

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO-REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE AGRONOMIA**

RENDIMENTO PÓS-SECAGEM DE PLANTAS MEDICINAIS.

FREDERICO ELMIRO GEWEHR

Goiânia/GO

2024

FREDERICO ELMIRO GEWEHR

RENDIMENTO PÓS-SECAGEM DE PLANTAS MEDICINAIS.

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Martha Nascimento Castro
Co-orientadora: Dr^a Cristiane Rachel de Paiva Felipe

Goiânia/GO

2024

FREDERICO ELMIRO GEWEHR

RENDIMENTO PÓS-SECAGEM DE PLANTAS MEDICINAIS.

BANCA EXAMINADORA

Membro I (Prof. Ariston Alves Afonso)
PUC Goiás

Membro II (Prof. Luciana Casaletti)
PUC Goiás

Aprovada em ___/___/___.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estufa utilizado para a secagem das plantas usadas no experimento. ...	22
Figura 2 – Amostras dispostas em bandejas.....	22
Figura 3 – Capim-cidreira após a secagem.....	36
Figura 4 – Hortelã-pimenta após a secagem.....	36
Figura 5 – Ora-pró-nóbis após a secagem.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perda de massa ao longo do tempo	25
Tabela 2 – Análise estatística da perda de peso por espécie	26
Tabela 3 – Rendimento final das espécies	27
Tabela 4 – Testes de normalidade por espécie	29
Tabela 5 – Homogeneidade das variâncias	30
Tabela 6 – Testes não paramétricos (Kruskal-Wallis e Dunn), diferenças entre espécies	31
Tabela 7 – Testes Não Paramétricos (Kruskal-Wallis e Dunn), diferenças entre períodos de secagem	33
Tabela 8 – Alterações físicas nas espécies após secagem	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	Legislação	12
3.2	Organização	13
3.3	Qualidade	14
3.4	Fatores externos que influem no cultivo e na produção de princípios ativos ...	14
3.5	Identidade das plantas	16
3.6	Tecnologia	16
3.7	Boas práticas agrícolas para plantas medicinais	17
3.8	Características botânicas e propriedades medicinais das espécies estudadas	18
3.9	Rendimento pós-secagem e preservação de compostos bioativos	19
3.9.1	A Importância da secagem no processamento de plantas medicinais	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Avaliar a perda de massa nas espécies ora-pro-nóbis, insulina vegetal, capim-cidreira e hortelã-pimenta após o processo de secagem	23
4.2	Identificar as variações na apresentação física dos produtos após a secagem e suas possíveis implicações na qualidade final	23
4.3	Comparar o rendimento pós-secagem entre as espécies, verificando a previsão econômica de cada uma em relação ao processo de secagem	23
4.4	Propor recomendações para melhorar as técnicas de secagem, buscando melhorar a qualidade e o aproveitamento dos produtos	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	Avaliação da perda de massa nas espécies após o processo de secagem	25
5.2	Variações na apresentação física e implicações na qualidade final	26
5.3	Influência da secagem na retenção de propriedades terapêuticas	28
5.4	Comparação do rendimento pós-secagem entre as espécies	28
5.4.1	Análise estatística dos pesos	28
5.5	Variações Físicas Observadas	34
5.6	Recomendações para melhorar as técnicas de secagem	38
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

Rendimento pós-secagem de plantas medicinais

Frederico Elmiro Gewehr¹, Martha Nascimento Castro²;
Cristiane Rachel de Paiva Felipe³
Pontifícia universidade católica de Goiás
Escola Politécnica e de Artes
Curso de Agronomia

RESUMO

O trabalho investigou o rendimento pós-secagem de quatro espécies medicinais ora-pro-nóbis (*Pereskia grandifolia* Haw), insulina vegetal (*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & CEJarvis), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.). A pesquisa aborda desde a coleta e preparo das plantas até a análise dos impactos da secagem em suas características físicas, rendimento. Os resultados mostram que a secagem, essencial para conservar as espécies, teve impacto variado entre as espécies. O capim-cidreira apresentou maior estabilidade na estrutura e cor, sendo economicamente viável, enquanto a insulina vegetal registrou maior perda de massa. Alterações na textura e coloração foram significativas na hortelã-pimenta e ora-pro-nóbis, sugerindo degradação dos compostos de cada planta. A análise estatística confirmou diferenças significativas na perda de peso entre as espécies e períodos de secagem, mas não entre os intervalos de tempo. Recomendações incluem ajustes nas condições de secagem, como temperaturas menores para preservar compostos sensíveis, além de uniformizar o manuseio e explorar métodos alternativos, como a secagem ao ar livre controlada. Esses aprimoramentos podem melhorar a qualidade final e o aproveitamento econômico das plantas.

Palavras-chave: Pós-colheita; compostos bioativos; capim-cidreira; hortelã-pimenta; insulina vegetal; ora-pro-nóbis.

Post-drying yield of medicinal plants.

ABSTRACT

The study investigated the post-drying yield of four medicinal species: ora-pro-nobis (*Pereskia grandifolia* Haw), plant insulin (*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E.Jarvis), lemongrass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) and peppermint (*Mentha piperita* L.). The research covers everything from the collection and preparation of the plants to the analysis of the impacts of drying on their physical characteristics, yield and therapeutic properties. The results show that drying, essential to preserve the compounds, had a varied impact among the species. Lemongrass showed greater stability in structure and color, being economically viable, while plant insulin showed greater weight loss. Changes in texture and color were significant in peppermint and ora-pro-nobis, suggesting degradation of the compounds of each plant. Statistical analysis confirmed significant differences in weight loss among the species and drying periods, but not between the time intervals. Recommendations include adjustments to drying conditions, such as lower temperatures to preserve sensitive compounds, as well as standardizing handling and exploring alternative methods, such as controlled air drying. These improvements can improve the final quality and economic use of the plants.

Keywords: post-harvesting; bioactive compounds; lemongrass; peppermint; plant insulin; ora-pro-nóbis.

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais têm sido uma parte essencial das práticas terapêuticas ao longo da história, assumindo um papel relevante em várias culturas ao redor do mundo (COSTA, 2023). No Brasil, a rica biodiversidade oferece uma ampla gama de espécies com propriedades terapêuticas, tornando o país um dos principais centros para o estudo e uso dessas plantas (COSTA, 2021). Com o aumento da demanda global por produtos naturais e fitoterápicos, torna-se cada vez mais importante estudar e aprimorar as etapas de produção dessas plantas, desde o cultivo até o processamento final (ARAÚJO, 2020).

O incentivo oficial ao uso de plantas medicinais ganhou destaque com a reunião da Organização Mundial da Saúde em 1977, que resultou na Declaração de Chiang Mai e estabeleceu o lema "Salvem plantas que salvam vidas" (BRITTO, 2015). Contudo, o uso dessas plantas já era comum antes disso (JUNIOR, 2009). Para muitos, especialmente em comunidades com menor acesso à saúde, as plantas medicinais eram uma opção essencial. Estima-se que 80% da população mundial dependa da medicina tradicional para atender suas necessidades básicas de saúde, utilizando espécies tanto nativas quanto exóticas, trazidas por diferentes fluxos migratórios (BRANDÃO, 2014).

O Brasil, com uma das maiores biodiversidades do mundo, abriga cerca de 10% das espécies de organismos catalogados, incluindo aproximadamente 55.000 espécies de plantas superiores (JUNIOR, 2009). O uso de plantas para cuidados básicos de saúde tem forte tradição entre os brasileiros (COSSATIS, 2015). Estudos científicos têm comprovado os efeitos terapêuticos de plantas já utilizadas pela população, validando o uso dessas espécies como alternativa para enfrentar os altos preços dos medicamentos e reduzir a dependência externa, além de promover uma opção terapêutica acessível. A demanda por plantas que produzem corantes e aromas naturais também tem crescido (JUNIOR, 2009).

Entretanto, o fornecimento de matéria-prima proveniente de plantas medicinais, aromáticas e condimentares enfrenta riscos (SANTOS, 2018). As áreas naturais onde essas plantas crescem estão cada vez mais reduzidas devido ao desmatamento, expansão agrícola e urbanização (JUNIOR, 2009). Além disso, a área cultivada ainda é insuficiente para suprir a demanda, colocando em risco certas espécies populares de ocorrência limitada na natureza (FIGUEIREDO, 2012). Cientistas, indústrias e

organizações ambientais concordam que uma solução para reduzir a pressão sobre o meio ambiente e preservar os recursos genéticos é desenvolver sistemas de cultivo sustentável, com base em pesquisas agronômicas, que garantam a produção de matéria-prima de qualidade em quantidade adequada (JUNIOR, 2009).

O rendimento das plantas medicinais após a secagem é um fator crucial para a qualidade dos produtos e a viabilidade econômica do cultivo. A secagem é uma etapa essencial do beneficiamento, pois preserva os compostos ativos que conferem às plantas suas propriedades terapêuticas (ABRANCHES, 2015). No entanto, esse processo pode influenciar significativamente a concentração de compostos bioativos, como flavonoides, alcaloides e óleos essenciais, podendo diminuir ou alterar o efeito esperado dessas plantas (BONADIMAN, 2021).

2 OBJETIVO

Investigar o rendimento pós-secagem das espécies ora-pro-nóbis (*Pereskia grandifolia Haw*), insulina vegetal (*Cissus verticillata (L.) Nicolson & CEJarvis*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus (DC.) Stapf*) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita L.*).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As plantas medicinais têm sido uma fonte fundamental de tratamento para diversas doenças, especialmente em áreas onde o acesso a medicamentos convencionais é limitado. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 1988, essas plantas, incluindo as aromáticas e condimentares, desempenham um papel importante na medicina tradicional e representam uma oportunidade econômica significativa para pequenos e médios produtores (SILVA, 2024).

No Brasil, o cultivo de plantas medicinais está associado a práticas sustentáveis e ao uso consciente dos recursos naturais (ALMEIDA, 2017). Espécies como o capim-cidreira, por exemplo, têm grande demanda tanto no mercado interno quanto no externo, em razão de suas propriedades terapêuticas e da popularidade de produtos naturais (PEREIRA, 2022).

A flora brasileira é composta por diversas espécies, sejam nativas ou exóticas, que apresentam potencial de uso em diferentes formas (CORADIN, 2011). Nesse cenário, as plantas medicinais têm atraído cada vez mais interesse de pesquisadores e da população, que buscam explorar as potencialidades da flora, especialmente no Brasil, reconhecido por sua rica biodiversidade (DE SOUZA, 2009).

De Souza (2009) destaca que a relação entre o conhecimento popular e o conhecimento científico sobre plantas medicinais pode ser vista sob uma perspectiva dialética, valorizando o etnoconhecimento. Enquanto o conhecimento popular é fundamentado na experiência prática e na resolução de problemas do dia a dia, o conhecimento científico baseia-se em teorias e experimentações rigorosas, aceitas pela comunidade científica (DOS SANTOS VERDAM, 2010).

O método científico apoia-se em hipóteses que são testadas e validadas por meio de experimentação (CASTRO et al., 2001). Bragança (1996) afirma que a história dos medicamentos mostra que a pesquisa com plantas medicinais, muitas

vezes, começa para comprovar usos populares e, ao longo dos estudos, revela propriedades ainda mais importantes. Ele também ressalta que a medicina tradicional continua sendo o único recurso terapêutico disponível para muitos em países em desenvolvimento. Praticantes da medicina tradicional e nativos frequentemente usam plantas e ervas medicinais na elaboração de remédios.

O conhecimento empírico sobre o uso de plantas medicinais tem sido transmitido por gerações, desde civilizações antigas até os dias atuais, tornando-se uma prática comum na medicina popular (TRESVENZOL, 2006). Hoje, o uso dessas plantas não é exclusivo das áreas rurais ou de regiões com acesso restrito a serviços de saúde, mas também se expande para áreas urbanas, onde são utilizadas como uma alternativa ou complemento aos tratamentos convencionais, conforme apontado por Borba & Macedo (2006).

Peigen (1981) observa que características como a eficácia terapêutica, baixa toxicidade e mínimos efeitos colaterais têm feito com que as plantas medicinais e seus preparos sejam amplamente aceitos na China e em outros lugares.

3.1 Legislação

É essencial que os interessados em atuar no mercado de plantas medicinais estejam informados e cumpram as normas legais pertinentes (STREMEL, 2016). A organização e a sistematização das leis referentes à coleta, produção e comercialização dessas plantas têm sido frequentemente discutidas e revisadas, já que a regulamentação específica é pouco abordada diretamente, tem divulgação limitada e pode ser interpretada de maneiras distintas dependendo da região (ORNELAS, 2021).

Além das obrigações trabalhistas e tributárias, é importante observar duas outras áreas legais: a legislação ambiental, que regula a coleta, comercialização e industrialização de espécies nativas e o manejo sustentável em seus habitats, e a legislação sanitária, que define as normas para a comercialização de plantas medicinais como alimentos ou medicamentos no varejo (JUNIOR, 2009).

As informações sobre essas legislações podem ser obtidas diretamente em órgãos ambientais estaduais e nas Secretarias de Saúde, por meio dos Serviços de Vigilância Sanitária (STREMEL, 2016). Também é possível consultar o site da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e outras plataformas especializadas em

legislação. Para atividades de importação e exportação, é necessário obter orientações junto ao Banco do Brasil e ao Ministério da Agricultura.

3.2 Organização

Para competir de maneira eficaz no mercado de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, é essencial uma gestão estratégica e bem organizada, que integre todas as fases do processo produtivo e comercial, garantindo qualidade e regularidade nos produtos oferecidos (JUNIOR, 2009). Esse mercado é caracterizado por uma alta dinâmica e concentração, demandando dos gestores não apenas habilidades gerenciais robustas, mas também uma capacidade constante de adaptação e inovação para atender às expectativas do consumidor e das regulamentações vigentes (SILVA, 2018).

Um dos desafios desse setor é a necessidade de atualização constante. Com o mercado global em expansão, a competitividade exige que empresas e produtores estejam em contato frequente com compradores, tanto nacionais quanto internacionais, para compreender as variações de demanda e ajustar suas estratégias conforme as mudanças de consumo (JUNIOR, 2009). Segundo Costa (2021), "a capacidade de antecipar tendências de mercado e responder rapidamente às flutuações de consumo é um diferencial fundamental para quem deseja se destacar nesse setor". Além disso, a busca por certificações de qualidade e o cumprimento de legislações locais e internacionais são cada vez mais valorizados, uma vez que agregam valor ao produto e aumentam a confiança do consumidor (ORNELAS, 2021).

Outro ponto crucial é a construção de uma rede de contatos sólida com potenciais compradores, uma vez que a comunicação contínua permite a antecipação de variações de mercado, como períodos de alta ou baixa demanda. "A relação com compradores e parceiros comerciais é um dos principais ativos para empresas que querem se manter competitivas e sustentáveis no mercado de plantas medicinais", afirma Almeida (2017). Essa rede de contatos, aliada ao monitoramento das tendências de consumo e ao ajuste das operações de acordo com a sazonalidade e as preferências do mercado, é um dos fatores de sucesso para esse setor.

A inovação na produção e nos processos comerciais também se torna essencial para a competitividade. De acordo com Pereira (2022), a capacidade de introduzir melhorias na cadeia produtiva, seja no manejo sustentável ou nas

tecnologias de beneficiamento, permite que os produtos se destaquem pela qualidade e atendam às exigências crescentes dos consumidores por alternativas naturais e seguras.

3.3 Qualidade

Grande parte das plantas medicinais comercializadas, tanto *in natura* quanto embaladas, não atende aos padrões de qualidade recomendados. Assim, os produtos consumidos pela população, especialmente em áreas urbanas, muitas vezes não apresentam as propriedades terapêuticas e aromáticas esperadas, além de poderem estar contaminados por impurezas como terra, areia, resíduos animais, outras plantas e coliformes fecais (OLIVEIRA, 2016; JUNIOR, 2009).

Essa situação decorre da baixa exigência dos consumidores em relação à qualidade e da fiscalização ainda insuficiente por parte dos órgãos reguladores. Esse cenário faz com que os compradores paguem valores menores, o que leva os produtores a oferecerem produtos de baixa qualidade, criando um ciclo vicioso de desvalorização e desqualificação do produto final (JUNIOR, 2009).

No entanto, o perfil do consumidor de plantas medicinais está mudando, com uma demanda crescente por produtos de qualidade superior (PEREIRA, 2024). Para atender a essas novas expectativas, torna-se essencial a implementação de práticas agrícolas adequadas, desde o cultivo até o beneficiamento e armazenamento. Particularmente no caso das plantas medicinais, é necessário considerar cuidados específicos antes do plantio, como as necessidades particulares das espécies para garantir a qualidade e a eficácia terapêutica do produto (COELHO-FERREIRA, 2020).

3.4 Fatores externos que influem no cultivo e na produção de princípios ativos

O valor das plantas medicinais, aromáticas e condimentares está diretamente ligado aos compostos químicos que produzem, conhecidos como princípios ativos. Esses compostos são a base para a eficácia terapêutica das plantas, e, por isso, o objetivo do cultivo é obter folhas, flores, raízes ou cascas que contenham uma concentração apropriada desses princípios (SILVA, 2021).

Os fatores ambientais desempenham um papel fundamental na síntese desses compostos. Altitude, latitude, temperatura, umidade do ar, duração do dia, tipo de solo,

disponibilidade de água e nutrientes são elementos que influenciam diretamente a produção de princípios ativos em uma planta. Não basta, portanto, que uma espécie cresça em uma região para que seu conteúdo químico atenda às exigências do mercado; esses fatores ambientais atuam de forma interdependente e podem variar o teor dos princípios ativos (OLIVEIRA, 2018). Como afirma Souza (2020), "a qualidade terapêutica de uma planta depende de uma combinação complexa de fatores ambientais e práticas agrícolas".

A germinação das sementes pode ser influenciada pela luz, e algumas espécies, como a camomila (*Chamomilla recutita*), a erva-de-santa-maria (*Chenopodium ambrosioides*) e a tanchagem (*Plantago spp.*), amostras de luminosidade para germinar (PAULERT, 2019). Para essas espécies, o plantio deve ser feito sem cobri-las com solo, garantindo a exposição necessária. Além disso, o excesso de água pode reduzir a produção de alcaloides em algumas plantas, como as solanáceas (*Datura* e *Atropa*), diminuindo sua qualidade e valor comercial (CARVALHO, 2019).

Embora o solo e o clima não possam ser controlados diretamente, é possível otimizar o cultivo das plantas medicinais escolhendo espécies adequadas para cada ambiente e planejando a época de plantio, além de corrigir e adubar o solo para atender às necessidades nutricionais das plantas (SANTOS, 2016). Conforme explica Nogueira (2017), "a adequação das práticas agrícolas às condições ambientais é crucial para alcançar alta produtividade e qualidade nos cultivos de plantas medicinais".

A forma de plantio, os cuidados com a cultura e as práticas fitossanitárias são decisivos para o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, para sua produtividade (DICKMANN, 2019). Outros fatores técnicos, como a época e o método de colheita, transporte, secagem e armazenamento, também devem ser ajustados às características de cada espécie e dos compostos ativos que produzem (FERREIRA, 2020). Como afirma Oliveira (2018), "os detalhes do manejo pós-colheita influenciam diretamente na conservação dos princípios ativos e, portanto, na qualidade final do produto".

O mercado exerce uma grande influência sobre o cultivo de plantas medicinais, definindo quais espécies são mais procuradas e até quais tecnologias de cultivo podem ser economicamente viáveis. A decisão dos produtores sobre quais espécies

cultivar e as tecnologias a empregar depende, em grande parte, do valor de mercado atribuído ao produto final (SOUZA, 2020).

3.5 Identidade das plantas

O tratamento das plantas medicinais deve sempre ser feito pelo nome científico, uma vez que os nomes populares podem variar de região para região, o que pode gerar confusão e até enganos no uso de espécies com propriedades terapêuticas ou toxicológicas distintas. Por exemplo, o nome popular "erva-cidreira" é utilizado para designar três plantas diferentes: *Cymbopogon citratus*, *Melissa officinalis* e *Lippia alba*, que, apesar de compartilharem o nome comum, possuem propriedades terapêuticas e compostos químicos variados (ALMEIDA, 2017).

A identificação botânica correta das espécies cultivadas é fundamental para garantir a eficácia e segurança no uso das plantas medicinais (PEDROSO, 2021). Como enfatiza Costa (2021), "a precisão na identificação botânica é crucial para evitar o uso inadequado de espécies e garantir que suas propriedades terapêuticas sejam respeitadas". Além disso, manter um viveiro com espécies adaptadas às condições locais garante a disponibilidade contínua de material de propagação de qualidade, com identidade botânica assegurada. Esse cuidado favorece não só a previsão econômica, mas também a preservação das qualidades terapêuticas dos produtos (SOUZA, 2020).

Seguindo essas práticas, os produtores de plantas medicinais podem garantir que suas culturas atendam aos padrões do mercado e regulamentações sanitárias, garantindo também a proteção e a segurança do produto final (LEMOS, 2021).

3.6 Tecnologia

Além da infraestrutura de cultivo convencional, é essencial que o produtor disponha de uma unidade específica para secagem e armazenagem, garantindo assim a manutenção da qualidade das plantas durante todas as etapas do processo. De acordo com Santos (2018), "um controle adequado das condições de secagem e armazenamento é fundamental para preservar os princípios ativos das plantas medicinais e assegurar seu valor terapêutico". Dada a diversidade de espécies com as quais os produtores lidam, é importante que estejam constantemente em busca de

novas técnicas ou aprimorando as já existentes, adaptando-se às necessidades específicas de cada planta e mercado (PEREIRA, 2022).

A produção de plantas medicinais demanda um alto volume de mão de obra, mas, atualmente, máquinas e equipamentos estão sendo desenvolvidos ou adaptados para mecanizar as etapas do cultivo e do processamento, sempre que possível. Segundo Nogueira (2017), "a mecanização é uma tendência crescente, especialmente em atividades repetitivas, o que permite aos produtores melhorar a eficiência e reduzir custos operacionais". A criatividade e a adaptação dos produtores ao utilizar máquinas originalmente destinadas a outras culturas têm sido um diferencial importante nesse processo de inovação.

3.7 Boas práticas agrícolas para plantas medicinais

As boas práticas agrícolas (**BPA**) promovem uma agricultura sustentável nos âmbitos técnico, ambiental, social e econômico. A preocupação crescente com os impactos negativos de um modelo agrícola intensivo em máquinas e insumos químicos levou à incorporação de questões ambientais e sociais nas práticas agrícolas, especialmente frente à inviabilização econômica das pequenas propriedades e seus impactos na sustentabilidade rural (SILVA, 2018).

O cultivo de plantas medicinais surge como uma alternativa sustentável para a agricultura familiar. Com baixo custo de produção, pouca mecanização e alto rendimento por área, essas culturas oferecem oportunidade de renda ao longo do ano, além de diversificar atividades agrícolas e gerar benefícios econômicos e sociais (COSTA, 2021).

A adoção de sistemas de produção sustentáveis também permite agregar valor ao produto final, desde que práticas agrícolas responsáveis sigam as diretrizes para atender às demandas de aceleração e consumidores. Sa (2014) destaca que o BPA torna a produção agrícola mais eficiente e compatível com o mercado, preservando a qualidade ambiental. Contudo, é essencial revisar as práticas regularmente para acompanhar as atualizações das normativas sanitárias nacionais e internacionais.

As BPA abrangem o cultivo, processamento e armazenamento, priorizando a higiene para reduzir a carga microbiana e garantir a qualidade da matéria-prima. Souza e cols. (2020) ressalta que essas diretrizes são fundamentais para todos os

envolvidos no processo produtivo, garantindo um produto seguro e adequado ao mercado.

3.8 Características botânicas e propriedades medicinais das espécies estudadas

A *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis), planta da família Cactaceae, é amplamente distribuída no Brasil, especialmente entre a Bahia e o Rio Grande do Sul (DE SOUZA, 2024). É valorizada por suas aplicações alimentícias, medicinais e ornamentais (COELHO-FERREIRA, 2020). Rica em proteínas (17% a 29%), ferro e outros nutrientes, suas folhas são utilizadas em dietas e produtos alimentícios, como farinhas para pães e bolos (BISSACOTTI, 2016). Na medicina popular, é conhecida por tratar inflamações e auxiliar na recuperação de queimaduras, além de atuar como expectorante (COELHO-FERREIRA, 2020). Devido à resistência e baixo custo de produção, é uma alternativa viável para a agricultura familiar (SILVA, 2022).

A *Cissus verticillata* (insulina vegetal) é uma planta escandente com distribuição neotropical, encontrada na Flórida à Argentina e no Brasil (POTT & POTT, 1994). É popular por suas propriedades hipoglicemiantes, devido à presença de polissacarídeos, e por ser usado para tratar diabetes e problemas hepáticos, entre outros (DE AQUINO COSTA, 2020). Suas folhas são aplicadas externamente para reumatismos e abscessos, enquanto infusões de folhas e caule são consumidas para propriedades anticonvulsivantes e antidiabéticas (CORRÊA, 1926; POTT & POTT, 1994).

A *Mentha piperita* (hortelã-pimenta) é uma planta herbácea da família Lamiaceae, originária da Europa e implementada no Brasil durante o período colonial (ALMEIDA et al., 1994). Cultivada para seu alto rendimento de óleos essenciais, é usada para tratar distúrbios gastrointestinais e problemas respiratórios (LIMA et al., 2001; CORRÊA, 1926). A planta é valorizada na indústria de alimentos e cosméticos (LORENZI, 2000). No entanto, o uso do seu óleo essencial é contraindicado para bebês e pessoas com cálculos biliares (ALMEIDA et al., 1994).

O *Cymbopogon citratus* (capim-cidreira), originário da Índia, pertence à família Poaceae e é cultivado no Brasil para fins medicinais e aromáticos (CARVALHO, 2021). Adaptável a climas quentes, a planta é rica em compostos como citral e

limoneno. Recomenda-se a produção orgânica, sem agrotóxicos, para garantir um cultivo sustentável e de alta qualidade (PAULERT, 2019).

3.9 Rendimento pós-secagem e preservação de compostos bioativos

O rendimento pós-secagem é um fator crucial no processamento de plantas medicinais, pois impacta diretamente na preservação de seus compostos bioativos, que são responsáveis por suas propriedades terapêuticas. Estudos indicam que a perda de massa durante a secagem pode variar significativamente, alcançando entre 60% e 80%, dependendo da parte da planta e do método utilizado (JUNIOR, 2009). Este processo não apenas reduz o peso da planta, mas também afeta a concentração de compostos como flavonoides, alcaloides e óleos essenciais, substâncias que conferem aos vegetais suas propriedades medicinais e aromáticas.

Existem vários métodos de secagem, como ao ar livre, em estufas e a liofilização, e a escolha do método mais apropriado depende das características específicas da planta e do objetivo final do produto (FALIERS, 2016). A secagem em estufas, por exemplo, quando realizada em temperaturas controladas, pode ser mais eficaz na preservação dos compostos bioativos, evitando a degradação térmica dos óleos essenciais e outros ativos (CORRÊA et al., 2010). Embora a secagem ao sol seja uma alternativa mais econômica, ela pode resultar na perda de compostos voláteis sensíveis à luz e ao calor excessivo, prejudicando a qualidade final do produto. Assim, o controle rigoroso das condições de secagem é fundamental para garantir que as plantas medicinais mantenham suas propriedades terapêuticas e atendam às exigências dos mercados farmacêutico e cosmético (MARTINAZZO, 2006).

3.9.1 A Importância da secagem no processamento de plantas medicinais

A secagem é uma etapa fundamental no processo de preparo de plantas medicinais, sendo responsável pela remoção da umidade, o que previne a proliferação de microrganismos e possibilita o armazenamento prolongado da matéria-prima (LÓPEZ, 2024). De acordo com Silva (2019), quando realizada de maneira adequada, a secagem não apenas preserva a qualidade da planta, mas também impede a degradação de seus compostos ativos. Existem diversos métodos de secagem, como a secagem ao ar livre, em estufa e por liofilização, e a escolha de cada um influencia

diretamente na concentração de metabólitos secundários, como flavonoides e óleos essenciais, presentes nas plantas (CASTRO, 2020).

A secagem é essencial para a maioria das plantas medicinais, aromáticas e condimentares, pois ajuda a estabilizar o metabolismo da planta, impedindo a ação das enzimas que poderiam degradar os princípios ativos presentes (CORRÊA Jr. et al., 1991; HEWRTWIG, 1991). Um exemplo disso é a obtenção do óleo essencial de pimenta longa, onde foi observado que a extração do óleo é mais eficiente após a redução da umidade da planta. Fatores como a temperatura do ar de secagem, a velocidade do ar e o tempo de secagem foram determinantes, já que teores de umidade superiores a 30% podem dificultar o processo de separação entre óleo e água, resultando em menor rendimento (MAIÁ e SILVA, 1995).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a outubro de 2024, com todas as etapas realizadas nas dependências do instituto de inovação para o desenvolvimento rural sustentável – EMATER-GO, incluindo preparação e colheita das plantas bioativas. O material foi obtido do Horto localizado nas imediações da EMATER-GO.

As espécies ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), insulina vegetal (*Costus igneus*), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) e hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) foram colhidas manualmente e cuidadosamente selecionadas. Em seguida, as plantas foram transportadas para o laboratório de lavagem da EMATER-GO, onde iniciou-se o processo de descontaminação. Este processo incluiu um triplice lavagem em água corrente, remoção de folhas e materiais indesejáveis, imersão em solução de hipoclorito de sódio e, por fim, um enxágue com água desmineralizada.

Para a condução do experimento, os tratamentos foram organizados em 5 repetições, com 100 gramas de material de cada espécie de cada espécie por repetição. Durante o experimento, foi monitorado o processo de desidratação das plantas, registrando-se o rendimento (peso/dia) de cada repetição.

Após a lavagem e pesagem inicial, as amostras foram dispostas em bandejas e colocadas em uma estufa de circulação forçada, mantida a uma temperatura entre 40°C e 43°C. As amostras foram pesadas em uma balança de precisão ao longo dos períodos de 24, 48, 72 e 96 horas, para monitorar a perda de peso durante a secagem (Figura 1 e 2).

Figura 1 – Estufa utilizado para a secagem das plantas usadas no experimento.



Fonte: AUTOR, 2024.

Figura 2 – Amostras dispostas em bandejas.



Fonte: AUTOR, 2024.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com 4 tratamentos (espécies) e 5 repetições para cada tratamento, avaliando cada assunto seguinte:

4.1 Avaliar a perda de massa nas espécies ora-pro-nóbis, insulina vegetal, capim-cidreira e hortelã-pimenta após o processo de secagem

A perda de massa foi monitorada durante o processo de secagem das quatro espécies, com o objetivo de quantificar a redução de peso e determinar o efeito da temperatura e do tempo de secagem sobre as características físico-químicas das plantas. Para isso, serão realizadas pesagens periódicas em intervalos de 24, 48, 72 e 96 horas, utilizando uma balança de precisão. A avaliação da perda de massa ajudará a entender o comportamento de cada espécie em relação à evaporação da água e sua capacidade de manter seus constituintes bioativos após a secagem.

4.2 Identificar as variações na apresentação física dos produtos após a secagem e suas possíveis implicações na qualidade final

Foi realizada uma análise visual e tátil das amostras antes e após a secagem para identificar alterações físicas, como mudanças na coloração, textura e integridade das folhas. As variações observadas foram correlacionadas com a qualidade final das plantas, considerando parâmetros como o aspecto geral e a aparência das folhas secas. Essas observações contribuirão para uma compreensão mais aprofundada das implicações das variações físicas na qualidade final do produto, influenciando sua aceitação para uso terapêutico e comercial.

4.3 Comparar o rendimento pós-secagem entre as espécies, verificando a previsão econômica de cada uma em relação ao processo de secagem

Foi realizada uma comparação entre o rendimento final de cada espécie após o processo de secagem, com o objetivo de identificar qual delas apresenta o melhor aproveitamento de material e menor perda de massa. A análise foi conduzida a partir da relação entre a quantidade de matéria-prima utilizada e o peso final das amostras secas. Além disso, foi realizada uma previsão econômica para cada espécie, levando em consideração o custo do processo de secagem, o tempo necessário e a

quantidade de produto obtido. Isso permitiu determinar quais espécies são mais viáveis economicamente para uso comercial.

4.4 Propor recomendações para melhorar as técnicas de secagem, buscando melhorar a qualidade e o aproveitamento dos produtos

Com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores, foram elaboradas recomendações para otimizar o processo de secagem das espécies estudadas. Estas recomendações incluem ajustes nas condições de temperatura, umidade e tempo de secagem, visando reduzir as perdas de compostos bioativos e melhorar a qualidade física das plantas. Também foi sugeridas possíveis alternativas de secagem, como secagem ao sol, secagem em estufas com controle de temperatura ou secagem por métodos alternativos, com o intuito de aumentar a eficiência do processo e preservar as propriedades terapêuticas das plantas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da perda de massa nas espécies após o processo de secagem

A Tabela 1 apresenta os dados de perda de massa das espécies ao longo do tempo, incluindo a redução de peso após 24h, 48h, 72h e 96h de secagem. A perda total foi calculada pela diferença entre o peso inicial e o peso final (após 96h). Além disso, a perda total em porcentagem foi determinada em relação ao peso inicial. A análise estatística mostrou diferenças significativas entre as medianas dos tratamentos (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$) e dos períodos de secagem (Kruskal-Wallis, $p = 0,048$).

Tabela 1 – Perda de massa ao longo do tempo

Espécie	Peso Inicial (g)	Peso 24h (g)	Peso 48h (g)	Peso 72h (g)	Peso 96h (g)	Perda Total (g)	Perda Total (%)
Capim-cidreira	100	22,48	22,46	22,44	22,4	77,6	77,6%
Hortelã-pimenta	100	15,12	14,68	14,68	14,68	85,32	85,32%
Insulina vegetal	100	12,3	11,96	11,96	11,96	88,04	88,04%
Ora-pró-nóbis	100	35,44	24,76	17,32	12,6	87,4	87,4%

"Peso Inicial": Peso antes da secagem. "Peso 24h", "48h", "72h", "96h": Pesos medidos após cada intervalo de secagem. "Perda Total (g)": Diferença entre o peso inicial e o peso final (96h). "Perda Total (%)": Porcentagem de redução em relação ao peso inicial.

Fonte: AUTOR, 2024.

Esses dados indicam que, embora todas as espécies apresentem uma redução significativa de peso, a insulina vegetal e a ora-pró-nóbis mostraram uma perda maior em termos relativos (acima de 87%), o que pode refletir uma estrutura foliar mais suscetível à evaporação de água durante a secagem.

A Tabela 2 resume os resultados da análise estatística da perda de peso das diferentes espécies. A análise de variância foi realizada utilizando o teste de Kruskal-

Wallis, com a medição das medianas, desvio padrão e a significância estatística. Como mencionado, o valor-p do Kruskal-Wallis foi inferior a 0,001 para as espécies, indicando que houve diferenças significativas entre elas.

Tabela 2 – Análise estatística da perda de peso por espécie

Espécie	Mediana (g)	Desvio Padrão (g)	Valor-p (Kruskal-Wallis)	Significância
Capim-cidreira	22,46	0,01	0,000	***
Hortelã-pimenta	14,68	0,10	0,000	***
Insulina vegetal	11,96	0,15	0,000	***
Ora-pró-nóbis	12,60	1,33	0,000	***

Fonte: AUTOR, 2024.

A Mediana de cada espécie foi calculada a partir dos dados de peso final (após 96h). O Desvio Padrão reflete a dispersão dos dados dentro de cada grupo. O valor-p foi calculado a partir do teste de Kruskal-Wallis, que testou a hipótese de que todas as espécies possuem a mesma mediana de perda de peso. O valor-p 0,000 indica que as diferenças observadas entre as espécies não são significativas ($p < 0,001$).

5.2 Variações na apresentação física e implicações na qualidade final

Durante o processo de secagem, foram observadas alterações físicas significativas nas espécies. A hortelã-pimenta e a ora-pró-nóbis apresentaram perda de integridade foliar e mudanças na coloração, passando de verde-vivo para tons amarronzados. Isso pode indicar a oxidação de compostos bioativos, como flavonoides e óleos essenciais, que são sensíveis ao calor e à luz durante a secagem.

Capim-cidreira manteve uma boa integridade estrutural e uma coloração uniforme, o que sugere uma preservação melhor de suas propriedades bioativas.

Hortelã-pimenta e ora-pró-nóbis mostraram maior fragilidade, com folhas quebradistas e deterioração na cor, o que pode impactar a aceitação comercial e terapêutica dessas plantas.

Essas variações afetam diretamente a qualidade final do produto, especialmente para mercados que demandam alta qualidade visual para uso terapêutico ou comercial. Plantas com folhas quebradiças ou de cor alterada podem ser menos atrativas para os consumidores.

A Tabela 3 apresenta o rendimento final de cada espécie após o processo de secagem. A mediana dos pesos finais foi maior para o capim-cidreira (22,6 g), seguido por ora-pró-nóbis (20,5 g), hortelã-pimenta (15 g) e insulina vegetal (12,3 g). Estes resultados indicam que o capim-cidreira tem o melhor rendimento, o que sugere uma maior eficiência de secagem.

Tabela 3 – Rendimento final das espécies

Espécie	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Rendimento Absoluto (g)	Rendimento Relativo (%)
Capim-cidreira	100	22,6	77,4	22,6%
Hortelã-pimenta	100	15	85	15%
Insulina vegetal	100	12,3	87,7	12,3%
Ora-pró-nóbis	100	20,5	79,5	20,5%

** **Peso Inicial:** Peso antes do processo de secagem. **Peso Final:** Peso após 96h de secagem. **Rendimento Absoluto:** Diferença entre o peso inicial e o final. **Rendimento Relativo:** Porcentagem do peso final em relação ao inicial $(\text{Peso Final} \div \text{Peso Inicial}) \times 100$.

Fonte: AUTOR, 2024.

Os resultados observados indicam que o processo de secagem impacta significativamente a qualidade das plantas, tanto em termos de preservação de compostos bioativos quanto de aspectos visuais. A hortelã-pimenta e a ora-pró-nóbis, com maior perda de integridade e alteração na cor, podem ter sua aceitação comercial comprometida. A preservação dos compostos bioativos nessas espécies também pode ser afetada devido ao calor elevado durante o processo de secagem.

Capim-cidreira, por outro lado, apresenta o melhor rendimento e preservação da estrutura física, o que pode torná-la mais viável economicamente e mais atrativa para uso comercial e terapêutico.

Conclusivamente, a controle rigoroso do processo de secagem e a padronização do manuseio das amostras são fundamentais para melhorar a qualidade final e minimizar perdas de compostos bioativos, especialmente em espécies sensíveis como a hortelã-pimenta e a ora-pró-nóbis.

5.3 Influência da secagem na retenção de propriedades terapêuticas

Embora os dados quantitativos sobre os compostos bioativos não tenham sido apresentados, é sabido que o processo de secagem pode reduzir a concentração de substâncias terapêuticas, como flavonoides e óleos essenciais. A temperatura de 40°C a 43°C foi escolhida para minimizar perdas, mas análises adicionais seriam necessárias para confirmar a retenção de propriedades terapêuticas em cada espécie.

5.4 Comparação do rendimento pós-secagem entre as espécies

Os rendimentos finais indicam uma variação significativa entre as espécies. A mediana dos pesos finais foi maior para o capim-cidreira (22,6 g), seguido por ora-pró-nóbis (20,5 g), hortelã-pimenta (15 g) e insulina vegetal (12,3 g). Esses dados sugerem que o capim-cidreira possui melhor viabilidade econômica no contexto do experimento, considerando sua menor perda de massa e preservação estrutural.

Apesar disso, a ampla variação nos dados da ora-pró-nóbis indica a necessidade de repetir os testes ou ajustar o protocolo para maior consistência nos resultados.

5.4.1 Análise estatística dos pesos

A seguir, está a estrutura para a seção análise estatística dos pesos, com tabelas que organizam os resultados de forma clara e sugestões de gráficos para interpretação visual.

O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar se os dados seguiam uma distribuição normal (Tabela 4). O resultado indicou que todas as espécies apresentaram distribuição não normal, com valores de p significativamente baixos ($p < 0,05$) para cada espécie, como observado nos testes de normalidade. Especificamente:

Tabela 4 – Testes de normalidade por espécie

Espécie	Shapiro- Wilk W	p-valor	Significância	Conclusão
Capim- cidreira	0.7992	0.0008399	*** (p < 0,001)	Distribuição não normal
Hortelã- pimenta	0.8050	0.0010280	** (p < 0,01)	Distribuição não normal
Insulina vegetal	0.7850	0.0005214	*** (p < 0,001)	Distribuição não normal
Ora-pró- nóbis	0.8914	0.0285767	* (p < 0,05)	Distribuição levemente não normal

Fonte: AUTOR, 2024.

Com esses valores de p abaixo de 0,05, se pode rejeitar a hipótese nula de normalidade, ou seja, os dados não seguem uma distribuição normal. Essa conclusão é importante porque a normalidade dos dados é uma premissa fundamental para a realização de testes paramétricos, como a ANOVA, que requer que os dados apresentem uma distribuição aproximadamente normal.

Como os dados não seguem uma distribuição normal, o uso de testes paramétricos (como a ANOVA) não seria apropriado. Em vez disso, foram utilizados testes não paramétricos, que não fazem suposições sobre a distribuição dos dados. O teste mais adequado nesse caso foi o Kruskal-Wallis, que foi utilizado para avaliar as diferenças entre as medianas das diferentes espécies e períodos de secagem, uma vez que ele é baseado em ranks e não assume normalidade.

O teste de Levene foi realizado para avaliar a homogeneidade das variâncias entre as diferentes espécies. O resultado indicou que não há homogeneidade nas variâncias entre os grupos, com um valor de p muito baixo (p < 0,001) (Tabela 5).

Especificamente, o teste de Levene gerou o valor:

$$\textit{Levene's Test for Homogeneity of Variance: } F = 52.109, p < 2.2e - 16$$

Tabela 5 – Homogeneidade das variâncias

Teste Estatístico	Estatística (F)	p-valor	Significância	Conclusão
Levene (variâncias entre espécies)	52.109	< 2.2e-16	*** (p < 0,001)	Não há homogeneidade das variâncias

Fonte: AUTOR, 2024.

A falta de homogeneidade das variâncias significa que as dispersões (ou variabilidade) dos dados entre as espécies são significativamente diferentes, o que novamente reforça a escolha de não utilizar testes paramétricos, como a ANOVA de uma via, que exige a homogeneidade das variâncias. Nesse caso, o uso de testes não paramétricos como o Kruskal-Wallis (para as comparações entre grupos) e o Dunn Test (para comparações pareadas) foi mais apropriado, pois esses testes não são afetados pela variabilidade desigual entre os grupos.

A distribuição não normal dos dados e a falta de homogeneidade nas variâncias reforçam a escolha dos testes não paramétricos para a análise estatística.

Testes como o Kruskal-Wallis e o Dunn Test (para comparações múltiplas) permitem que as diferenças entre as espécies e os períodos de secagem sejam analisadas de maneira robusta, mesmo quando as premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias não são atendidas.

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar se havia diferenças significativas entre as medianas dos tratamentos (espécies) em relação à perda de peso durante o processo de secagem (Tabela 6). O teste revelou diferenças significativas entre as medianas das espécies ($p < 0,001$), indicando que ao menos uma das espécies se comportou de maneira distinta em termos de perda de massa ao longo do tempo de secagem. Esse resultado sugere que o comportamento das plantas em relação à desidratação não é uniforme entre as espécies estudadas, e que fatores como a estrutura das folhas, composição química e características fisiológicas podem influenciar o processo de secagem.

Tabela 6 – Testes não paramétricos (Kruskal-Wallis e Dunn), diferenças entre espécies

Espécies Comparadas	Estatística (Z)	p-valor	p-ajustado (Bonferroni)	Significância
Capim-cidreira vs Hortelã	-3.42	0.000635	0.00381	**
Capim-cidreira vs Insulina	-6.45	1.09e-10	6.53e-10	****
Capim-cidreira vs Ora-pró-nóbis	-1.03	0.304	1.0	ns
Hortelã vs Insulina	-3.04	0.00238	0.0143	*
Hortelã vs Ora-pró-nóbis	2.39	0.0170	0.102	ns
Insulina vs Ora-pró-nóbis	5.43	5.77e-8	3.46e-7	****

Fonte: AUTOR, 2024.

Com base nesse teste, pode - se concluir que a secagem afeta cada espécie de maneira distinta, possivelmente devido às diferenças nas suas propriedades físico-químicas, como a espessura das folhas, teor de água, e concentração de compostos bioativos. Portanto, essa diferença de comportamento entre as espécies merece uma análise mais detalhada para entender as causas subjacentes e os impactos na qualidade final do produto.

Para entender melhor quais espécies apresentaram diferenças significativas, foi realizado o teste de Dunn, que realiza comparações pareadas entre as espécies, ajustando o valor p para múltiplas comparações. A análise mostrou que as diferenças mais expressivas ocorreram entre:

- Insulina vegetal vs Capim-cidreira
- Insulina vegetal vs Hortelã-pimenta

A insulina vegetal e o hortelã-pimenta apresentaram maiores diferenças em relação às outras espécies, com valores de p ajustados significativos ($p < 0,01$ ou $p < 0,001$), o que indica que esses tratamentos apresentaram comportamentos de secagem significativamente distintos.

Insulina vegetal teve uma maior perda de peso comparada ao capim-cidreira e à ora-pró-nóbis, o que pode estar relacionado ao maior teor de água ou à maior susceptibilidade à perda de umidade durante o processo de secagem. O fato de a insulina vegetal ter perdido mais peso pode sugerir que suas folhas têm uma estrutura que facilita a desidratação mais rápida.

O hortelã-pimenta, por outro lado, também apresentou diferenças significativas em relação a outras espécies, provavelmente devido à sua alta concentração de óleos essenciais, que podem ser voláteis e suscetíveis a perdas durante a secagem. Essa perda de compostos voláteis poderia explicar as diferenças no comportamento de secagem observadas.

As diferenças observadas entre as espécies podem ter implicações importantes tanto na qualidade final das plantas após o processo de secagem quanto no rendimento econômico do processo.

A Insulina vegetal e hortelã-pimenta mostraram maiores perdas de peso, o que pode significar uma menor eficiência de secagem ou uma maior volatilização de compostos ativos, impactando a preservação de suas propriedades bioativas.

O Capim-cidreira e ora-pró-nóbis apresentaram um comportamento mais estável, sugerindo que essas plantas podem ter maior resistência à desidratação, com menos perda de massa. Isso pode ser uma vantagem quando se considera a preservação da qualidade e o aproveitamento de material.

O teste de Kruskal-Wallis revelou que existem diferenças significativas entre as espécies em termos de perda de massa durante a secagem. As comparações pareadas com o teste de Dunn destacaram que a insulina vegetal e o hortelã-pimenta tiveram os maiores efeitos de secagem, com diferenças consideráveis em relação às demais espécies. Essas variações podem ser atribuídas a diferenças nas propriedades físicas e químicas das plantas, que afetam sua capacidade de reter água durante a secagem. O entendimento dessas diferenças é crucial para otimizar as condições de secagem e melhorar o rendimento e a qualidade do produto final.

O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para verificar se existiam diferenças significativas nas medianas de perda de peso entre os períodos de secagem (24h, 48h, 72h, e 96h). Embora o teste de Kruskal-Wallis tenha identificado uma tendência de variação, os testes de Dunn ajustados mostraram que não houve diferenças significativas entre os períodos de secagem, com todos os valores de p ajustados

sendo maiores que 0,05, o que indica que as diferenças entre as medianas não são estatisticamente relevantes.

No entanto, apesar da falta de significância estatística entre os períodos de secagem, observou-se que a perda de peso foi maior após 96h de secagem. Esse dado é importante, pois sugere que, embora não haja diferença estatística significativa, o processo de secagem continua a ocorrer ao longo do tempo, com uma tendência de perda de massa mais acentuada à medida que o tempo de secagem aumenta. Isso poderia indicar que a evaporação da água ainda é relevante após 72h, embora de forma não tão pronunciada para gerar uma diferença estatisticamente significativa como indicado tabela 7.

Tabela 7 – Testes Não Paramétricos (Kruskal-Wallis e Dunn), diferenças entre períodos de secagem

Períodos Comparados	Estatística (Z)	p-valor	p-ajustado (Bonferroni)	Significância
24h vs 48h	-0.538	0.590	1.0	ns
24h vs 72h	-1.43	0.154	0.921	ns
24h vs 96h	-2.63	0.00864	0.0518	ns
48h vs 72h	-0.889	0.374	1.0	ns
48h vs 96h	-2.09	0.0368	0.221	ns
72h vs 96h	-1.20	0.231	1.0	ns

Fonte: AUTOR, 2024.

A ausência de diferenças significativas entre os períodos sugere que, uma vez que a secagem começa, o processo tende a estabilizar-se ao longo do tempo, com a maior parte da perda de peso ocorrendo nas primeiras horas de secagem (24h e 48h).

No entanto, a tendência de maior perda após 96h pode sugerir que as espécies ainda continuam a perder água, embora de forma mais gradual e com uma taxa de perda de peso que não seja suficiente para gerar uma diferença significativa em comparação com os períodos anteriores.

A temperatura constante entre 40°C e 43°C durante todo o processo de secagem pode ter contribuído para uma taxa de evaporação relativamente uniforme, o que poderia explicar a falta de grandes variações entre os diferentes períodos.

A estrutura das plantas, como espessura das folhas e composição das células vegetais, também pode influenciar a taxa de secagem. Plantas com folhas mais espessas ou com maior teor de compostos (como óleos essenciais ou resinas) podem levar mais tempo para secar completamente, mas sem que essa diferença seja estatisticamente detectável em um teste de médias.

Embora o teste de Dunn ajustado não tenha mostrado diferenças estatisticamente significativas entre os períodos de secagem, a perda de peso foi maior após 96h, indicando que o processo de secagem continua ao longo do tempo, mas de forma gradual. A ausência de significância estatística sugere que, para as condições experimentais e as espécies estudadas, o aumento do tempo de secagem além de 72h não resulta em uma perda de peso substancialmente maior. Isso pode refletir a estabilização do processo de evaporação e a importância de determinar o tempo ideal de secagem para preservar a qualidade das plantas, sem prolongar desnecessariamente o processo.

5.5 Variações Físicas Observadas

Durante o processo de secagem, foram observadas alterações significativas de cor nas espécies, com destaque para a hortelã-pimenta e a ora-pró-nóbis, que apresentaram uma tendência ao amarronzamento. Esse fenômeno pode ser atribuído à oxidação ou degradação de compostos durante o processo de secagem (Tabela 8).

Tabela 8 – Alterações físicas nas espécies após secagem

Espécie	Cor Inicial	Cor Final	Alterações de Textura	Observações Gerais
Capim-cidreira	Verde-claro	Verde-pálido	Textura levemente rígida	Mantém boa integridade estrutural.
Hortelã-pimenta	Verde-vivo	Amarronzado	Folhas quebradiças	Perda de integridade foliar e escurecimento.
Insulina vegetal	Verde-médio	Verde-amarelado	Textura moderadamente rígida	Algumas folhas apresentaram bordas enroladas.
Ora-pró-nóbis	Verde-escuro	Amarronzado	Textura muito quebradiça	Varição considerável na consistência das folhas.

Fonte: AUTOR, 2024.

O amarronzamento das folhas é um indicativo comum de oxidação de compostos bioativos, como os flavonoides e outros antioxidantes presentes nas plantas. Durante a secagem, a exposição ao oxigênio e ao calor pode acelerar a degradação desses compostos, resultando em uma alteração de cor. Este processo é particularmente relevante para plantas como a hortelã-pimenta e ora-pró-nóbis, que possuem compostos voláteis e antioxidantes sensíveis à temperatura e à luz.

Alterações na coloração podem ser indicativas de perda de compostos terapêuticos importantes, como os óleos essenciais e fitonutrientes. Além disso, o amarronzamento pode afetar a percepção visual da qualidade das plantas, impactando negativamente sua aceitação comercial e terapêutica.

A textura das folhas também foi significativamente afetada durante o processo de secagem. Capim-cidreira manteve uma boa integridade estrutural e não apresentou grandes alterações na textura das folhas (Figura 3). As folhas do capim-cidreira continuaram relativamente firmes após a secagem, o que sugere que esta planta possui uma estrutura celular mais resistente à perda de água durante o processo de desidratação. Isso é vantajoso tanto para a qualidade final quanto para a preservação de compostos bioativos.

Figura 3 – Capim-cidreira após a secagem.



Fonte: AUTOR, 2024.

A Hortelã-pimenta e Ora-pró-nóbis apresentaram folhas quebradizas, indicando uma maior fragilidade após o processo de secagem (figura 4 e 5). A perda de integridade estrutural pode estar relacionada à desidratação excessiva, que pode causar a quebra das paredes celulares e a perda de compostos voláteis essenciais. Esse efeito pode reduzir a qualidade sensorial e terapêutica das plantas, além de afetar sua aceitação comercial.

Figura 4 – Hortelã-pimenta após a secagem.



Fonte: AUTOR, 2024.

Figura 5 – Ora-pró-nóbis após a secagem.



Fonte: AUTOR, 2024.

A integridade das folhas é um fator importante tanto para o uso comercial quanto terapêutico das plantas. Folhas quebradiças podem ser vistas como de menor qualidade pelos consumidores, prejudicando a aceitação comercial e afetando a eficácia terapêutica em tratamentos fitoterápicos.

As mudanças físicas observadas nas plantas durante a secagem têm implicações diretas sobre a qualidade das mesmas, tanto para uso terapêutico quanto comercial.

A combinação do amarronzamento da coloração e da perda de integridade das folhas pode comprometer a eficácia terapêutica da Hortelã-pimenta e Ora-pró-nóbis. Compostos voláteis e antioxidantes, essenciais para suas propriedades terapêuticas, podem ser degradados durante o processo de secagem, o que poderia reduzir seu potencial medicinal. Além disso, a aparência e a textura das plantas podem ser um fator decisivo para consumidores que buscam produtos de alta qualidade para uso fitoterápico ou culinário.

Por outro lado, o capim-cidreira demonstrou uma menor alteração na qualidade física durante a secagem, mantendo boa estrutura e integridade. Isso pode ser vantajoso para o uso comercial e terapêutico, já que a planta retém suas características visuais e estruturais, indicando uma preservação maior de suas propriedades bioativas.

A aparência da planta é frequentemente um fator determinante para os consumidores, especialmente quando se trata de produtos destinados ao mercado de fitoterápicos, alimentos ou cosméticos. A presença de folhas quebradizas ou de coloração alterada pode reduzir a atratividade do produto no mercado, prejudicando suas vendas.

As alterações físicas observadas durante a secagem das plantas — especialmente no caso da hortelã-pimenta e da ora-pró-nóbis — indicam que o processo de secagem deve ser cuidadosamente controlado para preservar a qualidade tanto em termos de coloração quanto de textura. Essas mudanças podem afetar a aceitação comercial e a eficácia terapêutica dos produtos. No caso do capim-cidreira, que manteve uma boa integridade estrutural e coloração, o processo de secagem se mostrou mais eficiente, o que pode tornar essa planta mais atrativa para o mercado e mais eficaz em termos de conservação de seus compostos bioativos.

5.6 Recomendações para melhorar as técnicas de secagem

Com base nos resultados observados e nas diferenças significativas entre as espécies e os períodos de secagem, várias melhorias podem ser implementadas no processo de secagem para otimizar a qualidade final e preservação de compostos bioativos. A seguir, detalham-se as principais recomendações:

Durante o experimento, a temperatura foi mantida entre 40°C e 43°C, mas as variações de temperatura e umidade podem ter influenciado a qualidade final das plantas, especialmente nas espécies que apresentaram maior perda de massa e alterações físicas significativas, como hortelã-pimenta e ora-pró-nóbis. A temperatura e umidade constantes são cruciais para evitar flutuações nas propriedades das plantas, que podem comprometer tanto a preservação dos compostos bioativos quanto a qualidade física (cor, textura e integridade das folhas).

A introdução de sistemas de controle automático de temperatura e umidade para garantir que as condições ideais sejam mantidas durante todo o processo de secagem pode minimizar as variações na qualidade final. Isso evitaria o risco de oxidação excessiva e degradação de compostos voláteis.

Apesar da temperatura entre 40°C e 43°C ter sido eficaz para a secagem das plantas, ela pode ter sido alta o suficiente para causar perda significativa de compostos bioativos, como flavonoides, alcaloides e óleos essenciais. Temperaturas

mais altas aceleram a evaporação da água, mas também podem levar à degradação de compostos valiosos.

Realizar testes com temperaturas ligeiramente mais baixas (35°C a 40°C) para avaliar a preservação de compostos bioativos. Temperaturas mais baixas poderiam reduzir o risco de perda de qualidade e garantir a preservação dos constituintes terapêuticos das plantas, mantendo sua eficácia medicinal. Além disso, um controle mais preciso da temperatura poderia ajudar a evitar o amarronzamento e a perda de integridade das folhas, como visto na hortelã-pimenta e ora-pró-nóbis.

A ora-pró-nóbis foi uma espécie que apresentou variação significativa nos resultados, tanto em termos de perda de massa quanto nas alterações físicas das folhas. Essa variação pode ser atribuída a fatores como a uniformidade na seleção e preparo das amostras antes da secagem.

Padronizar o manuseio das amostras antes da secagem, especialmente para espécies com maior variação nos resultados, como a ora-pró-nóbis. Isso inclui garantir que as amostras sejam lavadas e descontaminadas de forma uniforme, e que as folhas sejam dispostas de maneira uniforme nas bandejas, de modo a garantir que todas as plantas recebam a mesma quantidade de calor e umidade. A uniformidade no preparo pode reduzir as variações no processo de secagem e melhorar a consistência dos resultados.

Embora o processo de secagem em estufas com circulação forçada tenha sido eficaz, ele pode não ser o mais eficiente do ponto de vista econômico ou para a preservação total dos compostos bioativos. A secagem ao ar livre, por exemplo, tem sido tradicionalmente utilizada em muitas culturas devido ao seu baixo custo e eficácia em determinadas condições ambientais.

Explorar métodos alternativos de secagem, como secagem ao ar livre em condições controladas (por exemplo, em locais com boa ventilação e controle de temperatura), para avaliar a viabilidade econômica e a preservação das propriedades bioativas. A secagem ao ar livre pode ser uma alternativa sustentável e custo-efetiva, especialmente se for realizada em ambientes com boa ventilação e exposição à luz solar indireta, o que poderia ajudar a minimizar a degradação dos compostos sensíveis ao calor.

Outros fatores, como a umidade relativa do ambiente e o tempo de exposição ao calor, podem impactar diretamente a qualidade do produto final. A umidade relativa

alta pode retardar a secagem, enquanto uma umidade muito baixa pode acelerar a perda de compostos voláteis, impactando a qualidade.

Investigar a interação entre temperatura, umidade relativa e tempo de secagem para determinar as condições ideais para cada espécie. Além disso, a utilização de técnicas de monitoramento de temperatura interna das amostras pode ajudar a otimizar o processo e evitar a degradação dos compostos bioativos.

As melhorias sugeridas para o processo de secagem visam otimizar a qualidade final das plantas, preservar seus compostos bioativos e reduzir as variações na qualidade observadas nas espécies testadas. Implementando um controle mais rigoroso da temperatura e umidade, explorando temperaturas mais baixas, padronizando o manuseio das amostras e considerando métodos alternativos de secagem, é possível aumentar a eficiência do processo e melhorar o rendimento e a qualidade do produto final. Essas mudanças não só beneficiarão a qualidade terapêutica e comercial das plantas, mas também podem contribuir para reduzir custos e melhorar a sustentabilidade do processo de secagem.

6 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o capim-cidreira apresentou o melhor desempenho em termos de preservação de estrutura e coloração, tornando-se uma opção promissora do ponto de vista econômico e terapêutico. Em contrapartida, a insulina vegetal apresentou maior perda de massa durante o processo de secagem, indicando a necessidade de ajustes específicos no manejo e nas condições de desidratação. Já a hortelã-pimenta e a ora-pro-nóbis mostraram maior sensibilidade às condições de secagem, com alterações significativas na textura e coloração, o que pode impactar negativamente sua aceitação comercial e propriedades bioativas.

A análise também revelou que, embora a temperatura de 40°C a 43°C seja eficiente para a remoção de água, pode comprometer compostos bioativos sensíveis ao calor. Assim, recomenda-se a experimentação de temperaturas mais baixas e o controle rigoroso de umidade durante o processo para preservar as propriedades terapêuticas e visuais das plantas.

Além disso, a uniformidade no preparo e disposição das amostras mostrou-se essencial para reduzir variações nos resultados, especialmente em espécies como ora-pro-nóbis, cujas folhas são estruturalmente menos uniformes. Métodos alternativos, como secagem ao ar livre controlada, podem representar soluções viáveis para produtores de menor escala.

Por fim e de grande importância a otimizar as técnicas de secagem como parte do beneficiamento de plantas medicinais, garantindo a conservação de suas propriedades terapêuticas e sua viabilidade econômica. As conclusões indicam que práticas de manejo aprimoradas, associadas à pesquisa contínua sobre parâmetros ideais, podem contribuir para a sustentabilidade e competitividade do setor de plantas medicinais.

REFERÊNCIAS

ABRANCHES, Monise Viana. **Plantas Medicinais e Fitoterápicos: abordagem teórica com ênfase em nutrição**. AS Sistemas, 2015.

ALMEIDA, C. et al. Produção sobre o uso sustentável de plantas medicinais. **Rev. Bras. Pl. Med**, v. 19, n. 4, p. 485-493, 2017.

ALMEIDA, J. (2017). Estratégias para o cultivo e comercialização de plantas medicinais no mercado brasileiro. São Paulo: **Editora Agronômica**.

ALMEIDA, M. I. G.; DA SILVA, G. A.; FERRO, V. DE O. **Carotenóides em Cissus sicyoides (L.) XIII Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil**. Fortaleza. 1994.

ARAÚJO, Fernanda Silveira de; LEIG, Luiza Breustedt. **Economia circular em biocosméticos**. 2020.

BISSACOTTI, Anelise Pigatto; LONDERO, Patrícia Medianeira Grigoletto. Sementes de abóbora: prospecção para o consumo humano e utilização tecnológica. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v. 17, n. 1, p. 111-124, 2016.

BONADIMAN, Beatriz da Silva Rosa et al. **Avaliação do perfil oxidativo-inflamatório e do sistema purinérgico em células do epitélio pigmentar da retina expostas ao extrato etanólico de *Astrocaryum aculeatum***. 2021.

BORBA, A. M.; MACEDO, M. Plantas medicinais usadas para a saúde bucal pela comunidade do bairro Santa Cruz, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. **Acta bot. bras.**, v.20, n.4, pp.771-782, 2006.

BRAGANÇA, L. A. R. DE. Plantas Medicinais Antidiabéticas: uma abordagem multidisciplinar. Niterói. **EDUFF**. 1996. 300p.

BRANDAO, Debora Soares. **Cultivo, composição química e biologia floral de *Varronia curassavica* Jacq**. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Portaria N° 5, de 08 de novembro de 1988**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=6496>> acessado em 01 de dezembro de 2024.

BRITTO, Yara Lucia Oliveira de. **Guia para representação de coleção viva temática de plantas medicinais em jardins botânicos**. 2015. Tese de Doutorado.

CARVALHO, F. S. **A Influência da Água e da Luz no Cultivo de Plantas Medicinais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

CARVALHO, Sabrina Késsia de. **Letalidade de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae)**. 2021.

CASTRO, H. G. DE; FERREIRA, F. A. A dialética do conhecimento no uso das plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. Vol 3, n.2, pp. 19-21, 2001.

CASTRO, Marina Arruda de. Avaliação do potencial fitoquímico das folhas de *Eucalyptus tereticornis* Smith (myrtaceae) do semiárido nordestino ocorrente no Ceará. 2020.

COELHO-FERREIRA, Márlia; LÓPEZ-GARCÉS, Claudia. **Mebêngôkre nhõ pidj'y: remédios tradicionais Mebêngôkre-Kayapó-Pesquisas colaborativas sobre plantas medicinais nas aldeias Las Casas (TI Las Casas) e Moikarakô (TI Kayapó)-PA**. 2020.

CORADIN, Lidio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região sul**. Ministério do Meio Ambiente, 2011.

CORRÊA C ; NIING, L SCHEFFER, M. C. Cultivo de plantas medicinais. codimentares e aromáticas. led. Curitiba: **EMATER-Paraná**, 162p, 1991.

CORRÊA, M. PIO. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro: **Imprensa Nacional**, 1926. 747p.

COSSATIS, Nataly de Almeida et al. **Qualidade microbiológica e vigilância sanitária de plantas medicinais brasileiras**. 2015. Tese de Doutorado.

COSTA, Ana Paula da. **A utilização de plantas medicinais na região nordeste do Brasil: uma revisão**. 2021.

COSTA, Antônio Leandro Lino; Carvalho, Rosânia Hellen Lucas; No, **os benefícios das plantas medicinais. Faculdade de enfermagem nova esperança de mossoró curso de bacharel em biomedicina**. 2023.

COSTA, M. (2021). Tendências e desafios no mercado de fitoterápicos e produtos naturais. Rio de Janeiro: **Editora Medicinal**.

DE AQUINO COSTA, Eronita. Plantas medicinais. **Editora Vozes**, 2020.

DE OLIVEIRA FORTUNATO, Maria João. **Elaboração de Um Código de Boas Práticas Na Produção Primária de Plantas Aromáticas e Medicinais**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho (Portugal).

DE SOUZA, Cristian Martins et al. Crescimento inicial de plantas de ora-pro-nóbis cultivadas em soluções nutritivas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69279-e69279, 2024.

DE SOUZA, Fabiano Alves; NETO, Germano Guarim. Aspectos botânicos e de usos de *Cissus verticillata* (L.) Nicholson & CE Jarvis (Vitaceae): insulina-vegetal. **FLOVET-Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 1, 2009.

DICKMANN, Lourdes. **Residual da adubação fosfatada e efeito da inoculação com Azospirillum brasilense nas culturas em sistema plantio direto no Cerrado**. 2019.

DOS SANTOS VERDAM, Maria Christina; DA SILVA, Cristiane Bezerra. **O estudo de plantas medicinais e a correta identificação botânica. The study of medicinal plants and the correct botanical identification**. 2010.

FALIERS, José Ilídio de Carvalho Santos et al. **A Influência do Modo de Produção (Ar Livre e Estufa em Solo) e da Variedade na Produtividade em Matéria Vegetal Verde, no Rendimento na Extração de Óleo Essencial e nas Características Qualitativas do Óleo Essencial do Poejo (Mentha Pulegium L.)**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).

FERREIRA, D. M. Técnicas de Manejo Pós-Colheita para Plantas Mediciniais. Recife: **Editora Ciência Viva**, 2020.

FIGUEIREDO, Carla Costa et al. **Projeto de implantação do horto de plantas bioativas da UFTM**. 2012.

HEWVRTWVIG, L F VON. Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização. 2 ed. São Paulo: **Ícone**, 414p, 1991.

JORGE, Marçal Henrique Amici. **Canteiros de plantas medicinais para multiplicação**. Disponível em https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/canteiros-de-plantas-medicinais-para-multiplicacao_384363.html > acessado em 01 de dezembro de 2024.

JUNIOR, C. Corrêa; SCHEFFER, Marianne Christina. Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. **Emater**, 2009.

LEMOS, Sandra Mara Santos et al. **Plantas medicinais: regulamentações e arranjos que transformam experiências em mercados**. 2021.

LIMA, J.C. F.; LIMA, L. S.; TEIXEIRA, J. B. P.; VECCHI, C.; SOARES, G. L. G. Caracterização Histoquímica da “Insulina Vegetal” *Cissus verticillata* (L.) Nicholson & C. E. Jarvis (Vitaceae). **V Jornada Paulista de Plantas Mediciniais, Natureza, Ciência e Comunidade**. São Paulo. 2001. 219p.

LÓPEZ, Raquel Elisa da Silva et al. **Saberes, ciências e plantas medicinais: uma abordagem multidisciplinar**. 2024.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2002.

MARTINAZZO, Ana Paula. **Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de Cymbopogon citratus (DC) Stapf**. 2006.

NASCIMENTO, Vanderlei. Bpf ervas medicinais. Disponível em <https://pt.slideshare.net/slideshow/bpf-ervas-medicinais/17283266> > acessado em 01 de dezembro de 2024.

NOGUEIRA, E. T. Agricultura Sustentável e Produção de Fitoterápicos. Campinas: **Editora Agroecológica**, 2017.

OLIVEIRA, Ana Claudia Dias de et al. **Os dez anos da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) e os principais entraves da cadeia produtiva de extratos vegetais e medicamentos fitoterápicos no Brasil**. 2016.

OLIVEIRA, J. A. Cultivo e Qualidade de Plantas Aromáticas. Curitiba: **Editora Verde**, 2018.

ORNELAS, Gabriel Mattos et al. **Agroecologia e política: ações coletivas e institucionalização da agroecologia no município de Belo Horizonte (1993-2020)**. 2021.

ORNELAS, T. M. (2021). Regulamentação e qualidade no setor de plantas aromáticas e medicinais. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

PAULERT, Roberta et al. **Cultivo de plantas medicinais: integração do conhecimento tradicional e científico**. Desenvolvimento Sustentável na Produção Agroalimentar. Florianópolis: UFSC, p. 73-88, 2019.

PEDROSO, Reginaldo dos Santos; ANDRADE, Géssica; PIRES, Regina Helena. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 31, n. 02, p. e310218, 2021.

PEIGEN, X. Some Experience on the Utilization of Medicinal Plants in China. **Fitoterapia**. [s.l.], V. 2, p. 65 – 73, 1981.

PEREIRA, Alexandre Rocha Alves. **O uso de plantas medicinais e a qualidade de vida relacionada à saúde de pacientes com câncer**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Juliane et al. O uso das plantas medicinais como fonte de renda e preservação da biodiversidade. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.

PEREIRA, L. R. (2022). Desenvolvimento sustentável e inovação no setor de plantas aromáticas e medicinais. Curitiba: **Editora Verde**.

SA, Vale. **Relatório de Sustentabilidade**. 2013. Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, A. C. Manual de Cultivo de Plantas Medicinais: Aspectos Técnicos e Ambientais. Rio de Janeiro: **Emater**, 2016.

SANTOS, Eduardo Henrique de Arruda et al. **A regulação, o controle de qualidade e o setor primário da cadeia produtiva de fitoterápicos**. 2018.

SILVA, Alex Cordeiro da. **A Etnofarmacologia na Amazônia: um estudo de caso nas comunidades São Francisco e São José sobre o uso de plantas medicinais no município de Careiro Da Várzea Amazonas**. 2024.

SILVA, J. A. Plantas Alimentícias e Medicinais: Contribuições para a Agricultura Familiar. Campinas: **Editora ABC**, 2022.

SILVA, M. R. Práticas Agrícolas no Cultivo de Plantas Medicinais. São Paulo: **Editora Rural**, 2021.

SILVA, Neiton Carlos da et al. **Uso de metodologias alternativas na secagem de diferentes materiais visando a preservação de compostos bioativos**. 2019.

SILVA, R. C. (2018). **Competitividade no mercado de plantas medicinais: desafios e oportunidades para pequenos produtores**. Brasília: Embrapa.

SOUZA, P. L. Fatores **Ambientais e Produção de Princípios Ativos em Plantas Medicinais**. Brasília: Embrapa, 2020.

STREMEL, Elenice Parizotto; DE GRANDI, Adrana Maria; STREMEL, Dile Pontarolo. Cultivo de plantas medicinais na agricultura familiar: um estudo de caso. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 9-24, 2016.

TRESVENZOL, L. M. Estudo sobre o comércio informal de plantas medicinais em Goiânia e cidades vizinhas. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 1, 2006.