minhas melhores amigas Jacqueline Amanda e Jovana Farias que mesmo não estando tão presentes fisicamente, sempre me motivaram e apoiaram desde o ensino médio.

Sou muito grata aos meus "nutriamigos" Amanda Vitória, Joyce Martins, Silva Maria e Pablo Eduardo por toda ajuda na construção dos trabalhos e afins, por todos os momentos de alegrias e risadas, por todo apoio e amor mútuo construído nesses anos de graduação.

Agradeço à minha orientadora, a professora Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos pela oportunidade, auxílio, suporte durante todo o período de estágio no Laboratório de Ciência dos Alimentos (LCA) e construção desse trabalho de conclusão de curso, além de todos os ensinamentos que me fizeram admirá-la como pessoa e profissional.

Agradeço também aos meus colegas de LCA Ana Beatriz, Luiz Gustavo, Helen Cristina, Rafaela Valente, Luana Silveira, Mayara, Samantha e Rosely Carvalho por todo companheirismo, ajuda e contribuição na execução das análises no laboratório.

E por fim, meu muito obrigada também à todos os professores que fizeram parte da minha formação intelectual e trajetória acadêmica, do pré-escolar até aqui, todos foram essenciais na construção de todo conhecimento que possuo e contribuíram imensamente para a grande admiração que tenho por todos os profissionais da educação, pois de alguma forma auxiliam as pessoas a mudarem suas realidades através dos estudos.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”

(Aldo Novak)

RESUMO

No contexto atual, as doenças crônicas não transmissíveis apresentam incidência elevada no Brasil e no mundo, sendo a alimentação um dos fatores modificáveis que previnem o surgimento desses agravos, inferindo-se que a inserção de alimentos protetores é de extrema importância. Dentes as alternativas alimentares benéficas, destaca-se o consumo do manjericão (*Ocimum basilicum*), o qual é uma erva aromática originária da região do Mediterrâneo, utilizada como condimento alimentar nas formas *in natura* e principalmente desidratada, devido ao seu sabor e aroma agradáveis. Além disso, é amplamente usado como fitoterápico no tratamento de doenças em decorrência das suas propriedades bioativas. Desse modo, o objetivo deste trabalho é avaliar e comparar os teores de compostos bioativos presentes nas folhas do manjericão *in natura* e após processamento térmico de secagem, utilizando os procedimentos metodológicos que seguem os padrões recomendados e aceitos internacionalmente. As folhas do manjericão *in natura* apresentaram 9,50 mg/100g (vitamina C), 1,8 mg EAG/g (polifenóis totais), 0,73 mg/g (flavonoides), 2287,8 µg/100g (clorofila *a*), 1003,8 µg/100g (clorofila *b*), 52,42 µg/100g (carotenoides totais), 17,26 µg/100g (alfa-caroteno), 16,71 µg/100g (beta-caroteno) e 18,45 µg/100g (zeaxantina). Em relação a análise colorimétrica observou-se tendência para o verde devido o resultado de a^* ser positivo (34,05) e amarelo pelo valor de b^* obtido ser negativo (-14,95). Já na amostra desidratada, obteve-se 6,33 mg/100g de vitamina C, 3,9 mg EAG/g de polifenóis totais, 0,78 mg/g de flavonóides, 593,71 µg/100g de carotenóides totais, 167,85 µg/100g de alfa caroteno, 200,61 µg/100g de beta-caroteno, 225,25 µg/100g de zeaxantina, 2607,4 µg/100g de clorofila e 2287,8 µg/100g de clorofila *b*. Ademais, observou-se diminuição nos parâmetros L^* , a^* e b^* o que conseqüentemente indica mudança de cor na amostra seca. A análise de FTIR demonstrou presença de fibras no material que passou por processo de secagem. Diante disso, conclui-se que o manjericão é uma erva aromática rica nutricionalmente por apresentar expressivos teores de compostos bioativos que podem ser degradados ou sofrer aumento na sua bioacessibilidade pelo processo térmico de calor seco.

Palavras-chave: compostos fitoquímicos; *Ocimum basilicum*; secagem de alimentos.

ABSTRACT

In the current context, non-communicable chronic diseases have a high incidence in Brazil and in the world, with diet being one of the modifiable factors that prevent the appearance of these diseases, inferring that the insertion of protective foods is extremely important. Among the beneficial food alternatives, the consumption of basil (*Ocimum basilicum*) stands out, which is an aromatic herb originating in the Mediterranean region, used as a food condiment in natura and mainly dehydrated forms, due to its pleasant flavor and aroma. In addition, it is widely used as a herbal medicine in the treatment of diseases due to its bioactive properties. Thus, the objective of this work is to evaluate and compare the levels of bioactive compounds present in basil leaves in natura and after thermal drying processing, using methodological procedures that follow internationally recommended and accepted standards. Fresh basil leaves had 9.50 mg/100g (vitamin C), 1.8 mg EAG/g (total polyphenols), 0.73 mg/g (flavonoids), 2287.8 µg/100g (chlorophyll a), 1003.8 µg/100g (chlorophyll b), 52.42 µg/100g (total carotenoids), 17.26 µg/100g (alpha-carotene), 16.71 µg/100g (beta-carotene) and 18.45 µg/100g (zeaxanthin). Regarding the colorimetric analysis, there was a tendency towards green due to the result of a* being positive (34.05) and yellow due to the value of b* obtained being negative (-14.95). In the dehydrated sample, 6.33 mg/100g of vitamin C, 3.9 mg EAG/g of total polyphenols, 0.78 mg/g of flavonoids, 593.71 µg/100g of total carotenoids, 167, 85 µg/100g of alpha carotene, 200.61 µg/100g of beta-carotene, 225.25 µg/100g of zeaxanthin, 2607.4 µg/100g of chlorophyll and 2287.8 µg/100g of chlorophyll b. Furthermore, a decrease in the parameters L*, a* and b* was observed, which consequently indicates a change in color in the dry sample. The FTIR analysis showed the presence of fibers in the material that went through the drying process. In view of this, it is concluded that basil is a nutritionally rich aromatic herb because it presents expressive levels of bioactive compounds that can be degraded or undergo an increase in its bioaccessibility by the thermal process of dry heat.

Keywords: phytochemical compounds; *Ocimum basilicum*; food drying.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Compostos bioativos e micronutrientes encontrados nas folhas do <i>Ocimum basilicum</i> e seus benefícios à saúde segundo a literatura.....	18
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Caracterização biométrica das folhas do manjericão <i>in natura</i>	18
TABELA 2 – Caracterização físico-química do manjericão <i>in natura</i> (FMIN) e pós processamento térmico de secagem (FMS).....	38
TABELA 3 – Teores de compostos bioativos presentes nas folhas do manjericão <i>in natura</i> (FMIN) e após processamento térmico de secagem (FMS).....	40
TABELA 4 – Principais carotenóides presentes nas folhas do manjericão <i>in natura</i> (FMIN) e pós processamento térmico de secagem (FMS).....	44
TABELA 5 – Valores obtidos na análise de colorimetria das amostras Folhas de manjericão <i>in natura</i> (FMIN) e Folhas de manjericão secas FMS.....	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Manjerição em março.....	15
FIGURA 2 – Estruturas do manjerição <i>in natura</i>	16
FIGURA 3 – Folha <i>in natura</i> do manjerição.....	17
FIGURA 4 – Imagem apresentando algumas das variações de subespécies do <i>Ocimum basilicum</i> existentes na Índia.....	18
FIGURA 5 – Imagem apresentando alguns exemplos de fontes alimentares de polifenóis: feijão, laranja, açaí, jambo, chá verde e chá preto, respectivamente	21
FIGURA 6 – Imagem apresentando os dois grandes grupos de carotenoides e alguns exemplos de fontes alimentares regionais amazonicas	23
FIGURA 7 – Imagem apresentando os tipos de clorofilas presentes no manjerição.....	25
FIGURA 8 – Curva padrão de ácido gálico (100-500 mg/mL)	34
FIGURA 9 – Fluxograma das análises realizadas para construção do presente trabalho.....	36
FIGURA 10 - Imagem demonstrando a cor da amostra FMIN e a alteração de coloração na amostra FMS.....	42
FIGURA 11 - Padrão FTIR da amostra FMS.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 Aspectos gerais do manjeriço.....	15
3.2 Compostos bioativos e doenças crônicas não transmissíveis.....	20
3.2.1 Compostos fenólicos ou polifenóis.....	21
3.2.2 Carotenóides.....	22
3.2.3 Vitamina C.....	24
3.2.4 Pigmentos presentes no manjeriço.....	24
3.2.4.1 Clorofilas.....	24
3.3 Tipos de processamento com transferência de calor.....	26
3.4 Influência do processamento térmico de secagem sobre os compostos bioativos..	27
4. OBJETIVOS.....	29
4.1 Objetivo geral.....	29
4.2 Objetivos específicos.....	29
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5.1 Preparo da amostra.....	30
5.2 Caracterização biométrica das folhas.....	30
5.3 Tratamento térmico.....	30
5.4. Análises físico-químicas.....	30
5.4.1 Análise de atividade de água (A _{ww}).....	30
5.4.2 Análise do teor de umidade (U%).....	31
5.4.3 Análise do potencial hidrogeniônico (pH).....	31
5.4.4 Análise de acidez total titulável (ATT).....	31
5.5 Análise da concentração de pigmentos.....	32
5.5.1 Clorofilas.....	32
5.6. Análise da concentração de compostos bioativos.....	33
5.6.1 Carotenóides.....	33
5.6.2 Vitamina C.....	33
5.6.3 Compostos fenólicos (polifenóis totais).....	34
5.6.4 Análise de flavonóides.....	34

5.6.5 Cor instrumental.....	35
5.6.6 Espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformação de fourier (FTIR).....	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6.1 Análise biométricas das folhas in natura	37
6.2 Avaliação das características físico-químicas	38
6.3 Avaliação dos compostos bioativos.....	40
6.4 Análise de variações colorimétricas.....	45
6.5 Análise de agrupamentos químicos por espectroscopia de infravermelho com transformação de Fourier (FTIR).....	47
7. CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil e o mundo vem passando por grandes transformações sociais, culturais, econômicas, demográficas e tecnológicas que resultam em mudanças no estado de saúde e padrão do consumo alimentar da população, caracterizando um processo chamado de transição epidemiológica. De acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), de 2017/2018, houve um aumento do consumo de alimentos ultraprocessados de 8,6% para 18,4% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Nesse cenário, a ingestão exacerbada de alimentos ultraprocessados, os quais possuem elevados teores de conservantes, sódio, açúcar, gorduras saturadas e diversas outras substâncias, tem sido considerada um dos fatores de risco que contribui diretamente para a ascensão das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) como diabetes mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, obesidade e hipertensão arterial sistêmica (COSTA *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019; BARROS *et al.*, 2021). As DCNT constituem sete das dez principais causas de morte no mundo, sendo as doenças cardiovasculares as principais causas de mortalidades (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2019; WHO, 2021).

Segundo o Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT no Brasil, 2011-2022, do Ministério da Saúde (MS), elas são consideradas graves problemas de saúde pública e privada e correspondem a 72% das causas de mortes no país (BRASIL, 2019). Desse modo, uma intervenção baseada na mudança de estilo de vida e modificação de hábitos alimentares, que incluem uma alimentação composta por alimentos *in natura* como frutas, hortaliças e cereais integrais é capaz de reduzir 9% do índice de óbitos por doenças cardiovasculares (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Diante dessa influência negativa ou positiva que a alimentação pode exercer no desenvolvimento das DCNT, os alimentos funcionais têm ganhado destaque por suas propriedades bioativas que possuem efeitos fisiológicos e metabólicos benéficos no organismo humano. As plantas consideradas ervas aromáticas, dispõem de teores de compostos bioativos que atuam na prevenção de diversas doenças sistêmicas, neurodegenerativas, neoplasias e processos inflamatórios segundo as diversas pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas (JIANG, 2019; MOHAMMED, 2020; TEOFILOVI *et al.*, 2021). Portanto, observa-se que as ervas aromáticas podem atuar como alimentos funcionais e nutracêuticos, em razão de suas propriedades bioativas atuarem diminuindo o risco a agravos à saúde, e conseqüentemente, conferindo/melhorando a saúde e bem-estar (KUMAR *et al.*, 2017).

O presente estudo destaca a erva aromática conhecida como manjeriço (*Ocimum basilicum L.*), a qual possui o cultivo propagado em muitos países, inclusive no Brasil, onde o clima é considerado favorável (SRIVASTAVA *et al.*, 2021). Diferentes partes do manjeriço podem ser utilizadas, incluindo as raízes, caule, flores e sementes, entretanto é popularmente conhecido por suas folhas, que possuem tanto variedades verdes, com folhas verdes brilhantes e flores brancas, quanto variedades coloridas, que comumente são consumidas na forma seca ou fresca, as quais contêm elevados teores de óleos essenciais, flavonóides e ácidos fenólicos que são potentes antioxidantes, anti-inflamatórios, antibacterianos e antivirais (MADDI, 2019; UGBOGU *et al.*, 2021).

Diversos fatores podem alterar essa composição de nutrientes e as propriedades bioativas dos alimentos como características edafoclimáticas, espécie, forma de cultivo, colheita e até o processamento térmico (GAVRIC. *et al.*, 2021). A secagem é um processamento térmico antigo e muito utilizado com intuito de conservação e diminuição da perecibilidade de produtos alimentícios, pois consiste na redução da atividade de água, através da remoção do conteúdo de água livre com o emprego de elevadas temperaturas, a um determinado tempo, no qual o ar quente proporciona a transferência de calor, e, por conseguinte, a vaporização da água e a desidratação do alimento (YOPLAC *et al.*, 2021). Portanto, observa-se que além da intenção de preservação dos alimentos, torna-se importante observar os efeitos e alterações que o processamento térmico pode gerar sobre os teores de compostos bioativos de origem vegetal, como o manjeriço.

Dessa forma, este trabalho tem o objetivo de analisar comparativamente os teores de compostos bioativos in natura e sob processamento térmico das folhas do manjeriço (*Ocimum basilicum*).

2. JUSTIFICATIVA

Segundo o Guia Alimentar para a população brasileira, os alimentos *in natura* e minimamente processados, de modo predominante os de origem vegetal, são a base de uma alimentação balanceada e saudável, haja vista que a ingestão de nutrientes propiciada pela alimentação é essencial para a boa saúde dos indivíduos (BRASIL, 2014).

Comportamentos de risco modificáveis como uma alimentação inadequada está entre os maiores fatores de risco para o desenvolvimento de DCNT, com impacto direto e indireto sobre a incidência de morbidade, mortalidade e elevação da carga de custos para os sistemas de saúde (FRANCISCO *et al.*, 2019; NILSON *et al.*, 2019). Logo, há grande interesse em pesquisas científicas farmacêuticas e nutricionais acerca de plantas e alimentos considerados funcionais, por conta da presença de propriedades bioativas que podem atuar reduzindo o risco de surgimento de DCNT e na manutenção da saúde dos indivíduos (AHMED *et al.*, 2021).

Dentre as plantas consideradas por suas propriedades medicinais, nutracêuticas e nutricionais destaca-se o manjericão (*Ocimum basilicum L.*), erva aromática muito utilizada na culinária como condimento e na medicina popular como tratamento alternativo para algumas doenças (AKARA *et al.*, 2021). Segundo o estudo de análise fotoquímica realizado por Nascimento Júnior *et al.* (2020) o manjericão apresentou em sua constituição taninos, saponinas, flavonoides, cânfora e o óleo essencial contendo timol, estragol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno, com atividade antimicrobiana e antioxidante. Além disso, o manjericão possui altos teores de micronutrientes como o ferro, magnésio, potássio, cálcio, fósforo, vitaminas C e A (FILIP, 2017).

De acordo com o estudo realizado por Roberto (2018) o processamento térmico de desidratação convencional do manjericão concentrou compostos como β -caroteno e eriodictiol (flavonoide), além de apresentar maior teor de micronutriente como manganês, cromo, ferro, potássio e vitamina A. Logo, torna-se essencial a realização de pesquisas e estudos que promovam o conhecimento acerca da influência que o processamento térmico possui sobre os compostos bioativos presentes no manjericão, para que esse fato seja utilizado a favor da ingestão adequada de nutrientes e compostos que promovem a proteção e prevenção das DCNT.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais do manjeriço

O manjeriço é uma planta herbácea (ou seja, possui partes aproveitáveis que se situam acima do solo) pertencente ao filo *Magnoliófito*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Lamiales*, família *Lamiaceae*, subfamília *Napetoideae* e gênero *Ocimum*, o qual possui cerca de 150 espécies relatadas e descritas na literatura científica, sendo a espécie *basilicum* uma das mais estudadas (LAZAREVIC, 2021).

Dependendo da região que é cultivado e comercializado, pode ser popularmente conhecido por nomes como alfavaca, basilicão, manjeriço-de-folha longa, basil ou basílico (MADDI *et al.*, 2019). O *Ocimum basilicum* (figura 1) é uma planta considerada como erva aromática/especiaria de origem asiática, particularmente dos países da Índia e do Sul da Ásia, e amplamente cultivada em diversos países do mundo principalmente naqueles localizados na região do Mediterrâneo em virtude das características climáticas locais serem favoráveis para a cultura dessa planta (MADDI *et al.*, 2019; SRIVASTAVA *et al.*, 2021).

Figura 1- Manjeriço em maço.



Fonte: Autora (2022).

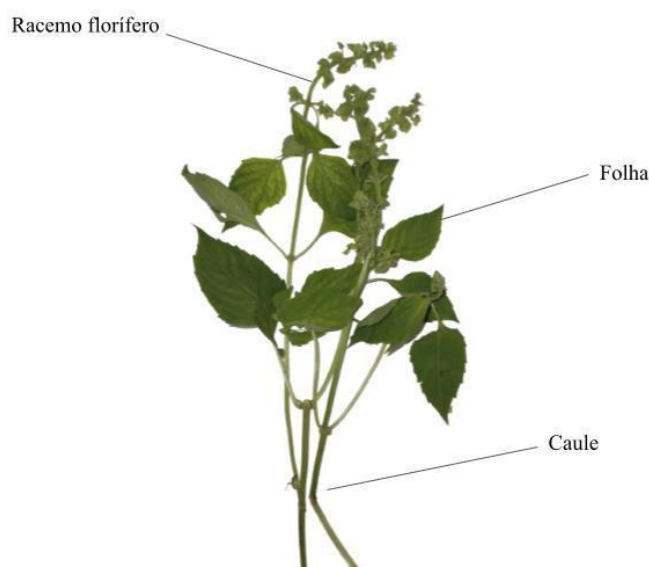
Tradicionalmente o cultivo é realizado em campos abertos por produtores rurais, utilizando estacas de ponta de caule, em regiões na qual o clima é temperado, tropical ou subtropical quente e úmido. É uma planta com ciclo anual ou perene, ou seja, são realizados diversos cortes durante a sua vida produtiva (ALVES *et al.*, 2021).

As características edafoclimáticas do local de cultivo exercem forte influência e favorecem o desenvolvimento celular adequado e a produtividade do manjeriço, tais como incidência solar visto que é uma planta heliófita, ou seja, necessita de exposição total e intensa aos raios solares para eficiente atividade fotossintética, temperaturas acima de 12°C em razão da sensibilidade a baixas temperaturas, precipitação pluviométrica regulares por ser suscetível ao estresse hídrico, porém não tolera excessos de irrigação com água, solo com rica composição de nutrientes e umidade atmosférica equilibrada sendo possível a colheita em 60 a 90 dias após plantio no qual é essencial colher a parte aérea assim que houver o florescimento para que o aroma seja conservado (DAMALAS, 2019; SIPOS *et al.*, 2021).

Além disso, a cultura vertical doméstica é largamente reproduzida e se dá através da sementeira em vasos ou canteiros, visto que as técnicas de cultivo residencial adequadas proporcionam desenvolvimento de folhas e flores com potencial ornamental, odor agradável e possibilidade de consumo direto (FRANÇA *et al.*, 2017).

Em relação às suas características morfológicas, o manjeriço atinge cerca de 45 a 90 cm de altura (dependendo da região de cultivo), apresenta caule principal ereto e ramificado (ramificações que podem chegar a 1 cm), suas flores são dispostas em racemos floríferos condensados em forma de espiga que vão da cor branca a arroxeada, com cálice e corola em forma de sino (RASHID *et al.*, 2018). As estruturas como caule, flor e folhas podem ser observadas na figura 2.

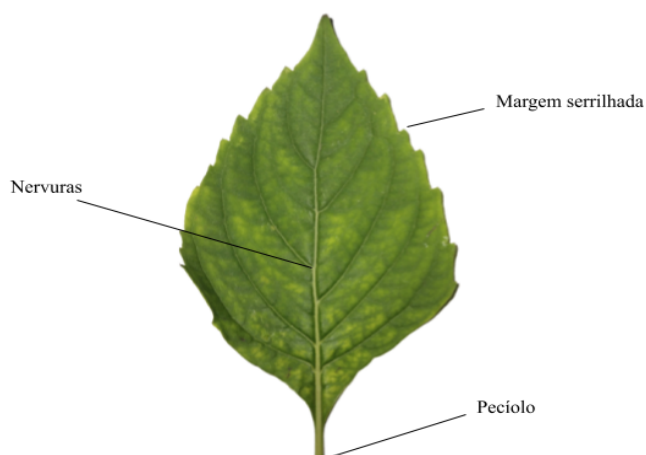
Figura 2- Estruturas do manjeriço *in natura*.



Fonte: Autora (2022).

As folhas podem medir de 2 a 7,5 cm de comprimento, são delicadas, pedunculadas e opostas cruzadas, com coloração esverdeada-brilhante, ovaladas, pecioladas e com margens serrilhadas como é demonstrado na figura 3 (RASHID *et al.*, 2018; MADDI *et al.*, 2019).

Figura 3- Folha *in natura* do manjeriço.



Fonte: Autora (2022).

As espécies do gênero *Ocimum* diferenciam-se entre si devido a características estruturais vegetais como cores, formato das folhas (grandes, pequenas, linheformes e onduladas), flores, aroma, comprimento e perfil químico como composição de ácidos fenólicos (AVETISYAN, 2017). A existência de uma gama botânica de espécies pertencentes ao gênero *Ocimum L.* ocorre devido a ocorrência de polinizações cruzadas e cultura em diversificadas localizações geográficas, fato que facilita hibridações interespecíficas, e conseqüentemente resulta em um grande variabilidade de espécies, e até subespécies, com aspectos morfológicos semelhantes o que dificulta a diferenciação visual pela população em geral (RASHID *et al.*, 2018; ALVES, 2019).

Por exemplo, na Índia são encontradas diversas variações botânicas do *Ocimum basilicum* (figura 4) como o *O. basilicum L. var. Will peludo*, *Ocimum x citriodorus Vis. O. basilicum L. var. purpurascens Benth.*, *O. basilicum L. var. Benth deformado*, *O. basilicum L. var. thyrsoflora Benth.*, *O. basilicum L. var. basilicum*, *O. basilicum L. var. glabratum Benth* fato que pode demonstra o alto potencial de hibridização e o polimorfismo da espécie (RAINA *et al.*, 2018; BAJOMO, 2022).

Figura 4- Imagem apresentando algumas das variações de subespécies do *Ocimum basilicum* existentes na Índia.



O. basilicum L. var. *pilosum* Willd.



Ocimum x citriodorum Vis.



O. basilicum L. var. *purpurascens* Benth.



O. basilicum L. var. *difformw* Benth.



O. basilicum L. var. *thyrsoflora* Benth.



O. basilicum L. var. *basilicum*.



O. basilicum L. var. *glabratum* Benth.

Fonte: (RAINA, GUPTA, 2018).

Há grande interesse econômico na produção comercial do manjericão, pois sua cultura possui alto potencial de exportação e exponencial margem de lucratividade em decorrência da facilidade de cultivo, alta produção de biomassa, elevados índices de colheita e boa adaptação a sistemas de cultivo por hidroponia e aquaponia (SIPOS *et al.*, 2021). A produção de manjericão no Brasil, é realizada principalmente por produtores da agricultura familiar nos estados de Sergipe (SE) e Mato Grosso do Sul (MS), sendo o MS o maior produtor (89% do total) e exportador brasileiro dessa hortaliça (ALVES, 2021; ABSOLUTE REPORTS, 2020; VERGARA *et al.*, 2021).

O mercado brasileiro, no ano de 2017, apresentou altos índices de comercialização do manjericão, no qual o mesmo ocupou a posição de centésima quinquagésima folhosa mais comercializada, alcançando a marca de 225 toneladas vendidas nesse período, logo estima-se que o consumo de manjericão cresça numa faixa de cinquenta e sete milhões de dólares para sessenta e dois milhões de dólares com uma taxa de crescimento médio acumulado entre 2021 e 2026 (CEAGESP, 2021). Países como Egito, França, Espanha e Hungria são os principais produtores globais, sendo o Egito o quarto maior produtor no mundo (ABD EL-HAMID, 2019; MAHMOUD, 2022).

O manjeriço, assim como outras especiarias, possui uma vasta aplicabilidade desde os séculos antigos da história mundial, visto que suas folhas são ricas em óleos essenciais, os quais eram comumente usados com finalidades terapêuticas medicinais, item valioso de escambo no comércio de civilizações clássicas, composto de perfumes, cosméticos, incenso e conservantes no embalsamo de cadáveres (NASCIMENTO *et al.*, 2020).

Atualmente, é comercializada em forma de maços e suas folhas são consumidas como condimento alimentar em preparações culinárias principalmente das culturas iraniana, italiana, chinesa e indiana na forma *in natura*, seca inteira ou moída para adição de sabor e odor agradável aos alimentos, visto que é comumente adicionado a pratos que empregam ingredientes como tomate, azeite, queijos e em preparações que contenham carnes brancas ou vermelhas, ensopados, sopas e massas (FILIP, 2017; OGBOGU *et al.*, 2021).

Além do valor gastronômico na promoção do perfil sensorial agradável, essa erva dispõe de um perfil fitoquímico que possui funções biológicas com efeitos positivos à saúde dos indivíduos. Além disso, possui propriedades nutricionais básicas como sua composição de micronutrientes, os quais são essenciais na manutenção do organismo. A seguir o quadro 1 apresenta estudos encontrados na literatura científica acerca dos principais compostos bioativos e micronutrientes presentes no manjeriço.

Quadro 1- Compostos bioativos e micronutrientes encontrados nas folhas do *Ocimum basilicum* e seus benefícios à saúde, segundo a literatura científica.

Compostos bioativos	Micronutrientes	Benefícios a saúde humana	Referências
Ácidos fenólicos (ácido rosmarínico, ácido caféico, ácido chicórico e ácido ferúlico)	Potássio (K)	Antioxidante; atividade antimicrobiano; anti inflamatório; controle da pressão arterial sistêmica	SARI <i>et al.</i> , 2020; BORJAN <i>et al.</i> , 2020; LYU <i>et al.</i> , 2020; FILLIPINI <i>et al.</i> , 2020

<i>Ocimum basilicum</i>	Flavonoides	Manganês (Mn) Ferro (Fe)	Antioxidante; efeitos na cognição e comportamento; anti inflamatório; antitumoral; antiviral; efeito regulador no sistema imune; hematopoiese	BAKHTIARI <i>et al.</i> , 2017; BAKOYIANNIS <i>et al.</i> , 2019; WEN <i>et al.</i> , 2021; ZAKARYAN <i>et al.</i> , 2017; ERICKSON & ASCHNER, 2019.
	Taninos	Vitamina A Cromo (Cr)	Antitumoral; anti hiperglicêmico	RAJASEKAR <i>et al.</i> , 2021; AJEBLI <i>et al.</i> , 2019; LADDHA & KULKARNI, 2019; LEWICKI <i>et al.</i> , 2014.

3.2 Compostos bioativos e doenças crônicas não transmissíveis

A natureza disponibiliza aos seres humanos uma vasta disponibilidade de plantas na flora mundial com potenciais medicinais, nutricionais, farmacêuticos e industriais com comprovação científica de sua eficácia e funcionalidades (DE SÁ-FILHO, 2021). As plantas possuem metabólitos secundários, os quais são considerados princípios ativos vegetais produzidos a partir de produtos da fotossíntese com funções importantes como proteção e resposta a estímulos do ambiente em que elas estão inseridas (BORGES e AMORIM, 2020).

Logo, os compostos bioativos são substâncias advindas desses metabólitos secundários das plantas, através de vias metabólicas e que apesar de não serem considerados nutrientes, atuam na redução de riscos a agravos de saúde e conseqüentemente na manutenção da saúde dos indivíduos (BAO *et al.*, 2019). Os compostos bioativos distinguem-se principalmente em fitoquímicos, polifenóis, flavonóides, carotenóides, fitoesteróis e vitamina C (MORAND e TOMÁS-BARBERÁN, 2019).

Alimentos com componentes bioativos são conhecidos como alimentos com alegação de propriedades funcionais, devido a seus efeitos fisiológicos e metabólicos benéficos ao organismo humano, que incluem suas atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e seus efeitos no metabolismo da glicose e lipídios, visto que o processo de gênese de DCNT como doenças cardiovasculares, câncer e diabetes tipo 2 podem ser diminuídos com ação desses compostos (OPARA, 2019). Alguns dos compostos bioativos conferem cores aos alimentos, a exemplo das antocianinas, carotenóides, clorofila e xantofilas (ALI *et al.*, 2020).

3.2.1 Compostos fenólicos ou polifenóis

Os compostos fenólicos são o maior grupo dentro dos compostos bioativos e podem ser divididos em classes conforme suas características estruturais, visto que os compostos fenólicos são formados a partir da ligação direta de um ou mais anéis aromáticos (benzeno) com um grupamento hidroxil, após a substituição de um ou mais hidrogênios na molécula de benzeno, podendo diferir em moléculas fenólicas simples e compostos com elevada polimerização (RASERA e CASTRO, 2020).

Os polifenóis são os compostos mais abundantes nas plantas, sendo divididos em flavonóides que são as flavonas (luteolina, apigenina, crisina), flavonóis (miricetina, quercitina, kaempferol, galangina e isorhamnetina) flavanonas (naringenina e hesperitina), flavanóis (epigallocatequina, EGCG, epicatequina e procianidina) isoflavonas (daidzeína e genisteína) e as antocianinas (delfinidina, malvidina, cianidina e pelargonidina) e em não flavonóides os quais são os ácidos fenólicos (ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico), lignanas (pterostilbeno, reverastrol e piceatanol), catequinas, taninos, estilbenos (LOBO *et al.*, 2020).

As principais fontes alimentares de polifenóis são as frutas principalmente as de cor vermelha como o jambo e roxas como o açaí, cítricas e cacau, leguminosas como o feijão, oleaginosas como as nozes, cereais e chás preto e verde, os quais compõem um padrão de alimentação saudável capaz de prevenir deficiências nutricionais e DCNT (DIAS *et al.*, 2021). Um número crescente de estudos demonstra que o desequilíbrio entre a taxa de radicais livres (EROS) e o processo antioxidante ocasiona um estresse oxidativo e conseqüentemente leva a ocorrência de alterações nos tecidos e o surgimento de doenças cardiovasculares como aterosclerose, doenças neurodegenerativas e câncer (KUMAR e XU, 2017; MAO *et al.*, 2017).

Figura 5- Imagem apresentando alguns exemplos de fontes alimentares de polifenóis: feijão, laranja, açaí, jambo, chá verde e preto, respectivamente.



Fonte: Autora (2022).

Segundo o estudo de revisão realizado por Gowda *et al.* (2019) a dieta dos indivíduos tem uma relação complexa com a microbiota intestinal, haja vista que uma dieta rica em ultraprocessados e pobre em nutrientes gera um grau de inflamação e estresse oxidativo, sendo possível amenizar esse processo com uma dieta rica em polifenóis. Logo, polifenóis como a procianidina, podem auxiliar na diminuição da inflamação, pois este apresenta efeitos na modulação de citocinas pró-inflamatórias, antioxidantes como sequestro de elétrons instáveis, aumento da atividade das enzimas antioxidantes e diminuição da peroxidação lipídica, os quais reduzem ou eliminam os EROS e diminuem os riscos de complicações associadas à síndrome metabólica e ao estado de obesidade proporcionando a diminuição do risco do surgimento de diabetes mellitus tipo 2.

De acordo com um estudo realizado Sun *et al.* (2018) os polifenóis contidos no chá preto e verde apresentam efeito modulador da microbiota intestinal por propiciar a proliferação de bactérias benéficas no cólon como *Bifidobacterias spp.*, *Enterococcus spp.* e *Lactobasilus spp.* e diminuição a proliferação de bactérias patogênicas como *Prevotella* (relacionadas a inflamações e câncer intestinal), *Bacteroides* e *Clostridium histolyticum* (pode desempenhar um papel na patogênese da colite ulcerativa).

3.2.2 Carotenóides

Os carotenóides são compostos lipofílicos e hidrofóbicos, visto que possuem afinidade com gorduras e baixa solubilidade em meio aquoso, com moléculas oxidáveis e estruturas tetraterpenóides com oito unidades de isoprenos agrupadas no centro da molécula gerando um esqueleto conjugado formado por cerca de 40 átomos de carbono ($C_{40}H_{56}$) (SANTOS *et al.*, 2021). Apresentam configurações variadas em decorrência da existência de isômeros *cis* e *trans*, os quais diferem em características como propriedades fotossintéticas e fotoprotetoras, diferentes pontos de fusão, estabilidade e solubilidade (ORDÓNES *et al.*, 2019).

Além disso, são pigmentos sintetizados por vegetais e algas que conferem coloração aos alimentos e produtos alimentícios que variam entre os tons amarelo, laranja e vermelho, e podem ser divididos em xantofilas (pigmentos maculares) como a luteína, zeaxantina, beta-criptoxantina, astaxantina e carotenos (hidrocarbonetos puros) como alfa-caroteno, beta-caroteno e licopeno, como demonstra a figura 6 (SCHWEIGGERT e CARLE, 2017). Alimentos como buriti, tomate, milho, cenoura, melancia, manga, pimentão, pitanga, abóbora, frutos do mar, pupunha, mamão, goiaba, brócolis e vegetais verdes folhosos são algumas das fontes dietéticas dos carotenóides (JADHAV e BHUJBAL, 2020).

Figura 6- Imagem apresentando os dois grandes grupos de carotenóides e alguns exemplos de fontes alimentares regionais amazônicas.



Fonte: Autora (2022).

Os carotenóides estão presentes nas plantas em partes como folhas, flores, raízes e sementes, entretanto sua ingestão é cem vezes menor se comparado com os polifenóis (YABUZAKI, 2017). Nas folhas, os carotenoides são biossintetizados pelos cloroplastos (sua composição depende de variáveis que vão desde o momento de pré-colheita até o processamento) e armazenados em complexos pigmento-proteína, portanto para a absorção satisfatória desse composto faz-se necessário o cozimento e a mastigação adequada para o rompimento da parede celular durante o processo de digestão. Já as frutas, apresentam as estruturas da parede celular menos rígida e os carotenóides estão dispostos nas gotículas de lipídios nos cloroplastos, fato que possibilita que os carotenoides presentes nas frutas sejam mais facilmente absorvidos em detrimento aos presentes nas folhas (ORDÓNES *et al.*, 2019).

Além de contribuir com a pigmentação das frutas e vegetais, os carotenoides oferecem benefícios à saúde humana devido a suas funções precursoras da vitamina A e outros produtos da conversão de retinóides, participação no ciclo da visão, regulação genética por favorecer a proliferação e divisão de células saudáveis, interação com o controle do metabolismo lipídico e energético diminuindo o risco de surgimento de doenças (como a

obesidade, cardiovasculares e doença hepática gordurosa não alcoólica). Ademais, possui atividade antioxidante por eliminar espécies reativas de oxigênio como o oxigênio singlete e evitar a ação exacerbada dos EROS inibindo processos inflamatórios e oxidativos como os que ocorrem em doenças inflamatórias como a aterosclerose (CONCEPCION *et al.*, 2018; CLUGSTON, 2020; MELÉNDEZ-MARTÍNES *et al.*, 2019)

3.2.3 Vitamina C

Nos anos mais remotos o ser humano possuía a capacidade de sintetizar, de maneira hepática, o ácido ascórbico, entretanto com a evolução da espécie e as sucessivas mutações genéticas sofridas em genes que codificam uma enzima catalisadora do processo de biossíntese (L-gulonolactona oxidase) perdeu-se essa capacidade, sendo necessário o consumo por vias dietéticas (CARR e ROWE, 2020). Desse modo, a vitamina C ou ácido L-ascórbico é um composto exógeno essencial, solúvel em água e considerado um ácido dibásico com um grupamento enediol ligado ao segundo e terceiro carbono (C2 e C3) de um anel de lactona heterocíclico (PACIOLLA *et al.*, 2019).

Apresenta funções biológicas bastante elucidadas na literatura que correspondem a sua capacidade de alterar seu fator redox, atuar com cofator de enzimas na produção de colágeno e carnitina, biossíntese de catecolamina, no metabolismo da tirosina, além de auxiliar na absorção de ferro não heme, na redução do ferro férrico em ferroso, funcionamento adequado do sistema nervoso central e sistema imunológico (SPOELSTRA-DE-MAN *et al.*, 2019; PORTUGAL *et al.*, 2020; CERULLO *et al.*, 2020).

A vitamina C é sintetizada endogenamente por alguns animais e é essencial na regulação do metabolismo das plantas, nas quais está presente em elevadas concentrações, por favorecer processos como a absorção de ferro, auxiliar na fotossíntese e produção do hormônio vegetal etileno (SMIRNOFF, 2018). Os principais alimentos fontes de vitamina C são frutas cítricas como laranja, goiaba, acerola, abacaxi, kiwi, morango, manga, tomate e vegetais como acelga, couve-de-bruxelas, aspargo entre outros (CARR e ROWE, 2020).

Estudos demonstram que o ácido ascórbico desempenha um papel importante na prevenção de diversos tipos de doenças associadas ao estresse oxidativo como disfunções cardiovasculares, desenvolvimento de certos tipos de tumores e doenças neurodegenerativas (CHEN *et al.*, 2021; PIRES *et al.*, 2018).

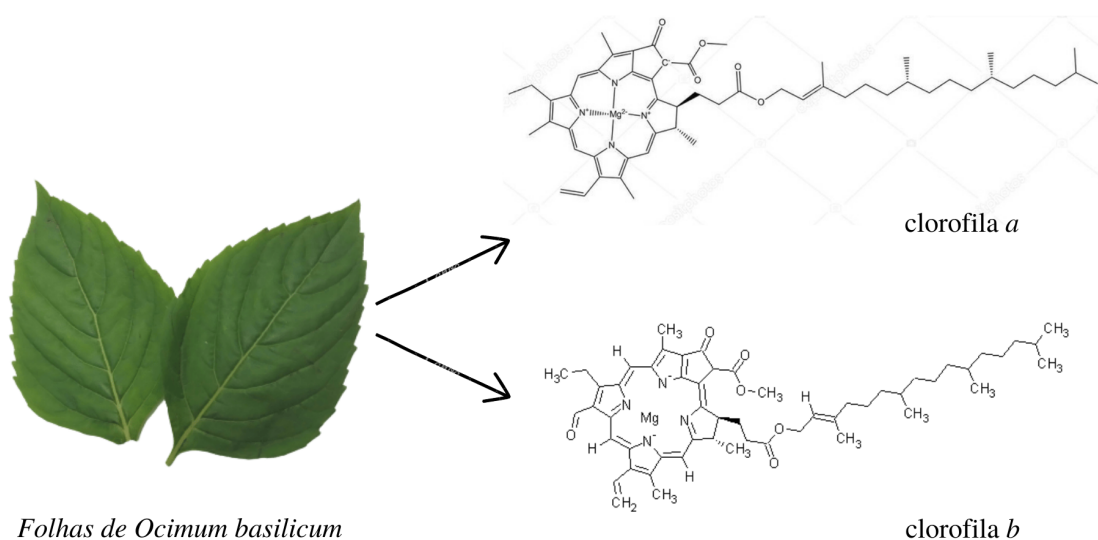
3.2.4 Pigmentos presentes no manjericão

3.2.4.1 Clorofilas

As clorofilas são um grupo de compostos clorínicos amplamente distribuídos na natureza, presentes no cloroplasto das plantas sendo essenciais no processo de captação luminosa para conversão em energia (HU *et al.*, 2021). Apresentam estrutura molecular constituída por quatro anéis pirrol conectados por pontes metínicas e apresenta anel central com um íon de Magnésio (Mg 2+) regulado por quatro átomos de azoto (BRYANT *et al.*, 2020)

Em decorrência da diferença estrutural, as clorofilas podem ser encontradas sobre nas formas de clorofilas *a* (C₅₅H₇₂O₅Mg) e *b* (C₅₅H₇₀O₆N₄Mg) às quais coexistem nas plantas, como o manjericão, e alimentos de origem vegetal, na proporção de 3:1, e são responsáveis por conferir a coloração verde (figura 5), clorofilas *c* (C₅₅H₇₀O₄N₅Mg), *d* (C₅₄H₇₀O₆N₄Mg) e clorofila *f* (C₅₄H₇₀O₆N₄Mg) são encontradas em organismos como as microalgas e cianobactérias (JADHAV e BHUJBAL, 2020; WANG *et al.*, 2021). As clorofilas apresentam sensibilidade a temperaturas e pH extremos, condições estas que permitem a formação de diversos derivados distintos como feofitinas, clorofilídeos, feoforbídeos e alterações na coloração (KANGA *et al.*, 2017).

Figura 7- Imagem apresentando os tipos de clorofilas presentes no manjericão.



Fonte: Autora (2022).

As clorofilas são pouco absorvidas pelo organismo humano, entretanto suas concentrações na dieta podem atingir cerca de 86 mg/dia, indicando a presença de seus derivados no organismo, os quais possuem efeitos fisiológicos positivos como a sua ação antioxidante (HAYES e FERRUZZI, 2020). Consoante ao estudo de revisão realizado por Solymosi e Kurdziel (2017) a clorofila e seus derivados são captadores de EROS como o oxigênio singlete, peróxido de hidrogênio, radical hidroxila e inibem a oxidação lipídica segundo os estudos realizados *in vivo* e *in vitro*, demonstrando seu potencial terapêutico na prevenção de agravos à saúde como doenças inflamatórias, câncer, aterosclerose e outros.

A pesquisa de Li *et al.* (2019) investigou as propriedades anti-obesidade de uma suplementação de extrato de espinafre rico em clorofila por treze semanas em um grupo de camundongos expostos a uma dieta com ração normal (RN) e o outro com dieta hiperlipídica (DH). Segundo os dados, os camundongos com DH apresentaram ganho de peso na quinta semana quando comparado aos RN, entretanto os camundongos com DH que receberam a suplementação do extrato rico em clorofila apresentaram diminuição de 18,87% no peso e gordura corporal entre a semana sete e treze durante a suplementação em comparação aos que receberam RN. Logo, observou-se que ocorreu a diminuição nas concentrações de lipoproteína de baixa intensidade (LDL) de 0,65 mg/dL para 0,53 mg/dL, endotoxina sérica TNF- γ (controla a produção de citocinas inflamatórias em tecidos e induz a inflamação), lipopolissacarídeo (LPS) e a melhora na tolerância à glicose o que implica na diminuição da inflamação sistêmica, supressão da obesidade induzida por dieta rica em gordura e consequentemente a síndrome metabólica nos camundongos testados.

3.3 Tipos de processamento com transferência de calor

A aplicação de calor sobre os alimentos é realizada desde os tempos mais antigos com o intuito de abrandar as estruturas, permitir uma melhor digestibilidade, promover a palatabilidade, além de elevar a biodisponibilidade de nutrientes e fitoquímicos nos alimentos. Entretanto, alguns tipos de procedimentos podem proporcionar consequências indesejáveis como lixiviação e perda de nutrientes, formação de compostos tóxicos e alterações sensoriais negativas (ZHAOA, 2019).

Logo, diferentes métodos de processamento podem ser empregados como os de natureza térmica, hidrotérmica e aquecimento utilizando micro-ondas (ZHAOA, 2019). O processamento hidrotérmico consiste em abrandar a textura do alimento utilizando água em estado líquido aquecida de forma gradativa, em estado de vapor ou utilizando o aumento da pressão com exposição direta ou indireta do alimento. Já o processamento térmico, ocorre na

ausência de água no estado líquido, na qual ocorre a transferência do calor e consequente evaporação do teor de água livre presente no alimento e aparente desidratação (MONGOL e GOKMEN, 2016).

Ademais, o método de aquecimento por micro-ondas se dá pela propagação de radiação eletromagnética de baixa frequência, sendo de 2,45 GHz nos dispositivos domiciliares, sobre o alimento o qual absorve energia e converte-a em calor através de mecanismos dipolares e iônicos, visto que a água é o principal ingrediente que possibilita essa transferência de calor alta, resultando no aquecimento (MICHALAK *et al.*, 2020).

3.4 Influência do processamento térmico de secagem sobre os compostos bioativos

O processamento térmico exerce influência em vários aspectos do alimento ou matéria vegetal, principalmente sob características nutricionais como degradação de fitonutrientes sensíveis à exposição a elevadas temperaturas ou concentração deles, físicas como aparência e químicas como a formação de substâncias tóxicas ao organismo humano (FATHI *et al.*, 2022; JOARDDER *et al.*, 2017).

A secagem convectiva é uma das técnicas mais utilizadas pela indústria alimentícia para preservação de ervas por ser um método de conservação favorável economicamente, ou seja de baixo custo, e que através do binômio tempo e temperatura promove a inibição do crescimento e desenvolvimento de microrganismos e facilita o armazenamento devido a diminuição da atividade de água (STEPIEN *et al.*, 2019).

O tempo de exposição a elevadas temperaturas pode afetar significativamente aspectos como pigmentação, forma e a constituição dos compostos bioativos de plantas a depender da espécie e suas respectivas características botânicas (ZHAOA, 2019).

De acordo com o estudo realizado por Li *et al.* (2018) o qual avaliou os perfis de compostos fenólicos (ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido círico e ácido ferúlico) e atividades antioxidantes das folhas da chicória (*Cichorium intybus*) após o processo de secagem em sombra, secagem congelante (liofilização) e ar quente (estufa), demonstrou que a secagem por ar quente (transferência de calor), depois da liofilização, foi o método com maior preservação dos compostos fenólicos o que consequente indicou a importância desses compostos na manutenção da atividade antioxidante das folhas da chicória, pois a perda dos fenólicos pode ser atribuída a reações de oxidação sendo a secagem por ar quente inibidora da ação de enzimas oxidativas a temperatura de 60 °C.

Segundo a pesquisa realizada por Gomes *et al.* (2020) que avaliou a predição de modelos cinéticos de secagem de folhas de erva cidreira em secador convectivo, demonstrou

que o teor de carotenóides nas folhas *in natura* (110,14 mg) eram maiores do que nas folhas secas (72,948 mg) a 105 °C por 24 horas, apresentando a influência da temperatura na degradação, inferindo-se que esse composto possui sensibilidade a elevadas temperaturas pois ocorre a diminuição da rigidez das estruturas celulares das folhas, extravasando esse conteúdo para o meio extra celular e facilitando o contato do composto com o calor.

No estudo realizado por Jordan *et al.* (2021) no qual avaliaram o efeito da temperatura na concentração de compostos bioativos na secagem da Taioba por meio da secagem convencional (temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C) e a bomba de calor (temperaturas de 25, 30, 35 e 40 °C), observou-se que todos os compostos apresentaram redução nos dois tipos de secagem, entretanto a clorofila foi o composto com maior degradação na secagem convencional à 80°C, resultando no escurecimento das folhas devido a degradação da clorofila. Em relação a vitamina C, a degradação foi menor em temperatura de 60 °c em comparação a temperatura de 50 °C, pois quanto menor a temperatura maior é o tempo de exposição para atingir a secagem adequada, visto que a degradação da vitamina C se dá não somente pela temperatura, mas também pelo tempo de exposição ao calor.

Logo, infere-se que o processamento térmico interfere significativamente na composição dos compostos bioativos e em aspectos como coloração, sendo essencial a utilização da técnica de processamento adequada e controle das variáveis tempo e temperatura de exposição para evitar perdas no perfil de compostos bioativos durante o processamento térmico, e simultaneamente auxiliar na conservação dos alimentos (DE PAULA *et al.*, 2019).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar e comparar os teores de compostos bioativos nas folhas do manjeriço (*Ocimum basilicum*) *in natura* e após processamento térmico por secagem em estufa.

4.2 Objetivos específicos

- Analisar e comparar as características físico-químicas: atividade de água, umidade, pH, acidez total titulável das folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Determinar e comparar os teores de pigmentos: Clorofila A e clorofila B das folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Identificar e comparar o teor de carotenoides totais (alfa-caroteno, beta-caroteno e zeaxantina) das folhas do manjeriço *in natura* e após processamento térmico de secagem;
- Quantificar e comparar os teores de vitamina C das folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Analisar e comparar os teores de compostos fenólicos (polifenóis totais) das folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Determinar e comparar os teores de flavonóides das folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Avaliar as alterações colorimétricas nas folhas do manjeriço *in natura* e após o processamento térmico de secagem;
- Determinar a composição de grupos químicos por espectroscopia de infravermelho por transformação de Fourier na amostra de manjeriço após o processamento térmico de secagem .

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Preparo da amostra

As amostras de manjeriço (*Ocimum basilicum*) *in natura* foram obtidas no mercado do ver-o-peso localizado no Município de Belém, Estado do Pará, Brasil (coordenadas geográficas: latitude:-1.4648490 e longitude:-48.4564202). As amostras foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo armazenadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal do Pará, à temperatura de 25 °C.

As folhas do manjeriço foram selecionadas e os caules retirados. Após isso, as folhas foram lavadas cuidadosamente e individualmente em água corrente e sanitizadas em recipientes com água e hipoclorito de sódio com diluição de 200 ppm (parte por milhão) por 15 minutos, e por fim foram lavadas novamente em água corrente e secas em temperatura ambiente.

5.2 Caracterização biométrica das folhas

Para a análise física foi definida manualmente uma amostra de 50 folhas, pesadas individualmente em balança semi-analítica (marca Bel e modelo L303i). O dimensionamento ocorreu com o auxílio de uma fita métrica e as medidas foram aferidas em centímetros de forma longitudinal e transversal, conforme método proposto por Júnior *et al.* (2012).

5.3 Tratamento térmico

Após a sanitização, uma parte das folhas do manjeriço *in natura* foram dispostas em um recipiente de aço inoxidável e submetidas à secagem em estufa (New Lab modelo NL-81-150) a uma temperatura de 55 °C por 24 horas.

5.4. Análises físico-químicas

5.4.1 Análise de atividade de água (Aww)

A análise da Aww das folhas do manjeriço *in natura* (FMIN) e folhas do manjeriço seco (FMS) foi realizada através de medida direta, em triplicata, no instrumento Labmaster-aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C. A amostra FMIN e a amostra FMS foram colocadas em uma cápsula até que preenchessem a linha limite; após isso iniciou-se a análise no aparelho Labmaster, que teve duração de 2:00:00 minutos.

5.4.2 Análise do teor de umidade (U%)

Para a determinação do teor de umidade utilizou-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz-IAL (1985). Inicialmente, pesou-se em balança semi-analíticas (marca Bel e modelo L303i), aproximadamente 10 g das amostras FMIN e FMS (em triplicata) em cadinhos previamente tarados. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram colocados em estufa (marca Thoth e modelo 520) com circulação forçada de ar a 105 °C. Após isso, as amostras foram adicionadas a um dessecador para resfriamento e pesadas novamente. A quantificação da umidade ocorreu de acordo com a Equação 1:

Equação 1

$$U\% = \frac{(PA-PB)}{PC} \times 100$$

Onde:

PA= Peso inicial

PB= Peso final

PC= Peso da amostra

5.4.3 Análise do potencial hidrogeniônico (pH)

Para determinação do pH utilizou-se o método de nº 981.12 da Association of Official Analytical (AOAC, 2010), realizando medidas através do extrato aquoso de FMIN e FMS com pHmetro de bancada (Nova Orgânica-modelo PA200), previamente calibrado com soluções de tampão pH 4 E 7. Foram realizadas em triplicatas, sendo que em cada repetição o eletrodo foi lavado com água destilada e seco com papel suave.

5.4.4 Análise de acidez total titulável (ATT)

A análise de ATT foi realizada de acordo com as normas expressas por AIL (1985). Para titulação, adicionou-se em uma bureta a solução de NaOH (Hidróxido de Sódio) a 0,01 N com fator de correção de 0,974. Com o auxílio de uma pipeta graduada, mensurou-se 10 ml do extrato aquoso das amostras FMIN e FMS e feita uma diluição em balão volumétrico para 100ml de água destilada. Com auxílio da pipeta graduada foi adicionado no erlenmeyer 10 ml do extrato aquoso diluído, posteriormente, 2 gotas de fenolftaleína (1%) e titulou-se o NaOH até atingir a coloração rosa bebê. Esse processo foi repetido três vezes em cada amostra diluída. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g-1).

Equação 2

$$\% = \frac{V \times F \times Eq}{P}$$

Onde:

V= n ° de mL de solução de NaOH gasto na titulação

F= fator de correção de NaOH 0,01 N

P= peso ou volume da amostra

Eq= equivalente grama-ácido

5.5 Análise da concentração de pigmentos

5.5.1 Clorofilas

A análise dos teores de clorofilas foi realizada de acordo com a metodologia de Nagata e Yamashita (1992), com adaptações. Pesou-se no tubo de ensaio 1g da FMIN e da FMS e adicionou-se 10 ml de acetona-hexano (na proporção 4:6), após isso foi homogeneizado em Vortex Mixer (KASVI) por 1 minuto. Em seguida, colocou-se na centrífuga (Celm, modelo LS-3 plus) a 175 xg por 10 minutos, depois com auxílio de uma pipeta pasteur foi retirado o líquido sobrenadante e colocado em cubetas para leitura no espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL- 592 KASUAKI) nos comprimentos de onda de 663 e 645nm. A análise foi realizada em triplicata para as amostras FMIN e FMS e o resultado calculado usando as seguintes fórmulas:

•**Teores de Clorofila a ($\mu\text{g/g}$)** = $-0,999A_{663} + 0,989A_{645}$

•**Teores de Clorofila b ($\mu\text{g/g}$)** = $-0,328A_{663} + 1,77A_{645}$

5.6. Análise da concentração de compostos bioativos

5.6.1 Carotenóides

A estimativa do conteúdo de carotenóides foi realizada conforme as metodologias descritas por Rodriguez-Amaya (2001), com adaptações. Para preparo da amostra, utilizou-se 0,15 g de amostra em balão âmbar de 50 ml e completou-se com o reagente éter de petróleo. Adicionou-se, em cubetas de vidro, o éter de petróleo (branco) e o extrato preparado para leitura da absorbância em espectrofotômetro= UV-Vis (modelo IL-592, KASUAKI), a um comprimento de onda de 444 nm para α -caroteno, 449 nm para zeaxantina e 450 nm para β -caroteno. Os resultados foram obtidos em triplicata e calculados conforme a equação 3:

Equação 3

$$X (\mu\text{g}) = \frac{A \times V(\text{mL}) \times 10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \times 100 m_0} = \text{Carotenoide } (\mu\text{g/g}) = X (\mu\text{g})$$

Onde:

X (μg) = concentração de carotenóides

V = Volume total (mL)

A = Absorbância

A_{1cm}^{1%} = Coeficiente de absorção do carotenoide no solvente usado (2592 para betacaroteno, 2348 para zeaxantina e 2800 para zeaxantina)

m₀ = Massa da amostra (g)

5.6.2 Vitamina C

A análise de vitamina C seguiu a metodologia da AOAC (1995), na qual foi preenchida uma bureta com solução de 2,6-dicloro-fenol-indofenol (DCFI) a 0,02%. Em seguida, foi colocado em um erlenmeyer de 10ml do extrato aquoso da amostra FMIN e FMS, e posteriormente adicionado 50 ml de ácido oxálico. Após, foi realizada a titulação até atingir a cor levemente rosada durante 30 segundos. O resultado foi obtido em triplicata e expressa em mg/100g de acordo com a equação 4.

Equação 4

$$AA = \frac{100 * n'}{\left(\frac{n}{5}\right) * P}$$

Onde:

n': volume de DCFI gasto na titulação da amostra;

n: volume de DCFI gasto na padronização;

P: massa da amostra em grama ou volume usado na titulação.

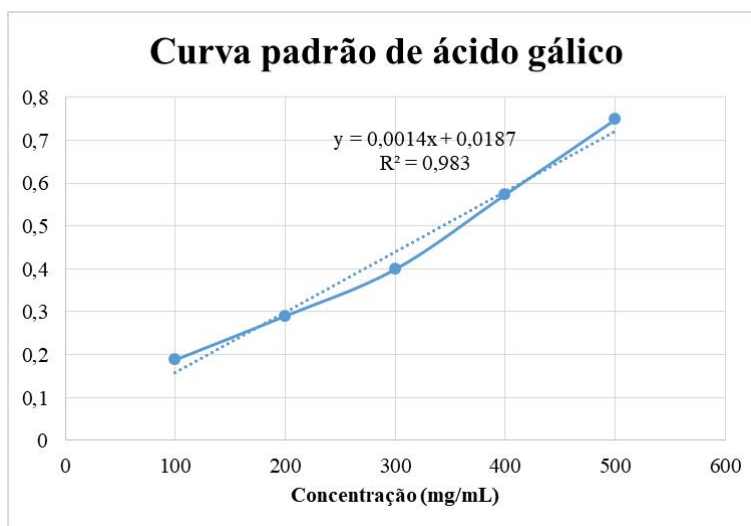
5.6.3 Compostos fenólicos (polifenóis totais)

O teor de polifenóis totais foi analisado conforme o ensaio de Folin Ciocalteu, como descrito por Ali Akbarian et al. (2011), com adaptações. O extrato aquoso foi preparado em tubo Falcon com 0,5 g da FTIN e FTS e adicionou-se 50 ml de metanol, depois

homogeneizou-se em Vortex Mixer (KASVI) durante 3 minutos. Em seguida, os extratos metanólicos foram filtrados com auxílio de funil e papel filtro.

Em tubos Falcon, foi adicionado 0,5 ml de extrato metanólico sobrenadante das amostras, 0,2 ml de Folin (10%) e 2 ml de água destilada e aguardou-se 3 minutos em repouso, seguida pela adição de 1 ml da solução carbonato de sódio, sendo três tubos falcons para cada amostra. Em seguida, os tubos foram colocados no escuro por um período de 1h e 30 minutos, e por fim realizou-se a leitura em espectrofotômetro = UV-Vis (modelo IL-592, KASUAKI), a um comprimento de onda de 760 nm. Foi utilizada a Curva padrão de ácido gálico (figura 8).

Figura 8- Curva padrão de ácido gálico (100-500 mg/mL).



5.6.4 Análise de flavonóides

A determinação de flavonoides foi realizada em consonância com a metodologia descrita por Lees & Francis (1972). Primeiramente, pesou-se 2,5 g de FTIN e FTC em balança semi-analítica (marca Bel e modelo L303i) e transferiu-se para um béquer, e separadamente, foi adicionado 30 ml de solução de álcool etílico e Ácido clorídrico (HCL) 1,5 N (85:15) e homogeneizou-se em Vortex Mixer (KASVI) por 1 minuto. Em seguida, o extrato foi colocado no balão volumétrico de 50 ml e completou-se o volume com a mesma solução. O balão foi vedado, protegido da luz com papel alumínio e posto em refrigeração por 16 horas. Em seguida, os extratos foram filtrados e adicionados em cubetas para realização da leitura em espectrofotômetro UV-Vis (modelo IL- 592 KASUAKI) no comprimento de onda de 374 nm. O teor de flavonoides foi calculado conforme equação 5.

Equação 5

$$F = Abs \times FD (100 \times Vol (ml) / peso (g) \times diluição)$$

Onde:**Abs:** Absorbância**FD:** Fator de diluição**Diluição:** 76,6

5.6.5 Cor instrumental

Foi realizada por colorimetria tristimulus, com medidas diretas em colorímetro (Konica Minolta, CR-400, Tóquio, Japão), no sistema CIE LAB; com as seguintes condições operacionais: iluminação difusa/ângulo de visualização de 0° e fonte de iluminação D65. Foram obtidos os parâmetros L*, a*, b*, em que L* está relacionado com a luminosidade (preto = 0 e branco = 100) e os índices a* e b* condizem com a cromaticidade (+a = vermelho e -a = verde, +b = amarelo e -b = azul) e o índice h ab cromaticidade (0°, vermelho; 90°, amarelo; 180°, verde; 270°, azul). As diferenças de cor serão definidas pela comparação numérica entre as amostras in natura e a imposta ao processo térmico. Indicando as diferenças absolutas nas coordenadas conhecidas como Deltas (Δ). Os Deltas para L* (ΔL), a* (Δa) e b* (Δb) podem ser negativas (-) ou positivas (+). A diferença total, Delta E (ΔE), todavia, é sempre positivo. Elas são expressas como:

ΔL^* = diferença em mais claro e escuro (+ = mais claro, - = mais escuro)

Δa^* = diferença em vermelho e verde (+ = mais vermelho, - = mais verde)

Δb^* = diferença em amarelo e azul (+ = mais amarelo, - = mais azul)

ΔE^* = diferença total de cor. Para determinar a diferença total de cor entre as três coordenadas foi utilizada a seguinte equação:

$$\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{1/2}$$

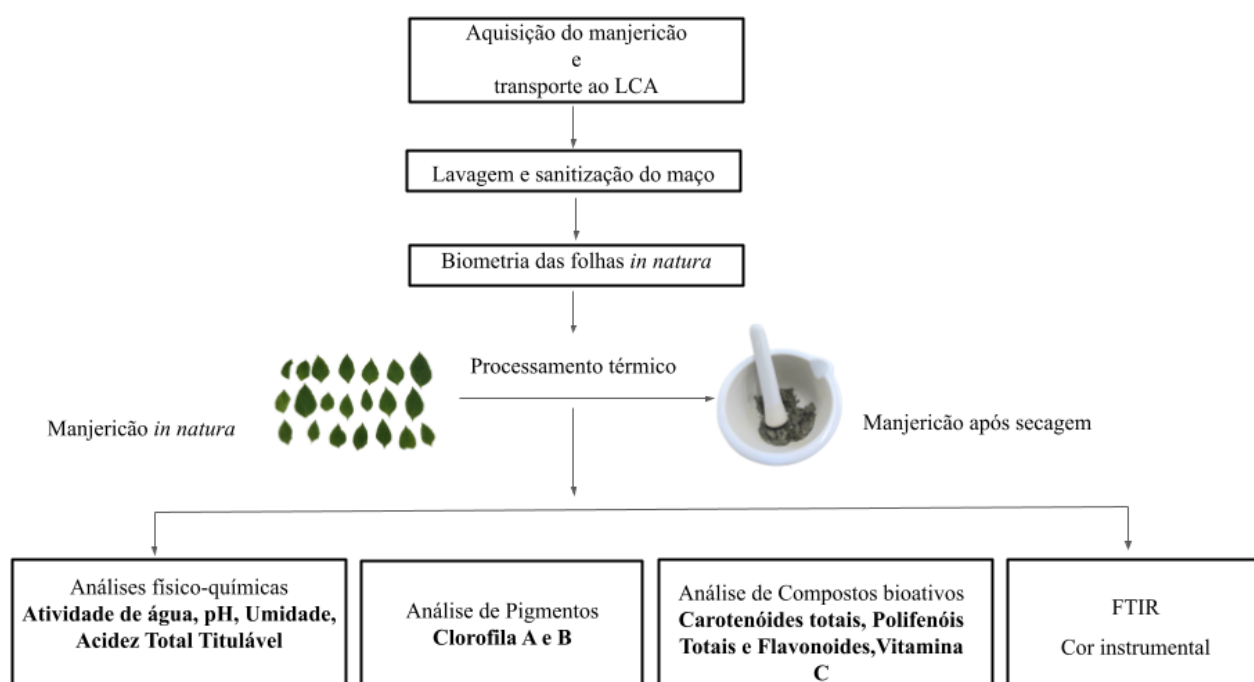
5.6.6 Espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformação de fourier (FTIR)

Os espectros de absorção da amostra serão obtidos por exigência metodológica apenas na amostra seca FMS por espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformação de Fourier em espectrômetro (Perkin Elmer spectrometer, Frontier 98737 Waltham, MA, USA) com registros na faixa de frequência espectral de absorção de 4000 a

400 cm^{-1} . A incorporação da amostra foi realizada em pastilhas de brometo de potássio (KBr) com Scan 100 e resolução 4 cm^{-1} .

O fluxograma (figura 9) apresenta as análises realizadas para construção do presente trabalho, o qual demonstra desde o processo de coleta da amostra até as análises físico-químicas, compostos bioativos, cor instrumental e Espectro FTIR realizadas nas amostras da pesquisa.

Figura 9- Fluxograma das análises realizadas para construção do presente trabalho.



Fonte: Autora (2022).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise biométricas das folhas *in natura*

As folhas são órgãos vegetais que interagem com vários fatores ambientais e possuem funções essenciais para o desenvolvimento adequado das plantas, dentre elas a captação de luz solar para a realização do processo fotoquímico de obtenção de energia (fotossíntese) e promoção das trocas gasosas com a atmosfera, a transpiração e a respiração (DU *et al.*, 2018). A tabela 1 apresenta os parâmetros biométricos foliar como peso, comprimento transversal e longitudinal da amostra de manjeriço do presente estudo.

Tabela 1- Caracterização biométrica das folhas do manjeriço *in natura*.

Parâmetro	Máximo	Mínimo	Média e Desvio padrão
Peso (g)	1,13	0,152	0,39±0,184
Comprimento longitudinal (cm)	11,6	5,1	7,08 ±0,877
Comprimento transversal (cm)	7,1	3,1	4,47±0,872

Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Fonte: (Protocolo de pesquisa, 2022).

O peso médio encontrado foi de 0,39 g ($\pm 0,184$), com comprimento longitudinal de 7,08 cm ($\pm 0,877$) e transversal de 4,47 cm ($\pm 0,872$). Observou-se dispersão significativa nos valores de desvio padrão entre as médias de comprimento longitudinal e transversal, inferindo-se que as folhas apresentam tamanhos variados.

No estudo de Prinsi *et al.* (2020), o qual analisou algumas variedades de *Ocimum basilicum* entre elas o italiano clássico (verde), cultivadas em vasos sob condições de estufa, obteve-se peso médio de 0,53 g para a variedade verde, sendo maior que o obtido na pesquisa atual. Isso pode estar relacionado ao fato de haver diferenças anatômicas entre as variedades e a forma de cultivo, visto que o manjeriço do estudo citado foi exposto a uma fonte de luz solar controlada e a do presente estudo a luz solar direta em campo. Esse tipo de produção influencia diretamente no peso (massa fresca) e tamanho das folhas do *Ocimum basilicum*, haja vista que há um melhor controle da radiação solar e consequentemente otimização dos processos fotossintéticos e metabólicos, proporcionando maior crescimento e desenvolvimento das plantas que são cultivadas nesse tipo de sistema (SIPOS *et al.*, 2021).

Os fatores edafoclimáticos como a disponibilidade de radiação solar incidente podem resultar em variações anatômicas e ultraestruturais, o que demonstra que essa espécie

apresenta plasticidade fenotípica, ou seja, a capacidade de alterar sua morfologia e fisiologia de acordo com as condições ambientais em que é exposta (FERNANDES *et al.*, 2014).

6.2 Avaliação das características físico-químicas

Os alimentos possuem características e propriedades, denominados de fatores extrínsecos e intrínsecos, que influenciam diretamente na sua constituição nutricional, química, bioquímica, microbiológica e sensorial. Desse modo, as análises físico-químicas são essenciais para determinar, quantificar e qualificar essas propriedades a fim de proporcionar melhor controle de qualidade e segurança dos alimentos consumidos. Na tabela 2, observa-se os valores obtidos na avaliação das características físico-químicas do *Ocimum basilicum in natura* (FMIN) e seco (FMS).

Tabela 2- Caracterização físico-química das folhas do manjericão *in natura* (FMIN) e após processamento térmico de secagem (FMS).

Manjericão (folhas)	Aw	(U%)	pH	ATT (g/100g ácido cítrico)
FMIN	0,98±0,0004	87,9±0,388	6,89±0,105	0,160±0,064
FMS	0,33±0,001	5,2 ± 0,568	6,64±0,043	2,078±0,036

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Análise realizada em triplicata.

AW= atividade de água, U%= Umidade, ATT= acidez total titulável.

Fonte: (Autora, 2022).

Ao analisar o parâmetro de atividade de água das FMIN, verificou-se um valor de 0,98 sendo este muito superior aos das FMS, que apresentaram 0,33. O teor de água disponível nas partes aéreas das plantas, como as folhas, é muito elevado pelo fato de este desempenhar uma série de papéis importantes na fisiologia vegetal como servir de substrato básico da fotossíntese (a molécula de H₂O é quebrada pelas moléculas de clorofila em O₂ e H₂, essa molécula de H₂ une-se com uma molécula de CO₂ formando glicose) mecanismo de controle térmico através da transpiração e meio de transporte para outras moléculas (como nutrientes inorgânicos e carboidratos) entre os tecidos vegetais e controle da turgidez das células e do corpo da planta.

A secagem de ervas aromáticas *in natura* é muito utilizada para aumentar a qualidade e estabilidade desses alimentos. Segundo a pesquisa de Silva *et al.* (2016) que realizou uma análise físico-química das folhas após processo de secagem de *Plectranthus barbatus*

Andrews (conhecido como “boldo brasileiro”) que é uma hortaliça da mesma família do manjeriço (*Lamiaceae*), observou-se uma aw de 0,324, sendo similar ao valor obtido da presente pesquisa o que ressalta a influência desse processo sobre o teor de água presente nas hortaliças que passam por esse processamento térmico.

Desse modo, notou-se que as FMIN possuem elevada susceptibilidade a alterações químicas e microbiológicas em relação às FMS, visto que apresentaram aw >0,80 (a maioria dos microrganismos desenvolve-se em meio com atividade de água no intervalo 0,90–0,99). Logo, a desidratação por convecção é uma boa ferramenta de conservação de ervas aromáticas pois retira a água livre presente nos tecidos vegetais, visto que o teor de água não ligada presente em um alimento é dos preditores de perecibilidade, velocidade de reações enzimáticas, crescimento e desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (AWULACHEW, 2021). Além de alterações microbiológicas, a Aw influencia em parâmetros como textura, consistência e viscosidade de produtos alimentícios.

O resultado de Umidade das FMIN obtido na presente pesquisa foi de 87,9%, o qual se mostrou similar aos valores observados na pesquisa de Soares *et al.* (2021) o qual realizou a análise da U% de diferentes ervas condimentares da família *Lamiaceae in natura* e desidratadas, entre elas o manjeriço, Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), hortelã (*Mentha Spicata*) e orégano (*Origanum vulgare*) as quais apresentaram U% *in natura* de 85,45%, 73,90%, 91,03% e 88,36%, respectivamente. Desse modo, verifica-se que as ervas condimentares, incluindo o manjeriço, possuem elevado teor de umidade, sendo esse um dos fatores extrínsecos que influenciam na qualidade sensorial, composição, estabilidade e conservação do alimento, haja vista que teores elevados de U% podem resultar em alterações indesejáveis nas FMIN do ponto de vista químico, bioquímico e físico.

No estudo de Martino *et al.* (2022) que avaliou a influência dos tratamentos de secagem na qualidade das partes aéreas do *Ocimum basilicum*, dentre elas o em estufa de aquecimento convectivo por 24 horas a 50 °C, observou-se U% pós-secagem de 10,52% , sendo este maior que o obtido na presente pesquisa, o qual foi de 5,2%. Essa desigualdade de valores pode estar relacionada com a temperatura de secagem, na qual a do presente estudo foi de 55 °C, mostrando-se mais eficiente na retirada da água livre presente na amostra. Portanto, demonstrou-se que a secagem das folhas aumenta a vida de prateleira das FMS em relação às FMIN, sendo necessário um bom armazenamento do produto seco para evitar que haja novo ganho de umidade do meio em que ele está inserido e consequentemente prevenir alterações indesejadas.

Em relação ao pH, verificou-se um valor de 6,89 para a amostra FMIN e 6,64 para FMS, demonstrando que ambos estão na faixa de pH próximo a neutralidade. O estudo de Henrique *et al.* (2017) que analisou as folhas *in natura* de manjericão orgânico coletado de uma horta comunitária do estado do Rio de Janeiro, constatou um valor de pH de 6,43, sendo esse valor enquadrado na faixa de neutralidade, o qual corrobora o achado do presente estudo. Observa-se que a secagem não impacta significativamente o pH de produtos secos, visto que ervas como o manjericão são naturalmente enquadradas na faixa de pH neutro (baixa concentração de íons de hidrogênio devido o pH do alimento ser alto).

Em vista disso, observa-se que o pH alcalino é um dos fatores colaboram para a deterioração e proliferação de microrganismos patogênicos, sendo assim essencial o armazenamento adequado tanto das FMIN quanto das FMS.

Os valores de ATT obtidos na amostra FMIN foram de 0,160 g/100g ácido cítrico e na amostra FMS foram de 2,078 g/100g ácido cítrico, demonstrando que a secagem aumentou o teor de ácidos orgânicos presentes na amostra seca. Esse fato pode ser explicado pela diminuição do teor de água e respectiva concentração dos ácidos presentes.

6.3 Avaliação dos compostos bioativos

A tabela 3 expressa os valores dos compostos bioativos: clorofila *a* e *b*, vitamina C, polifenóis totais e flavonóides obtidos nas amostras estudadas.

Tabela 3- Teores de compostos bioativos presentes nas folhas do manjericão *in natura* (FMIN) e após processamento térmico de secagem (FMS).

Compostos bioativos	FMIN	FMS
Clorofila <i>a</i> (µg/100g)	2287,8±0,018	1003,8±0,032
Clorofila <i>b</i> (µg/100g)	2607,4±0,233	2287,8±0,018
Vitamina C (mg/100g)	9,50±0,056	6,33±0,068
Polifenóis totais (mg EAG/g)	1,8±0,001	3,9±0,569
Flavonóides (mg/g)	0,73±1,177	0,78±0,01

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Análise realizada em triplicata.
Fonte: (Autora, 2022).

A clorofila (Chl) é um pigmento amplamente utilizado pela indústria como corante natural na produção de cosméticos e alimentos. Além disso, é considerada importante fator

para aceitação e aquisição de hortaliças pelos consumidores, haja vista que a cor verde é muito utilizada como parâmetro de qualidade tanto para hortaliças frescas comestíveis, quanto para especiarias secas (VIERA *et al.*, 2019). Portanto, além da avaliação visual da cor das ervas, a análise química de clorofilas é de extrema importância.

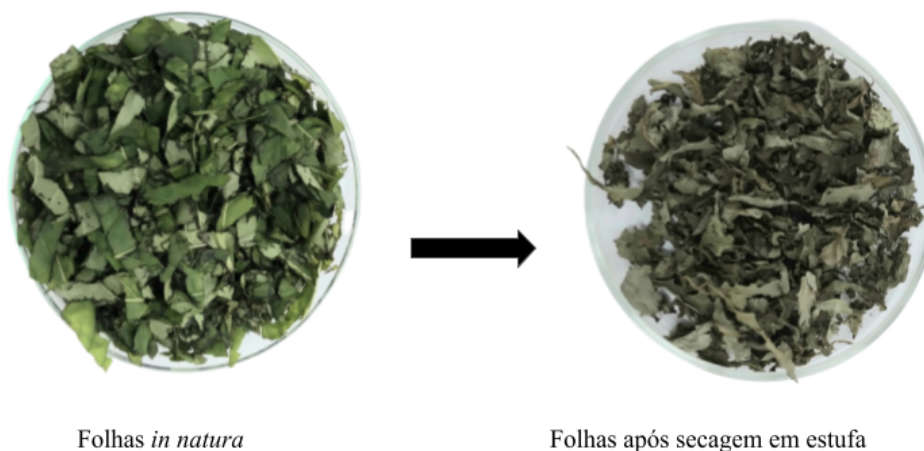
Os valores de chl *a* e *b* obtidos nas análises de pigmentos presentes no *Ocimum basilicum* na amostra FMIN foram de 2287,8 µg/100g e 2607,4 µg/100g, respectivamente. Já na amostra FMS, obteve-se valores de chl *a* 1003,8µg/100g e de chl *b* 2287,8 µg/100g. Nota-se que os teores de clorofila foram maiores na amostra FMIN, sendo o teor de clorofila *b* maior que o de *a* em ambas as amostras, constatando-se que a chl *b* é menos instável a elevação da temperatura que a chl *a*.

A decomposição das chl em alimentos inicia-se com o rompimento do tecido vegetal pelas forças externas do processo de secagem. Logo, em ervas verdes a degradação das chl é a mudança mais comum que se visualiza durante a desidratação por calor seco, haja vista que a degradação da clorofila resulta em uma mudança na relação clorofila *a/b*, que muda a cor dos produtos (como demonstra a figura 9), na qual a amostra passa da cor verde brilhante para verde-oliva (THAMKAEW *et al.*, 2020).

Na pesquisa de Sikorska-Zimny *et al.* (2021), que determinou o teor de clorofila *a* e *b*, em extrato aquoso de amostras secas de orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.) cultivadas de forma convencional e orgânica, obteve-se teores maiores de chl *a* e *b* em orégano "orgânico" (7,81 µg/mL e 12,32 µg/mL, respectivamente), as mais baixas em tomilho "convencional" (2,96 µg/mL e 4,56 µg/mL, respectivamente),

Em comparação com o presente estudo, os teores de chl foram maiores em relação aos achados de Sikorska-Zimny *et al.* (2021), isso pode ser explicado pelo fato das amostras de ervas secas serem de diferentes espécies, métodos de cultivos díspares (os teores de chl *a* e *b* foram significativamente maiores em ervas cultivadas organicamente para ambas as espécies, no estudo citado), além da utilização da solução extratora de chl utilizada na presente pesquisa ser constituída dos reagentes acetona-hexano, os quais são mais eficientes para extração de clorofilas se comparados com água.

Figura 10- Imagem demonstrando a cor da amostra FMIN e a alteração de coloração na amostra FMS.



Fonte: (Autora, 2022).

Em relação ao teor de vitamina C foi possível observar que a amostra FMIN (9,50 mg/100g) possui teor de vitamina C maior se comparado a FMS (6,33 mg/100g). A pesquisa de Othman *et al.* (2021) analisou vários compostos, como o ácido ascórbico, em microgreens de amostras frescas de manjericão verde (*Ocimum basilicum L.*), manjericão vermelho (*Ocimum basilicum 'Purpurascens'*), Mizuna verde (*Brassica rapa L. ssp. nipposinica*) e Mizuna vermelha (*Brassica rapa L. ssp. nip posinica*) cultivadas em câmara climática (phytotron). Observou-se teores de ascórbico de 65,68 mg/100g, 105,87 mg/100g, 32,86 mg/100g e 44,09 mg/100g, respectivamente. Todos os valores foram superior ao da atual pesquisa, essa discrepância pode ser explicada pela particularidade da amostra já que os microgreens são plantas menores já desenvolvidas, diversidade de espécies analisadas e metodologia utilizada para quantificação (utilização de ácido metafosfórico e cromatografia líquida de alta eficiência- HPLC).

Em relação a amostra seca, constatou-se que a desidratação promoveu perda de cerca de 66,6% do teor de vitamina C, o que é consequência da aplicação de calor sobre a matéria-prima, justificando o fato da quantidade de vitamina C nas FMS ter sido inferior às das folhas FMIN. Segundo Pham *et al.* (2018) o ácido ascórbico é uma vitamina passível de degradação oxidativa quando exposta de forma prolongada a temperatura elevada, pois as reações químicas degradativas de compostos bioativos naturais, como ácido ascórbico, são

catalisadas pelo calor e enzima ascorbato oxidase liberada das membranas celulares rompidas durante o processo de secagem.

Como observa-se, os teores de polifenóis totais presentes nas FMIN (1,8 mg EAG/g) foram menores que as encontradas nas FMS (3,9 mg EAG/g). Na pesquisa de Prinsi (2020) as folhas *in natura* de três diferentes variedades de *O. basilicum* apresentaram teores de compostos fenólicos de 5,57 mg GAE g⁻¹ no cultivar Italiano clássico, 7,11 mg GAE g⁻¹ no cultivar red rubin e 6,07 mg GAE g⁻¹ no dark opal, inferindo que esses resultados são maiores que os encontrados na presente pesquisa. Essa diferença pode ser justificada pelas condições de cultivo em estufa (a qual oferece melhores condições de desenvolvimento foliar), disparidade na morfologia das variedades estudadas e o estado de maturação pois as folhas da pesquisa citada foram colhidas na fase vegetativa (caracterizada por crescimento explosivo), visto que o estágio de desenvolvimento pode ser um dos fatores que afeta o teor de compostos fenólicos (PRINSI *et al.*, 2020).

O estudo de Soares *et al.* (2021) determinou teores de compostos fenólicos totais em extratos aquosos e hidroalcoólicos de manjeriço *in natura* e desidratado (60 °C por 8 horas), no qual observou-se que os valores de fenólicos totais aumentaram em ambos os extratos da amostra seca (extrato aquoso *in natura* 0,492 mg EAG/g e amostra após desidratação foi para 0,854 mg EAG/g, extrato hidroalcoólico da amostra *in natura* 0,507 mg EAG/g e amostra após secagem 0,748 mg EAG/g), sendo inferiores aos encontrados nesta pesquisa. As alterações de valores podem estar relacionadas às diferenças de espécies, características edafoclimáticas, metodologias aplicadas, e particularmente a maior temperatura empregada no processo de secagem, o que pode ter fornecido dados subestimados a estas pesquisas, pela possibilidade de redução de grupos de compostos fenólicos bioativos com termoestabilidade (SANTOS *et al.*, 2022).

Desse modo, percebeu-se que no presente trabalho a secagem aumentou a bioacessibilidade dos polifenóis totais das FMS se comparado com os teores presentes nas FMIN, visto que os compostos fenólicos mostraram alguma estabilidade quando expostos a 55°C por 24h para secagem. Dessa forma, a ingestão do manjeriço na forma seca demonstra ser uma boa via de ingestão de polifenóis, visto que esses são importantes agentes antioxidantes e anti-inflamatórios.

Em relação aos teores de flavonóides, a amostra FMS (78,33 mg/g) apresentou teor maior que a amostra FMIN (73,09 mg/g). Vários estudos recentes descritos na literatura científica demonstram que o *Ocimum* e suas espécies apresentam expressivas atividades antioxidantes e anti-inflamatórias devido ao seus elevados teores de polifenóis e flavonóides

(VIEIRA *et al.*, 2018; OTHMANA *et al.* 2022; TURGAY e ESEN, 2020; ULLAHA *et al.*, 2022)

A pesquisa realizada por Anusmith *et al.* (2020) que objetivou avaliar a composição fitoquímica e as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas e genoprotetoras dos extratos de diferentes espécies de *Ocimum* (seco) extraídos por métodos assistidos por ultrassom, observou-se teores de flavonoides totais de 66,2 mg GAE/g, 65,7 mg GAE/g, 54,3 mg GAE/g, 54,7 mg GAE/g, 55,2 mg GAE/g e 65,6 mg GAE/g para *O. gratisissimum*, *O. basilicum*, *O. canum*, *O. kilimandscharicum*, *O. tenuiflorum* e *O. citriodorum*, respectivamente.

Esses achados divergem dos encontrados na presente pesquisa, tanto pela unidade de expressão dos valores diferir em relação ao presente estudo, quanto pela diferença no método de extração, fatores edáficos e variedade das espécies estudadas. Outro estudo realizado por Ullaha *et al.* (2022) avaliou o conteúdo de flavonóides totais de extratos metanólicos (obtidos pelo método de extração a frio) de *O. sanctum* que apresentou 2,016 mg/g e *O. basilicum* 2,034 mg/g, ressaltando a presença de teores consideráveis de flavonóides nos extratos dessas espécies de manjeriço.

Ao comparar as amostras FIN e FMS, constatou-se que o processamento térmico elevou o teor de flavonoides em cerca de 6,75%. Esse resultado pode ser justificado pelo fato desses compostos estarem presentes principalmente nas partes aéreas das plantas, como as folhas, que ao aplicar a temperatura sobre a matéria-prima ocasionam alterações na integridade estrutural da matriz celular, quebra dos tecidos vegetais e redução do teor de água pela transferência de massa o que conseqüentemente, aumenta a concentração desses compostos (ZHAO *et al.*, 2019).

A tabela 4 mostra que os teores de carotenóides totais (CT) estimados na amostra FMIN foram de 52,42 µg/g e 593,71 µg/g na FMS, observando-se que desidratação provocou um aumento de quase 12 vezes no teor dos carotenóides em relação a amostra FMIN.

Tabela 4- Principais carotenóides presentes nas folhas do manjeriço *in natura* (FMIN) e após processamento térmico de secagem (FMS).

Carotenóides (µg/g)	FMIN	FMS
Carotenóides totais	52,42±0,888	593,71±2,792
α-caroteno	17,26±0,872	167,85±0,189

β-caroteno	16,71±0,939	200,61±0,007
zeaxantina	18,45±0,557	225,25±0,518

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Análise realizada em triplicata.

Fonte: (Autora, 2022).

No estudo de Barreira *et al.* (2021) que analisou as propriedades antioxidantes e pigmentos de ervas secas consideradas condimentares e medicinais no Mediterrâneo,, obteve teores de CT 9,68 mg 100 g⁻¹ DW, 9,43 mg 100 g⁻¹ DW, 14,24 mg 100 g⁻¹ DW, 9,26 mg 100 g⁻¹ DW, 6,02 mg 100 g⁻¹ DW para *Myrtus communis L.*, *Pistacia lentiscus L.*, *Thymus vulgaris L.*, *Salvia officinalis L.* e *Laurus nobilis L.*, respectivamente. Esses resultados são inferiores aos da pesquisa atual, demonstrando que o manjeriço é uma boa fonte de obtenção de carotenóides por via alimentar, principalmente quando consumido na forma desidratada.

De acordo com os resultados do presente trabalho, os carotenóides não foram afetados negativamente pelo tratamento térmico. Isso pode ser elucidado pela influência do calor sobre as estruturas vegetais, visto que temperaturas elevadas promovem a quebra da celulose presente na parede celular da planta, bem como ocasiona desnaturação de complexos carotenóide-proteína permitindo uma melhor extração de carotenóides da matéria-prima vegetal (COLLE *et al.*, 2016; ZHAO *et al.*, 2019).

Mediante a isso, o consumo de *O. basilicum* seco aparenta ser uma boa opção de ingestão de quantidades significativas de carotenóides como a zeaxantina em alimentos, α-caroteno e β-caroteno os quais são fortes e potenciais antioxidantes que atuam na diminuição ou prevenção de agravos à saúde causados por Espécies Reativas de Oxigênio (EROS).

6.4 Análise de variações colorimétricas

Os parâmetros de cor e suas variações impostas pelo processamento térmico são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Valores obtidos na análise de colorimetria das amostras folhas de manjeriço *in natura* (FMIN) e folhas de manjeriço seco (FMS).

Parâmetros	FMIN	FMS
ΔL^*	34,05±5,052	23,10±0,890
Δa^*	-14,95±1,490	-3,22±0,058
Δb^*	21,76±2,393	13,05±0,270
ΔC^*	26,40	13,44
ΔE^*	18,257	

Resultados expressos em média \pm desvio padrão. Análise obtida em triplicata.

L*= Luminosidade ou claridade; a*= coordenada da cor verde (a* negativo); b*= coordenada da cor amarelo (b* positivo); C*= croma ΔE^* = Diferença total de cor.

Fonte: Autora (2022).

De acordo com os resultados observados na tabela 5, todos os valores de coordenadas de cor da amostra FMS sofreram alterações em comparação com a amostra FMIN. Constatou-se que a coordenada de cor L* apresentou decréscimo, passou de 34,05 nas FMIN para 23,10 na FMS, demonstrando que houve o escurecimento da matéria-prima. Em relação a coordenada a*, o resultado foi negativo para ambas as amostras demonstrando tendência para a coloração verde, já que se trata de folhas, constatando-se também que o calor ocasionou redução nesse parâmetro devido a oxidação da clorofila. Já a coordenada b* apresentou valores positivos indicando prevalência da tonalidade amarela em detrimento a cor azul, tendo redução significativa na amostra FMS.

Esses resultados corroboram com o estudo de Cano-Chauca *et al.* (2021) que analisou a colorimetricamente e comparou os valores da coordenada L*, a* e b* de amostras de pimentão (*Capsicum annuum L.*) *in natura* (L* 37,24, a* -11,74 e -4,77; b* 19,0) e desidratado por secagem convectiva (L* 35,81, a* -4,77; b* 14,36), no qual observou-se decréscimo em todas as coordenadas analisadas na amostra seca, evidenciando a influência da secagem na coloração desses alimentos.

Os resultados da coordenada C* foram de 26,40 e 13,44, para a amostra FMIN e FMS, respectivamente. Infere-se que a amostra FMIN apresentou maior croma, demonstrando que a pureza ou intensidade da cor dessa amostra é maior se comparada com a amostra FMS, significando que as folhas *in natura* possuem maior saturação (a qual está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo

para intensidade.), ou seja, são mais brilhantes e vivas na percepção visual humana, se comparadas com a amostra desidratada que apresentou tom mais escurecido.

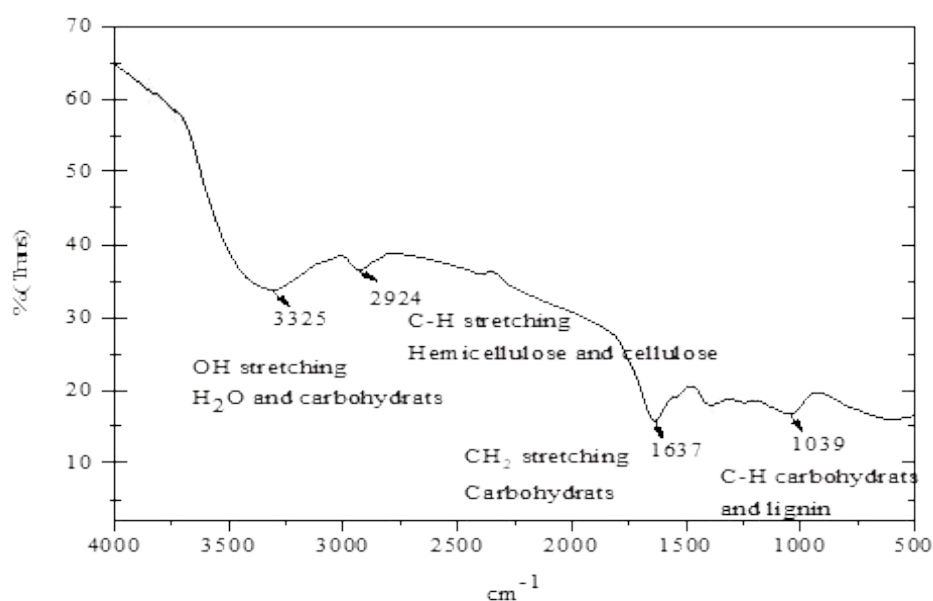
Em relação a diferença total de cor, observou-se que a amostra FMS sofreu perda de coloração de 18,257 (ΔE^*), inferindo que a aplicação de calor sobre o manjeriço ocasiona alterações de cor significativas. Logo, a mudança de cor pode indicar que esse método de secagem influencia tanto em aspectos de bioatividade e degradação de nutrientes, quanto aspectos sensoriais como os visuais que são amplamente levados em consideração (conduzir a aprovação ou recusa) no momento do consumo desse alimento.

O consumidor geralmente associa maior palatabilidade a alimentos com cores vivas e brilhantes, já alimentos mais escuros a diminuição do mesmo (VADIVELLO *et al.*, 2019).

6.5 Análise de agrupamentos químicos por espectroscopia de infravermelho com transformação de Fourier (FTIR)

O espectro FTIR por exigência analítica só pode ser realizado em material devidamente seco. Portanto, os grupamentos químicos são apresentados apenas na amostra FMS (apresentado na Figura 10) A aplicação desta ferramenta permite obter informações relacionadas a grupos químicos funcionais e seus estados vibracionais de acordo com interações e mudanças na estrutura e composição dos materiais (RAMOS *et al.*, 2020).

Figura 11- Padrão FTIR da amostra FMS.



Os agrupamentos químicos apresentados nos picos espectrais destacados com bandas largas em 3.325 cm^{-1} e 1.637 cm^{-1} estão relacionados a vibrações de estiramento de grupos -OH presentes em membranas de celulose e em água (NAHEEB *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2022). A presença da banda em 2924 cm^{-1} e 1039 cm^{-1} pode estar relacionada à flexão de CH_2 em hemicelulose e vibrações de CH, que comumente aparecem em carboidratos e lignina presentes em grande quantidade em materiais folhosos, como o manjeriço (NAJEEB *et al.*, 2020). Esses achados podem estar relacionados a presença de fibras no material, reforçando os aspectos funcionais das folhas de FMS em pó.

Comparando os dados desta pesquisa com folhas de jambú em pó (SANTOS *et al.*, 2021) e com as folhas de taioba sob processamento térmico (SANTOS *et al.*, 2022) é possível notar as semelhanças de constituintes químicos com base em picos espectrais com bandas de alta intensidade em 3400 cm^{-1} e 1063 cm^{-1} , relacionadas a vibrações espectrais de grupos químicos presentes em materiais vegetais, sem perdas relacionadas ao processamento e a secagem, sendo estas bandas associadas a presença de material constituinte de celulose, hemicelulose, lignina, e ácidos orgânicos, constituintes dos grupos dos carboidratos, com prevalência nos materiais fibrosos. Esses dados são semelhantes aos achados da presente pesquisa.

A Organização Mundial da Saúde e o Ministério da saúde preconiza o consumo mínimo de fibras alimentares de 25 g a 30 g/dia. O consumo regular de alimentos ricos em fibras possui influência benéfica na prevenção de DCNT, pois atuam em nível sistêmico e local, em comorbidades como diabetes mellitus (por reduzir a absorção de glicose), câncer de cólon e reto (promover a proliferação de bactérias benéficas em detrimento as patogênicas), redução nos parâmetros de colesterol e LDL (diminuição na absorção das frações lipídicas) relacionado a doenças cardiovasculares, hipertensão arterial sistêmica e aterosclerose (CRUZ *et al.*, 2019). Diante disso, observa-se que o manjeriço desidratado pode ser uma via alimentar de ingestão de fibras.

7. CONCLUSÃO

As folhas do manjericão *in natura*, se comparadas com as que passaram por processamento térmico por secagem, apresentaram características físico-químicas como elevada atividade de água, umidade e pH o que aponta maior perecibilidade em relação às folhas desidratadas, demonstrando que a cocção seca é um método simples e importante ferramenta utilizada para elevar a vida útil da matéria-prima.

Além disso, constatou-se que o emprego da temperatura ocasionou a degradação de compostos como clorofila *a* e *b*, vitamina C e aumentou os teores de compostos fenólicos, flavonóides e carotenóides. Ademais, a colorimetria demonstrou que as folhas *in natura* apresentaram maior luminosidade, tendência para o verde e amarelo quando comparadas a amostra seca. Em relação a análise de espectro FTIR, a qual apontou a presença de material constituinte de celulose, hemicelulose, lignina, e ácidos orgânicos, apontando a presença de fibras na amostra.

Desse modo, verificou-se que tanto as folhas *in natura* quanto as folhas processadas termicamente são potenciais fontes de compostos bioativos, como indicado na literatura científica, tornando seu consumo recomendado como alternativa de prevenção, diminuição de riscos do surgimento de DCNT e manutenção da homeostase corporal.

REFERÊNCIAS

ABD EL-HAMID,N.S.M.; MAKLED, S.M.S.; ABD ELMONEM, S.M.A. Determinants of production and export for some medicinal and aromatic plants in Egypt. v. 27, p. 1351- 1369, 2019. DOI: 10.21608/AJS.2019.59394

Absolute Reports (2020) GLOBAL BASIL LEAVES MARKET RESEARCH REPORT. (Reino Unido) Disponível em: <
https://www.absolutereports.com/global-basil-leaves-market-15756862>. Acesso em: 05/04/2022.

AHMED, T., WANG, C.L. Black garlic and Its Bioactives compounds on human Health Diseases: Areview. *Molecules*, v.19, n.26, 2021. DOI: 10.3390/molecules26165028.

AJEBLI, M.; EDDOUK, M. The Promising Role of Plant Tannins as Bioactive Antidiabetic Agents. *Current Medicinal Chemistry*. v. 26, p. 4852-4884, 2019. doi: 10.2174/0929867325666180605124256. PMID: 29874989.

AKARA, E. U.; EMMANUEL, O.; UDE, V. C.; UCHE-IKONNE,C.; EKE, G.; UGBOGU, E.A. *Ocimum gratissimum* leaf extract ameliorates phenylhydrazine-induced anaemia and toxicity in Wistar rats. *Drug metabolism and personalized therapy*. 2021. DOI: https://doi.org/10.1515/dmdi-2020-0185

ALI AKBARIAN, B.; CASAZZA, A. A.; PEREGO, P. Valorization of olive oil solid waste using high pressure-high temperature reactor, *Food Chemistry*, 128, p. 704-710.

ALI, M. B.; MURTAZA, S.; SHAHBAZ, M.; RAMZAN, S.; ALI, M. M. Nano-encapsulation of bioactive compounds: a diminutive review. *Journal of Agriculture and Food*, Volume 1, N. .2, p. 13-22, 2020. Disponível em: https://jaf.su.edu.pk/uploads/journals/Article-2.pdf. Acesso: 01 de maio de 2022.

ALVES, R.P.; SILVA, A.V.C.; ALMEIDA-PEREIRA, C.S; COSTA, T.S; ALVARES-CARVALHO, S.V; ARRIGONI-BLANK, M.F; BLANK, A.F. Genetic divergence in basil cultivars and hybrids. *Horticultura Brasileira*, vol. 37, p. 180-187, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620190208

ALVES,T.N.; CARVALHO,B.L.; GUEDES,P.T.P.; NORDI, N.T.; AIRES, E.S.; OLIVEIRA, M.M.V.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J.D. Production of basil (*Ocimum basilicum* L.) seedlings under different substrates Producción de plántulas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo diferentes sustratos. *Research, Society and Development*, v.10, n.2, 2021. DOI:http://dx.doi.org/10.33448/rsd

Alimentação saudável é aliada na prevenção da obesidade e doenças crônicas. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021. Disponível em: <ps://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/outubro/alimentacao-saudavel-e-aliada-na-prevencao-da-obesidade-e-doencas-cronicas>. Acesso em: 11/03/2022.

Alimentação saudável é aliada na prevenção da obesidade e doenças crônicas. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021. Disponível em:

<ps://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/outubro/alimentacao-saudavel-e-aliada-na-prevencao-da-obesidade-e-doencas-cronicas>. Acesso em: 11/03/2022.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. 16. ed., Virginia, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of analysis. (p.1094), Gaithersburg, 2010.

AVETISYAN, A.; MARKOSIAN, A.; PETROSYAN, M.; SAHAKYAN, N.; BABAYAN, A.; ALOYAN, S.; TRCHOUNIAN, A. Chemical composition and some biological activities of the essential oils from basil *Ocimum* different cultivars. *Complementary and Alternative Medicine*, vol. 19, n.17, p. 1-8. 2017. DOI: 10.1186/s12906-017-1587-5.

AWULACHEW, M. T. Understanding to the shelf-life and product stability of foods. *Journal of Food Technology and Preservation*, Vol. 5, Ed. 5, p. 1-5, 2021. Disponível em: [tps://www.researchgate.net/profile/Melaku-Awulachew/publication/357794077_Understanding_to_the_shelf_life_and_product_stability_of_foods/links/61dfe23a3a192d2c8af92de5/Understanding-to-the-shelf-life-and-product-stability-of-foods.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Melaku-Awulachew/publication/357794077_Understanding_to_the_shelf_life_and_product_stability_of_foods/links/61dfe23a3a192d2c8af92de5/Understanding-to-the-shelf-life-and-product-stability-of-foods.pdf)

BAO, C.; JIANG, P.; CHAI, J.; JIANG, Y.; LI, D.; BAO, W.; LIU, B.; NORDE, W. LI, Y. The delivery of sensitive food bioactive ingredients: Absorption mechanisms, influencing factors, encapsulation techniques and evaluation models. *Food Research International*, V. 120, p. 130–140, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.024>

BAKHTIARI, M.; PANAHI, Y.; AMELI, J.; DAVISHI, B. Protective effects of flavonoids against Alzheimer's disease-related neural dysfunctions. *Biomed Pharmacother.* v. 23, P. 218-229. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.06.010.

BAKOYIANNIS, I.; DASKALOPOULOU, A.; PERGIALIOTIS, V.; PERREA, D. Phytochemicals and cognitive health: Are flavonoids doing the trick? *Biomedicine & Pharmacotherapy.* v. 109, p. 1488-1497, 2019. doi: 10.1016/j.biopha.2018.10.086.

BARROS, D. M.B; SILVA, A.P.F ; MOURA, D.F; BARROS, M.V.C. A influência da transição nutricional sobre o aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis. *Brasilian Journal Of Development*, V.7, N. 7, p. 74647-74664 , 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n7-579.

BRYANT, D.A.; HUNTER, C.N.; WARREN, M.J. Biosynthesis of the modified tetrapyrroles-the pigments of life. *Journal of biological chemistry*, v. 295, n. 20, p. 6888-6925 2020; 295:6888-6925. DOI: 10.1074/jbc.REV120.006194

BORGES, L.P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. *Revista Agrotecnologia*, v.11, n.1, p.54-67, 2020. Disponível em: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/418088/mod_folder/com

BORJAN, D.; LEITGEB, M.; KNEZ, HRNCIC, M. K. Microbiological and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Olive Leaf Extract. *Molecules (Basel, Switzerland)*, V. 25(24), 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25245946>

Cardiovascular diseases (CVD). WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021. Disponível em: < [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) >. Acesso em: 03/ 03/ 2022.

CANO-CHAUCA, M.N.; LIMA,W.J.N.; BRANDI, I.V.; VIEIRA, C.R.;RODRIGUES, D.S.; LIMA, J.P.; BISPO, N.F.; SOUZA, D.M.B. Parâmetros técnicos do processo de secagem de pimentão (*Capsicum annuum L.*). Brazilian Journal of Development, v.7, n.11, P. 105156-105163, 2021. DOI:10.34117/bjdv7n11-236

CARR, A.C.; ROWE, S. Factors Affecting Vitamin C Status and Prevalence of Deficiency: A Global Health Perspective. Nutrients, vol. 12,n.7, 2020. DOI:10.3390/nu12071963

CEAGESP, Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo.2021. Disponível:< <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/manjericao-2/> > Acesso em 09 de abril de 2022.

CERULLO, G.; NEGRO, M.; PARIMBELLI, M.; PECORARO, M.; PERNA, S.; LIGUORE, G.; RONDANELLI, M.; CENA, H.; D'ANTONA, G. The Long History of Vitamin C: From Prevention of the Common Cold to Potential Aid in the Treatment of COVID-19. Front Immunol, v. 11, p. 1-16, 2020. DOI: 10.3389/fimmu.2020.574029.

CHEN, L.; SU, X.; WHANG, Z.; LU,W.; CHEN, M.; HE,Y.; XU,F.; ZHENG, L. The impact of plasma vitamin C levels on the risk of cardiovascular diseases and alzheimer's diseases: A mendelian randomization study. Clinical Nutrition, v. 40, ed. 10, p. 5327-5334, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.08.020>

CLUGSTON, R. D. Carotenoids and fatty liver disease: Current knowledge and research gaps. Biochim Biophys Acta Molecular Cell Biology Lipids, v. 1865, 2020. DOI: 10.1016/j.bbalip.2019.158597.

COLLE, I.J; LEMMENS, L.; KNOCKAERT, G.; VAN LOEY, A.; HENDRICKX, M. Carotene Degradation and Isomerization during Thermal Processing: A Review on the Kinetic Aspects. Crit Rev. Food Science Nutrition. vol. 56, n. 11. 2016. DOI: 10.1080/10408398.2013.790779. 25830560.

CONCEPTION, M.; AVALOS, J.; BONET, M.L.; BORONAT, A.; GOMEZ-GOMEZ, L.; HORNERO-MENDEZ, D.; LIMON, M.C.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J.; OLMEDILLA, A.B.; PALOU, A.; RIBOT, J.; RODRIGO, M.J.; ZACARIAS, L.; ZHU, C. A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. Progress Lipid Research, v. 70, p. 62-93, 2018. DOI: 10.1016/j.plipres.2018.04.004.

CRUZ, G.L.; MACHADO, P.P. ; ANDRADE, G. C.; LOUZADA, M. L. C. Alimentos ultraprocessados e o consumo de fibras alimentares no Brasil. Ciênc. saúde coletiva, v. 26 (09), p. 4153-4161, 2021 ,DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021269.15462020>

CVITKOVIC, D.; LISICA, P.; ZORIÉ, Z.; REPAPIÉ, M.; PEDISIC, S.; DRAGOVIC-UZELAC, V.; BALBINO, S. Composition and Antioxidante Properties of Pigments of Mediterrâneo Herbs and Spices as Affected by Different Extrato Methods. Alimentos. 2018. DOI: 10.3390/foods10102477.

DAMALAS, C.A. Improving drought tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum*) with salicylic acid. *Scientia Horticulturae*, v. 246, p.360-365, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.005>

DE SÁ-FILHO, Geovan Figueirêdo et al. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. *Research, society and development*, v. 10, n. 13, p. e140101321096-e140101321096, 2021. Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21096>

DIAS, L.K.M.; MEDEIROS, C.B.S.; SILVA, A.K.N.; MORAIS, A.H. A.; MAIA, J.K.S. Can polyphenols improve the gut health status in pre-clinical study with diet-induced obesity? A protocol for systematic review and/or meta-analysis. *Medicine*, v.100, n. 9, p 1-6, 2021. DOI: 10.1097/MD.000000000028162

DU, F.; GUAN, C.; JIAO, Y.. Molecular Mechanisms of Leaf Morphogenesis. *Molecular Plant. Molecular Mechanisms of Leaf Morphogenesis*, v. 11, ed. 9, p. 1117-1134. 2018. DOI: [10.1016/j.molp.2018.06.006](https://doi.org/10.1016/j.molp.2018.06.006)

ERICKSON, K.M.; ASCHNER, M. Manganese: Its Role in Disease and Health. *Metals Ions in life science*. v. 19, 2019. doi: 10.1515/9783110527872-016.

FATHI, F.; EBRAHIMI, S.N.; MATOS, L.C.; OLIVEIRA, M.B.P.P.; ALVES, R.C. Emerging drying techniques for food safety and quality: A review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, v. 22, n. 2, p. 1125-1160, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12898>

FRANCISCO, P.M.S.B, ASSUNÇÃO, D.; BORIM, F.S.A. Prevalence and co-occurrence of modifiable risk factors in adults and older people. *Revista de Saúde Pública*, v. 53, n. 86, p. 1-13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2019053001142>

FRANÇA, M. F. M. S.; VILELA, M. S.; COSTA, A. P.; NOGUEIRA, I.; PIRES, M. C.; SOUZA, N. O. S. Germination test and ornamental potential of different basil cultivars (*Ocimum* spp.). *Ornamental Horticulture*, v. 23, n. 4, p. 385-391, 2017.

FERNANDES, F. V.; BEZERRA, L. A.; MIELKE, M.S. *et al.* Anatomia e ultraestrutura foliar de *Ocimum gratissimum* sob diferentes níveis de radiação luminosa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.6, p.1037-1042. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000600014>

FILLIPINI, T.; NASKA, A.; KASDAGLI, M.I.; TORRES, D.; LOPES, C.; CARVALHO, C.; MOREIRA, P.; MALAVOLTI, M.; ORSINI, N.; WHELTON, P.K.; VINCENTE, M. Potassium Intake and Blood Pressure: A Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Heart Association*. v. 9(12), 2020. DOI: 10.1161/JAHA.119.015719.

FILIP, S. Basil (*Ocimum basilicum*) a Source of valuable phytonutrients. *International Journal of clinical nutrition e dietetics*. V. 3, n. 118 ,p- 1-5, 207. Doi: <http://dx.doi.org/10.15344/2456>

- GAVRIC, T.; JURKOVIS, J.; GADZO, D. Fertilizer effect on some basil bioactive compounds and yield. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 45, p. 1-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202145003121j>
- GORDILLO, M.M.; MARTINEZ, I.F.; PEÑA, M.R.G.; MONTIELL, O. Géneros de Lamiaceae de México, diversidad y endemismo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 84, p. 30-86, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.30158>.
- GOWDA, V.; KARIMA, N.; SHISHIRA, M.R.I.; XIE, L.; CHENA, W. Dietary polyphenols to combat the metabolic diseases via altering gut microbiota. *Trends in Food Science & Technology*, v. 93, p. 81–93, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.09.005>
- HAYES, M.; FERRUZZI, M.G. Update on the bioavailability and chemopreventative mechanisms of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research*, v. 81, p. 19-37, 2020. DOI: 10.1016/j.nutres.2020.06.010.
- HERIQUE, V.A.; FERREIRA, L.P.; NUNES, C.R. Análise físico-química e antioxidante de manjeriço (*Ocimum basilicum*) orgânico. *Revista interdisciplinar do pensamento científico*, vol. 03, n. 2, 2017. D.O.I.: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v3n2a6>
- HU, X.; GU, T.; KHAN, I.; ZADA, A.; JIA, T. Research Progress in the Interconversion, Turnover and Degradation of Chlorophyll. *Cells*. V. 10, N.11, 2021. DOI:10.3390/cells10113134
- JADHAV, R.; BHUJBAL, S.S. A review on natural food colors, *Pharmaceutical Resonance*, v. 2, p.12-20, 2020.
- JOARDDER, M.U.; KUMAR, C.; KARIM, M.A. Food structure: Its formation and relationships with other properties. *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 57, p.1190-1205, 2017. DOI: 10.1080/10408398.2014.971354.
- JÚNIOR, C. S.N.; CAVALCANTI, E.B.V.S.; SOUSA, A.P.; SILVA, D. F.; FERREIRA, M. D. L. Análise qualitativa do perfil químico de plantas medicinais do horto das Faculdades Nova Esperança. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. 1-22, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8033>
- JÚNIOR, P.S.S.; EVERTON, G.O.; FERREIRA, A.M.; MAFRA, N.S.C.; ROSA, P. V.S.; PEREIRA, A.P.M.; FONSECA, D.; CUNHA, J.C.R.; ARRUDA, M.O.; FILHO, V.E.M. Alterações físico-químicas e biológicas dos óleos essenciais das folhas de *Alpinia Zerumbet* a partir de diferentes temperaturas de secagem. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n.4, p. 22392-22403, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n4-415
- KUMAR, A.; MOSA, K. A.; JI, L.; KAGE, U.; DHOKANE, D.; KARRE, S.; DEEPA, M.; PATHANIA, N. Metabolomics-assisted biotechnological interventions for developing plant-based functional foods and nutraceuticals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017, 58(11), 1791–1807. DOI:10.1080/10408398.2017.128575
- KUMAR, G.; XU, B. A critical Review on polyphenols and health benefits of black soybeans. *Nutrients*, v. 9, n.5, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu9050455>

LADDHA, A.P; KULKARNI, Y.A. Tannins and vascular complications of Diabetes: An update. *Phytomedicine*, v. 15, p. 229-245, 2019:. DOI: 10.1016/j.phymed.2018.10.026.

LEE, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. *Hortscience*, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972

LEWICKI, S.; ZDANOWSKI, R.; KRZYZOWSKA, M.; LEWICKA, A.; DEBSKI, B.; NIEMCEWICZ, M.; GONIEWICZ, M. The role of Chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. v. 21, p. 331-335, 2014. Doi: 10.5604/1232-1966.1108599.

LI, R.; SHANG, H.; WU, H.; WANG, M.; DUAN, M.; YANG, J. Thermal inactivation kinetics and effects of drying methods on the phenolic profile and antioxidant activities of chicory (*Cichorium intybus* L.) leaves. *Scientific reports*, V. 8(1), P. 1-9, 2018 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27874-4>

LI, Y.; CUI, Y.; LU, F.; WANG, X.; LIAO, X.; HU, X.; ZHANG, Y. Beneficial effects of a chlorophyll-rich spinach extract supplementation on prevention of obesity and modulation of gut microbiota in high-fat diet-fed, *Journal of functional foods*, v. 60, 2019. p. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103436><https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103436>

LIU, Q.; FANG, J.; CHEN, P. DIE, Y.; WANG, J.; LIU, Z.; LIU, X. Chicoric acid improves neuron survival against inflammation, promoting mitochondrial function and energy metabolism. *Food Funct.* v. 1.10, n. 9, p. 6157-6169, 2019. DOI: 10.1039/c9fo01417a.

LYU, J. I.; RYU, J.; JIN, C. H.; KIM, D. G.; KIM, J.M., SEO, K. S., KIM, J.B.; KIM, S.H.; AHN, J. W.; KANG S. Y.; KWON, S. J. . Phenolic compounds in *Hibiscus acetosella* (Cranberry Hibiscus) extracts and their antioxidant and antibacterial properties. *Molecules*, v. 25(18), 2020. <https://doi.org/10.3390/molecules25184190>

LOBO, G. B. S; SILVA, A. V.; MENEZES, G.B.L. Polifenóis dietéticos e função endotelial em adultos sem diagnóstico de doenças: uma revisão de ensaios randomizados. *Brazilian Journal of Development.*, v. 6, n.11 , p.85320-85340, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n11085.

LUTZ, I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análises de alimentos. 4 ed. São Paulo: 2008. v. 1.

MADDI, R.; AMANI, P.; BHAVITHA, S.; GAYATHRI, T.; LOHITHA. A review on *ocimum* species: *ocimum americanum* L., *ocimum basilicum* L., *ocimum gratissimum* L. and *ocimum tenuiflorum* L. *Res. Ayurveda Pharm*, vol. 10, n. 3, p. 41-48 , 2019. DOI: 10.7897 / 2277-4343.100359

MAHENDRAN, G., VERMA, S.K., RAHMAN, L.U. The traditional uses, Phytochemistry and pharmacology of Spearmint (*Mentha spicata* L.): A review o. *Journal of Ethnopharmacology*, v.278, 114266, 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2021.114266>

MAHMOUD, E.; STAROWICZ, M.; CISKA, E.; TOPOLSKA, J.; FAROUK, A. Determination of volatiles antioxidant activity, and polyphenol content in the postharvest waste of *Ocimum basilicum* L. *Food Chemistry*, v. 375, p. 1-8, 2022. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131692>

MAO, X.; GU, C.; CHEN, D.; YU, B.; HE, J. Oxidative stress-induced diseases and tea polyphenol. *Oncotarget*, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18632/oncotarget.20887>

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J.; An Overview of Carotenoids, Apocarotenoids, and Vitamin A in Agro-Food, Nutrition, Health, and Disease. *Molecular Nutrition e food research*, v. 63, n. 15, p. 1-11, 2019. DOI: 10.1002/mnfr.201801045.

MICHALAK, J.; CZARNOWSKA-KUJAWSKA, M.; KLEPACKA, J.; GUJSKA, E. Effect of Microwave Heating on the Acrylamide Formation in Foods. *Molecules* (Basel, Switzerland), V. 25, n. 18, 4140., 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25184140>

MINISTÉRIO DA ECONOMIA (Brasil). PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES 2017-2018: ANÁLISE DO CONSUMO ALIMENTAR PESSOAL NO BRASIL. Rio de Janeiro, RS: Ministério da economia, 2018. 114 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>. Acesso em: 19 de mar. de 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). GUIA ALIMENTAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA. Brasília, DF: Ministério da saúde, 2014. 156 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso: 20 mar. 2022.

MOHAMMED, A.B.A.; YAGI, S.; TZANOVA, T.; SCHOHN, H.; ABDELGADIR, H.; STEFANUCCI, A.; MOLLICA, A.; FAWZIMAHOMOODALLY, M.; ADLAN, T.; ZENGINI, G. Chemical profile, antiproliferative, antioxidant and enzyme inhibition activities of *Ocimum basilicum* L. and *Pulicaria undulata* (L.) C.A. Mey. Grown in Sudan. *South African Journal of Botany*, v. 132, p. 403-409, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.06.006>.

MORAND, C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Contribution of plant food bioactives in promoting health effects of plant foods: why look at interindividual variability? *Eur. J Nutr*, v. 58, p. 13-19, 2019. DOI: 10.1007/s00394-019-02096-0.

Ministério da Saúde, Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT no Brasil, 2011-2022, Brasília-DF, 2011.

NASCIMENTO, L. D.; MORAES, A.A.B; COSTA, K.S.D; PEREIRA GALÚCIO, J.M.; TAUBE, P.S.; COSTA, C.M.L.; NEVES CRUZ, J.; DE AGUAR ANDRADE, E.H.; FARIA, L.J.G; Bioactive Natural Compounds and Antioxidant Activity of Essential Oils from Spice Plants: New Findings and Potential Applications. *Biomoleculares*. v. 10, n. 7, 2020. DOI: 10.3390/biom10070988.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Tokyo, v. 39. n. 10, p. 9925-9928, 1992.

NAJEEB, M.I.; SULTAN, M.T.H. Structural Health Monitoring: Sensing Device Technology in Recent Industrial Applications. In *Structural Health Monitoring System for Synthetic*,

Hybrid and Natural Fiber Composites; Jawaid, M., Hamdan, A., Hameed Sultan, M.T., Eds.; Springer: Singapore, pp. 1–8, 2020.

NILSON, E.A.F; ANDRADE, R.C.S; BRITO, D.A.; OLIVEIRA, M.L. Custos atribuíveis à obesidade, hipertensão e diabetes no sistema Único de saúde. *Revista Panamericana de Saúde Pública*, v. 43, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.32>

OLIVEIRA, A. S. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 15, n. 31, p. 69-79, 2019. DOI: 10.14393/Hygeia153248614

OLIVEIRA, T.L.P.S. Associação entre o grau de processamento dos alimentos, perfil nutricional da dieta, indicadores antropométricos de obesidade e pressão arterial em crianças. 96f. Dissertação (Mestrado em nutrição, atividade física e plasticidade fenotípica). Universidade Federal de Pernambuco, 2020.

OMS revela as principais causas de morte em todo o mundo entre 2000 e 2019. NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2019. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/104646-oms-revela-principais-causas-de-morte-e-incapacidade-em-todo-o-mundo-entre-2000-e-2019>>. Acesso em: 03/ 03/ 2022.

ORDÓNEZÁ, T.C.; CARLEA, L.; SCHWEIGGETA R.C. Bioaccessibility of carotenoids from plant and animal foods, *Journal Science Food Agric*, v. 99, p. 3220–3239, 2019. DOI: (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.9525.

OPARA, E. Culinary herbs and spices: what can human studies tell us about their role in the prevention of chronic non-communicable diseases?. *J Sci Food Agric*, V.99, P. 4511–4517, 2019. DOI: 10.1002/jsfa.9658.

OTHMANA, A.J.; VODOREZOVAA, E.S; MARDINI B, M.; HANANAC, M.B. Dataset for the content of bioactive components and phytonutrients of (*Ocimum basilicum* and *Brassica rapa*) microgreen. *Data in Brief*, vol. 40, p. 107737, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107737>

PIRES, A. ; MARQUES, C.R.; ENCARNAÇÃO, J.C.; BRANTES, A.M.; MARQUES, I.A.; LARANJO, M.; OLIVEIRA, R.; CASALTA-LOPE, J.; GONÇALVES, A.; SARMENTO-RIBEIRO, A.; BOTELHO, M.F. Ascorbic acid chemosensitizes colorectal cancer cells and synergistically inhibits tumor growth. *Frontiers in physiology*, v. 9, p. 911, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.009111>.

PHAM, N.D; MARTENS, W.; Karim MA, JOARDDER, M.U.H. Qualidade nutricional de materiais alimentares sensíveis ao calor na secagem convectiva de micro-ondas intermitente. *Food Nutrition Research*, vol. 62, n.10, 2018. DOI: 10.29219/fnr.v62.1292.

PRINSI, B.; MORGUTTI, S.; NEGRINI, N.; FAORO, F.; ESPEN, L. Insight into Composition of Bioactive Phenolic Compounds in Leaves and Flowers of Green and purple Brasil. *Plants*, v. 9, n. 22, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/103390/plants9010022>

PORTUGAL, C.C.; DA ENCARNAÇÃO, T.G.; SAGRILLO, M.A.; PEREIRA, M.R.; RELVAS, J.B; SOCODATO, R; PAES-DE CARVALHO, R. Activation of adenosine A3

receptors regulates vitamin C transport and redox balance in neurons. *Free Radic Biol Medicine*, v.1;n. 163, p.43-55, 2021. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2020.11.039. Epub 2020 Dez 8. 33307167.

RAJASEKAR, N. ; SIVANANTHAM, A.; RAVIKUMAR, V.; RAJASEKARAN, S. An overview on the role of plant-derived tannins for the treatment of lung cancer. *Phytochemistry*. V. 188, 2021. DOI: 10.1016/j.phytochem.2021.112799.

RAINA, A.P.; GUPTA, V. Chemotypic characterization of diversity in essential oil composition of *Ocimum* species and varieties from india. *Journal of Essential Oil Research*, v. 30, p. 1-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2018.1495109>

RAMOS, A.S; VERÇOSA, R.M; TEIXEIRA, S.M.L; TEIXEIRA-COSTA, B.E. Calcium oxalate content from two Amazonian amilaceous roots and the functional properties of their isolated starches. *Food Sci. Technol*, Campinas, 40(3): 705-711, 2020.

RASERA, G.B.; CASTRO, R.J.R. Germinação de grãos: uma revisão sistemática de como os processos bioquímicos envolvidos afetam o conteúdo e o perfil de compostos fenólicos e suas propriedades antioxidantes. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, v. 3, n. 1, p. 287-300, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31415/bjns.v3i1.90>.

ROBERTO, Poliana. Miranda. **Nutrientes e compostos bioativos de alecrim, manjeriçã e hortelã frescos, desidratados e de suas infusões quente e gelada.** 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2018.

RODRIGUE-AMAYA, D.B.A. A guide to Carotenoid Analysis in Foods. Washington, 2001. 64p.

UGBOGU, O. C; EMMANUEL; O. B; AGI, C.G.O. A review on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities of clove basil (*Ocimum gratissimum* L.). *Helyon*, v. 7, n.11, p. 1-17. 2021 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.helyon.2021.e08404>

VADIVELLOO, M.; PRINCIPATO, L.; MORWITZ, V.; MATTEI, J.; Sensory variety in shape and color influences fruit and vegetable intake, liking, and purchase intentions in some subsets of adults: a randomized pilot experiment. *Food Quality and Preference*. n. 71, p.301-310, 2019. DOI: 10.1016/j.foodqual.2018.08.002.

VERGARA, W, R, H.; YAMANARI, J.S.; ALMEIDA, J.N.P.; AKIEDA, M. Agricultura familiar: viabilidade econômico-financeira na produção de morangos e manjeriçã, *Exacta*, 19(1), p. 107-129, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.v19n1.8513>

SANTOS, P.D.F.; RUBIO, F.T.V; DA SILVA, M.P.; PINHO, L.S.; FAVARO-TRINDADE, C.S. Microencapsulation of carotenoid-rich materials: A review. *Food Res Int.*, 2021. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110571. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34399544.

SANTOS, O.V; STEPHANIE DIAS SOARES, S.D; VIEIRA, E.L.S; MARTINS, M.G; NASCIMENTO, F.C.A; TEIXEIRA-COSTA, B.E. Physicochemical properties and bioactive composition of the lyophilized *Acmella oleracea* power. *J Food Process Preserv.* 00:e15354. 1-8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15354>

SANTOS, O.V.; CUNHA, N. S. R.; DUARTE, S. P. A.; SOARES, S.D.; COSTA, R.S.; MENDES, P.M.; MARTINS, M.G.; NASCIMENTO, F. C. A.; FIGUEIRA, M. S.; TEIXEIRA-COSTA, B. E.. Determination of bioactive compounds obtained by the green extraction of taioba leaves (*Xanthosoma taioba*) on hydrothermal processing. *Food Science. Technology*, 42, e22422, 2022.

SARI, R.; CONTERNO, P.; DA SILVA, L.D.; DE LIMA, V.A.; OLDONI, T.L.C.; THOMÉ G.R.; CARPES, S.T. Extraction of Phenolic Compounds from *Tabernaemontana catharinensis* Leaves and Their Effect on Oxidative Stress Markers in Diabetic Rats. *Molecules*. v. 21 2020. DOI: 10.3390/molecules25102391. PMID: 32455579; PMCID: PMC7288081.

SCHWEIGGERT, R.M.; CARLE, R. Carotenoid deposition in plant and animal foods and its impact on bioavailability, *Critical reviews in Food Science and Nutrition*, 2017. DOI: 10.1080/10408398.2015.101275.

SIKORSK-ZIMNY, K.; LISIECKI, P.; GONCIARZ, W. Influence of agronomic practice on total phenols, carotenoids, chlorophylls, content and biological activities in dry herbs water macerates. *Molecules* 2021, 26(4), 1047; <https://doi.org/10.3390/molecules26041047>

SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P.; ALMEIDA, V.V.; MICHELS, R.N.; SAKANAKA, L.S.; TONIN, L.T.D. Parâmetros de qualidade físico-químicos e avaliação da atividade antioxidante de folhas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae) submetidas a diferentes processos de secagem. *Rev. Bras. Pl. Med.*, v.18, n.1, p.48-56, 2016. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_021

SIPOS, L.; BALÁZS, L.; SZÉKELY, G.; JUNG, A.; SÁROSI, S.; RADÁCSI, P.; CSAMBALIK, L. Optimization of basil (*Ocimum basilicum* L.) production in LED light environments – a review. *Scientia Horticulturae*, V. 289, P. 1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110486>

SMIRNOFF, N. Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. *Free Radical Biology e Medicine*., v. 122, p. 116-129, 2018. DOI:10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.033.

SOARES, V.G; PINTO, E.G.; OLIVEIRA, T.M. Teor De Compostos Fenólicos E Análises Físico-Químicas Em Diferentes Condimentos *In Natura* E Desidratado. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, V. 11, Nº 2, p. 859-862, 2021. DOI: 10.18378/REBAGRO.V12I2.881

SPOELSTRA-DE-MAN, A.M.E, ELBERS, P.W.G.; STRAATEN, H.M.O.V. “Vitamin C: should we supplement?. *Current opinion in critical care*, vol. 24, n.4, p.248-255, 2018. doi:10.1097/MCC.0000000000000510

SRIVASTAVA, S.; LAL, R.K; MAUYA, R. Chemical diversity of essential oil among basil genotypes (*Ocimum viride* Willd.) across the years. *Industrial Crops & Products*, v. 173, p.1-9,173 (2021) 114153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114153>

SUN, H.; CHEN, Y.; CHENG, M.; ZHANG, X.; ZHENG, X.; ZHANG, Z. The modulatory effect of polyphenols from green tea, oolong tea and black tea on human intestinal

microbota in vitro. Journal Food Science Technol, v. 55, p. 399-407, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2951-7>

STEPIERÍ, A. E.; GORZELANY, J.; MATLOK, N., LECH, K.; FIGIEL, A. . O efeito dos métodos de secagem no consumo de energia, potencial bioativo e cor das folhas secas de Rosa Rock Rose (*Cistus creticus*). Journal of food science and technology, v. 56(5), 2386-2394, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03656-2>

TEODOR, E.D.; UNGUREANU, O.; GATEAU, F.; RADU, G.L. The Potential of Flavonoids and Tannins from Medicinal Plants as Anticancer Agents. Anticancer Agents in Medicinal Chemistry. v. 20, n. 18, p. 2216-2227, 2020. DOI: 10.2174/1871520620666200516150829. PMID: 32416704.

TEOFILOVI, B.; LETI, N.G.; KARADZI, M.; KOVACEVI, S.; PONDUNAVAC-KUZMANOVI, S.; GLIGORI, E.; GADZURI, S. Analysis of functional ingredients and composition of *Ocimum basilicum*. Journal South African Journal of Botany, v. 141, p.227-234, 2021. DOI:10.1016/J.SAJB.2021.04.035.

THAMKAEW, G.; SJOHOLMj, I.; GALINDO, F.G. A review of drying methods for improving the quality of dried herbs. Critical Review in food science and nutrition, vol. 61, n. 11, p. 1763–1786, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1765309>.

TURGAY, O.; ESEN, Y. Antioxidant, total phenolic, ascorbic acid and color changes of *Ocimum bacilicum* L. by sun and microwave drying. Food and Health, vol. 6, n.2, p. 110-116, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3153/FH20012>

ULLAHA, S.; RAUFA, N.; HUSSAINB, A.; SHEIKHA, I.; FAROOQA, M. HPLC profile of phenolic acids and flavonoids of *Ocimum sanctum* and *O. basilicum*. International Journal of plant based pharmaceuticals, vol. 2, p. 205-209, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/ijpbp.1>.

VIEIRA, C.B.S; ORLANDA, J.S.F. Antioxidant and photoprotective activity of ethanol extract *Ocimum gratissimum*L. (alfavaca, Lamiaceae). Revista Cubana de plantas medicinales, Vol. 23, n. 3, 2018. Disponível em:<[em:http://revplantasmedicinales.sld/index.php/pla/article/view/626](http://revplantasmedicinales.sld/index.php/pla/article/view/626)>

VIERA, I.; PÉREZ-GÁLVEZ, A.; ROCA, M. Green natural colorantes, Molecules, vol. 24, p. 2-17, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24010154>.

YABUZAKI, J. Carotenoids Database: structures, chemical fingerprints and distribution among organisms. Database (Oxford). V. 1, 2017. DOI: 10.1093/database/bax004

YOPLAC, G.D.; MESTANZA, D.M.; ASTECKER, L.D.M.; CAYO-COLCA, I.S.; CASTRO-ALAYO, E. M. Kinetics Drying of Blackberry Bagasse and Degradation of Anthocyanins and Bioactive Properties. Antioxidants (Basel, Switzerland) v. 10, n.4, p.1-12, 2021. DOI:10.3390/antiox10040548

WANG, Y.T.; YANG, C.H.; HUANG, K.S; SHAW, J.F. Chlorophyllides: Preparation, Purification, and Application. Biomolecules. v. 11(8), p. 1115, 2021.. DOI:10.3390/biom11081115

WEN, K.; FANG, X.; YANG, J.; YAO, Y.; NANDAKUMAR, K.S.; SALEM, M.L.; CHENG, K. Recent Research on Flavonoids and their Biomedical Applications. *Curr Med Chem*. V. 28, p. 1042-1066, 2021. DOI: 10.2174/0929867327666200713184138.

ZHAOA, C.; LIUA, Y; LAIA, S. Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 85, p. 55–66, 2019. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.004>

ZAKARYAN, H.; ARABYAN, E., ZANDI, K. Flavonoids: promising natural compounds against viral infections. *Nature Public health emergency collection*. 2017 v. 162(9), p.2539-2551, 2017. DOI: 10.1007/s00705-017-3417-y.

ZHANG, M., CHEN, H.; MUJUNDAR, A.S.; TANG, J.; MIAO, S.; WANG, Y. Recent Development in high-quality drying Of vegetables, fruits and aquatic products. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 57, n. 6, p. 1239-1255, 2017.