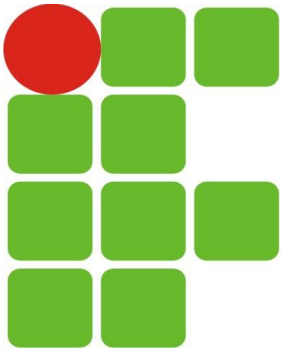


CURSO DE BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

SECAGEM DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) EM MICROONDAS

FERNANDA PEREIRA LEÃO

RIO VERDE - GOIÁS

2021

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
CURSO DE BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

SECAGEM DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) EM MICROONDAS

FERNANDA PEREIRA LEÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

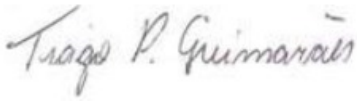
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

RIO VERDE - GOIÁS
Fevereiro, 2021

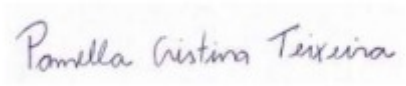
FERNANDA PEEIRA LEÃO

SECAGEM DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) EM MICROONDAS

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 02 de fevereiro de 2021, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Dr. Tiago Pereira Guimarães
IF Goiano - Campus Rio Verde
Membro Interno



Pamella Cristina Teixeira
Médica Veterinária
Membro Externo

Me. João Antônio Gonçalves e Silva
Engenheiro Agrônomo
Membro Externo

Dr. Marco Antônio Pereira da Silva
IF Goiano - Campus Rio Verde
Orientador

Rio Verde - Goiás
Fevereiro, 2021

INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[X] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: Fernanda Pereira Leão
Matrícula: 2016102200340072
Título do Trabalho: Secagem de cebolinha (*Allium fistulosum* L.) em microondas

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: [X] Não [ ] Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/02/2021
O documento está sujeito a registro de patente? [ ] Sim [X] Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? [ ] Sim [X] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 03 de fevereiro de 2021.

Fernanda Pereira Leão
_____
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

_____
Assinatura do(a) orientador(a)

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Leão, Fernanda Pereira
LL687s Secagem de cebolinha (Allium fistulosum L.) em microondas / Fernanda Pereira Leão; orientador Marco Antônio Pereira da Silva. -- Rio Verde, 2021.
33 p.

Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. Hortaliça. 2. Cheiro verde. 3. Rendimento. 4. Desidratação. I. Silva, Marco Antônio Pereira da, orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

A Deus,

Por me capacitar durante toda a graduação, me permitindo conquistar o tão sonhado diploma. A toda minha família que esteve ao meu lado. E aos professores que tanto me ensinaram e trouxeram esse amor que tenho ao curso de Engenharia de Alimentos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que passaram pela minha trajetória acadêmica, dos quais foram peça chave para que eu me apaixonasse pelo curso de Engenharia de Alimentos.

Em especial ao professor Marco Antônio que em meio a pandemia, me acolheu no projeto e deu todo o apoio durante a execução, dando uma cara nova ao trabalho durante cada nova ideia que surgia e sempre disposto a repassar os seus conhecimentos.

A toda equipe do LPOA - Laboratório de Produtos de Origem Animal, que esteve presente me auxiliando em todos os momentos no desenvolvimento da pesquisa.

A professora Polyana Fernandes que durante três dos meus cinco anos de graduação, foi minha orientadora no programa PIBIC, onde pude aprender muito junto da equipe do Laboratório de Eletroquímica.

Durante esses anos minha família esteve ao meu lado, sempre confiando em mim e me dando todo o suporte necessário para prosseguir com o curso. Não houve um momento sequer de dificuldade em que eles não estavam presentes ao meu lado. Devo a Eles, em especial aos meus pais, todo o mérito dessa conquista. Ao meu companheiro que me ajudou na reta final do curso e esteve presente me dando todo o apoio para finalização do TC.

Aos amigos que fiz durante a graduação, dos quais lembrarei para sempre dos nossos bons momentos, dos grupos de estudos, da correria contra o tempo, dos momentos de alegria e principalmente dos momentos de choro, que por fim nos ensinou muito sobre a vida e que hoje mostra que conseguimos superar tudo e seguir juntos rumo ao título de Engenheiros.

Por fim, gostaria de agradecer a Deus que é tão presente em minha vida, que através dEle tive forças para seguir e consegui superar todos os obstáculos que surgiram no meu caminho. Trabalhando meu corpo e minha mente para que pudesse dar 101% da minha dedicação durante o curso.

RESUMO

LEÃO, Fernanda Pereira. Secagem de cebolinha (*Allium fistulosum L.*) em microondas. **2021**. 33 p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021

A cebolinha verde, *Allium fistulosum* L. está presente durante todo o ano na mesa do consumidor, constituindo parte da renda extra de diversas famílias. Pertence ao grupo das hortaliças, alimentos que sofrem a maior parte das perdas e desperdícios pós-colheita, devido a alta taxa metabólica e alto teor de água presente. O processo de secagem é eficaz no aumento da vida de prateleira da hortaliça, através da redução de água livre e agregação de valor ao produto final. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a secagem da cebolinha cultivada em horta doméstica na cidade de Rio Verde - GO, através do uso de microondas, para avaliar os parâmetros instrumentais de cor da amostra *in natura*, após secagem e acondicionada após secagem por um mês em colorímetro. A secagem perdurou por nove minutos, até que a amostra obtivesse peso constante. Os resultados sugerem que os pigmentos presentes sofreram degradação com o tempo, a cebolinha seca e armazenada por um mês possui o menor teor de pigmento verde quando comparada às demais. O rendimento obtido foi superior ao de outras metodologias aplicadas a mesma hortaliça e o tempo para secagem via microondas inferior aos demais. Desta forma, a secagem da cebolinha em microondas constitui em metodologia considerada simples, eficaz e de baixo custo, tornando-se uma alternativa para aplicações caseiras.

Palavras-chave: Hortaliça; Cheiro verde; Rendimento; Desidratação.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise da secagem de cebolinha em microondas.....25

TABELA 2 - Análise de variância para as coordenadas de luminosidade, a* e b*.....28

TABELA 3 - Teste de Tukey a 5% de confiança para as coordenadas de L* = luminosidade, a* = coordenada cromática vermelho/verde e b* = coordenada cromática amarelo/azul..... 28

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Cultivo doméstico de cebolinha.....19
FIGURA 2 - Solução de hipoclorito a 1% preparada para sanitização da cebolinha verde (A). Cebolinha verde cortada em pedaços de 1 cm (B).....20
FIGURA 3 - Béqueres no microondas, com amostra de cebolinha à esquerda e água a direita 21
FIGURA 4 - Pesagem das amostras de cebolinha em balança analítica.....22
FIGURA 5 - Vista frontal do ColorFlex EZ Standards Box (A). Vista superior do ColorFlex EZ Standards Box (B).....22
FIGURA 6 - Leitura de amostra no ColorFlex EZ Standards Box.....23
FIGURA 7 - Curva de secagem da cebolinha.....26
FIGURA 8 - Amostras de cebolinha em processo de secagem no microondas. Após 30 s no microondas (A), 60 s (B), 90 s (C), 120 s (D), 150 s (E), 180 s (F), 210 s (G), 240 s (H), 270 s (I), 300 s (J), 330 s (K), 360 s (L), 390 s (M), 420 s (N), 450 s (O), 480 s (P), 510 s(Q) e 540 s (R).....27
FIGURA 9 - Amostra de cebolinha *in natura* (A). Amostra de cebolinha após a secagem (B). Amostra de cebolinha desidratada e armazenada por 30 dias (C).....29

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS

>	Maior
%	Por cento
a*	Coordenada cromática vermelho/verde
ANOVA	Análise de variância
b*	Coordenada cromática amarelo/azul
cm	Centímetro
CV	Coeficiente de variação
DMS	Diferença mínima significativa
Fc	F calculado
FV	Fonte de variação
g	Grama
GL	Grau de liberdade
GO	Goiás
H_0	Hipótese nula
kg	Quilograma
L	Litro
L*	Luminosidade
LPOA	Laboratório de Produtos de Origem Animal
mL	Mililitro
Pr	Nível mínimo de significância
QM	Quadrado médio
r	Média harmônica do número de repetições
S	Segundos
SQ	Soma de quadrado
V	Volt
W	Watt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 REVISÃO DA LITERATURA 14
2.1 Hortaliças 14
2.2 A Cebolinha 15
2.3 Secagem 15
2.4 Parâmetros de Cor 16
3 MATERIAL E MÉTODOS 18
3.1 Preparo da amostra 18
3.2 Secagem da Cebolinha 19
3.3 Análise de Cor 21
3.4 Rendimento 23
3.5 Análise estatística 23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
4.1 Curva da Secagem 24
4.2 Análise Colorimetrica 27
4.3 Rendimento 29
5 CONCLUSÃO 30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 31

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050, a terra tenha em torno de nove bilhões de habitantes, questiona-se, portanto, quão sustentável será o abastecimento alimentar para toda à população, sem que a terra sofra degradações irreversíveis e que todas as pessoas tenham acesso a saúde e bem-estar, a fim de atingir tal objetivo, as perdas e desperdícios de alimentos devem ser minimizadas nos próximos anos (CONTE & BOFF, 2013).

A perda global de alimentos chega em média a 1/3 da produção mundial, está concentrada nas fases iniciais da cadeia de abastecimento, enquanto o desperdício está ligado às fases finais. Um dos fatores predominantes para a perda no processo é a deficiência na infraestrutura de pós-colheita. Por outro lado, o desperdício de alimentos está vinculado com o mercado e o consumidor, abrangendo o produto que deteriora na prateleira dos mercados e na casa do comprador (LANA, 2018).

Frutas e hortaliças sofrem grandes perdas na pós-colheita, são produtos com sistema vegetal vivo, após a colheita as funções biológicas essenciais continuam ativas, nesse processo o alimento utiliza da reserva de açúcares para manter o produto vivo, são chamadas de perdas fisiológicas normais. Contudo, também estão propícios a perdas por ausência de sanitização, condição de transporte e armazenamento impróprio e manuseio inadequado do produto (EMBRAPA, 2011).

Segundo dados levantados em estudo, 86% das perdas de hortaliças ocorrem na fase final da cadeia de abastecimento, no momento em que os produtos sofrem exposição à venda, enquanto 9% ocorre no decorrer da logística do processo e 5% durante o acondicionamento (MELO et al., 2013).

A cebolinha é uma planta pertencente ao grupo das hortaliças, gênero *Allium*, mesmo que compõe o alho, alho-poró e cebola. Assim como as demais componentes do gênero, a cebolinha sofre com o processo de acondicionamento e vida útil, possuindo dois grandes fatores que reduzem a vida de prateleira, dentre estes a alta taxa metabólica e alto teor de água (FREDDO et al., 2014).

A secagem é um método que pode ser utilizado com a finalidade de aumentar a vida útil do alimento e reduzir as perdas pós-colheita, tem como vantagem facilitar o transporte e comercialização do produto, pois o alimento seco se torna mais leve, ainda que haja perda de alguns nutrientes pela desidratação. Além de ser um procedimento econômico, que não exige mão de obra especializada, podendo ser feito em casa e o produto final facilmente acondicionado (CELESTINO, 2010).

Diante do abordado, objetivou-se estudar a curva de secagem da cebolinha em microondas e avaliar o comportamento da coloração na amostra *in natura*, após secagem e após estocagem por 30 dias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Hortaliças

As hortaliças são fonte de água, vitaminas, minerais e fibras. Fazem parte dos alimentos reguladores, que auxiliam no aproveitamento dos nutrientes pelo organismo, denominado como alimento funcional. O consumo deve ser diário, tendo como preferência a ingestão na forma crua, para obtenção de alimentação saudável (NAKAYAMA, 2013).

Podem ser divididas em categorias tais como:

- hortaliças folhosas
- hortaliças-flor
- hortaliças-fruto
- hortaliças-legume
- hortaliças-raíz,
- hortaliças-tubérculo
- hortaliças-bulbo
- hortaliças-haste

Cada categoria se comporta de uma forma e tem seu ambiente e temperatura adequado para crescimento. Contudo, para todos os tipos, as chuvas fortes ou em excesso podem ser prejudiciais no cultivo, pois parte dos nutrientes são perdidos e a umidade excessiva provoca a maioria das doenças associadas às hortaliças (MAKISHIMA, 1993).

O local de cultivo é denominado horta, podendo ser horta doméstica, horta comunitária, horta escolar, pequena horta comercial e grande horta comercial. As principais necessidades para o desenvolvimento são de solo preparado, água, sol, ar e mão-de-obra (MARTINS, 2013).

Novas tendências de consumo favorecem a criação de produtos inovadores para o mercado, a hortaliça que antes era apresentada somente na forma tradicional, *in natura*, pode ser encontrada congelada, desidratada, liofilizada, enlatada, em conserva e minimamente processada. Cada um desses métodos remete a busca por uma nova tecnologia com a finalidade de aumentar a vida de prateleira do produto, onde as propriedades nutritivas e sensoriais se aproximem das comercializadas pelo método tradicional. A matéria-prima a ser submetida a secagem deve possuir a mesma qualidade que a comercializada *in natura*, a escolha de hortaliças verdes resultará em um produto com sabor e aspectos agradáveis (BEZERRA, 2007).

São ofertadas em feira livre, supermercados e bancas de rua (SILVA; MACHADO, 2009), no ato da aquisição, o cliente leva em consideração a importância do produto na

alimentação, exposição, higienização, origem e características visuais. Os fatores associados ao consumidor são o hábito, cultura e personalidade referente a aquisição das hortaliças (LOPES, 2014).

2.2 Cebolinha

Allium fistulosum L., é o nome científico dado a cebolinha da variedade “todo ano” pertencente ao grupo das hortaliças folhosas (NETO, 2010). Possui bulbos finos e compridos, originam touceira devido ao intenso perfilhamento, bastante rústica sendo pouco exigente em solo e clima, além disso, adapta-se a uma ampla faixa de temperaturas (ALMEIDA, 2006). Faz parte da família das *aliaceae* e a produção pode ser encontrada em diversas regiões do Brasil, por não necessitar de mão-de-obra especializada e ocupar pequena área, encontra-se cultivos nas regiões periféricas dos centros de consumo, onde são comercializadas e auxiliam diretamente na renda extra do produtor (BELFORT & HAAG, 1983).

A composição química da cebolinha gera um óleo essencial volátil, com 53 componentes, dente estes a alicina, conhecida por ser o composto que caracteriza o odor forte no alho, é capaz de inibir a ocorrência de bactérias e elimina fungos que estejam ao seu redor, isto por conta do poder antioxidante. Ao longo dos anos sua importância vem sendo estudada para aplicação na saúde (MENDES, 2008).

Em algumas regiões do país o consumo é tão significativo que no mês de novembro há um festival no Amazonas, denominado "Festival do Cheiro Verde", comandado pelas comunidades do Paraná do Limão, o evento apresenta pratos preparados com cebolinha e coentro, reunindo diversos amazonenses, que afirmam que o cheiro deste condimento combina especialmente com pratos de frutos do mar (KANEKO, 2006).

Quando a cebolinha é comercializada em maço junto do coentro e/ou salsa recebe o nome de cheiro verde, utilizada em larga escala na culinária como condimento, agregando aroma e sabor a variadas refeições como saladas, caldos, sopas, carnes e omelete (EMBRAPA, 2018).

Quando a hortaliça é submetida ao processo de secagem, gera grande influência nos aspectos econômicos e técnicos, minimizando o desperdício através da preservação. A cebolinha desidratada tem maior valor agregado, as características nutricionais e sensoriais são preservadas e pode ser aplicada na culinária (CANO-CHAUCA et al., 2020).

2.3 Secagem

O processo de secagem está relacionado com fenômenos de transporte de calor e massa

entre o ar de secagem e o produto selecionado (SILVA et al., 2008). Tem por intuito a retirada de um líquido volátil presente em determinado material com base no processo de evaporação, para que isso ocorra é necessário manter o material em um ambiente em que seja submetido a um gradiente de temperatura, onde o calor presente no ar entrará em contato com o produto ainda úmido e realizará a troca de massa, equivalendo a temperatura do meio mais quente para o mais frio, até que entre em equilíbrio e a troca de massa seja cessada (PARK, 2008).

A curva de secagem demonstra quão rápido o material perde umidade para o meio, variando entre diferentes componentes, pois depende da composição do material a ser seco, velocidade do ar e umidade relativa do ar. O processo de secagem pode ser realizado de forma natural ou artificial, sendo a artificial todo aquele processo que demanda elementos para aceleração da secagem, como uso de aquecedores, ventiladores e sistemas de ar (SILVA, 2015).

O aquecimento por microondas é pouco utilizado nos processos a larga escala, por ainda ser considerado pouco familiar, contudo, vem sendo aplicado em algumas indústrias alimentícias para secagem de massas, processamento de cebola, algas e batatas. Na secagem de massas foi possível perceber a redução no tempo de secagem. Além de auxiliar no combate da infestação de insetos e redução da contaminação microbiana (PEREIRA, 2013).

O microondas gera uma fonte de energia em que o calor surge do interior dos alimentos, esta característica é responsável pela redução no tempo de secagem e pelo produto final adquirir qualidade e rendimento superiores aos processados pelos demais métodos de secagem convencional (SILVA et al., 2007).

A interação das ondas eletromagnéticas na radiação do microondas, geram campo elétrico oscilante, essa oscilação é responsável por provocar a geração de calor no interior do material, aquecendo os produtos de dentro para fora. O método é tão rápido e eficaz que o processo deve ser controlado para que as amostras não se sejam superaquecidas. O aquecimento pelo método condutivo por exemplo, é realizado de fora para dentro, o que o torna mais lento (SOUZA et al., 2002).

2.4 Parâmetros de Cor

A cor influencia na seleção de alimentos, os quesitos referentes às características sensoriais, aparência, aceitabilidade e segurança do produto, são impactados no momento da escolha do consumidor. Com base nisso, indústrias utilizam de manobras para favorecer seu produto, dentre estas a adição de corantes, com intuito de aprimorar ou conferir cor ao alimento, melhorando às características visuais do produto e estimulando o consumidor a adquirir (SOUZA, 2012).

A análise de cor é definida como um processo analítico para determinar a concentração das espécies químicas através da absorção de luz (BORGES, 2019). Busca através de modelos matemáticos, descrever, quantificar e simular a percepção da cor pelo homem. Colorímetros e espectrofotômetros são os equipamentos utilizados para quantificar a composição de cores nos materiais, fornecendo coordenadas colorimétricas universais (L*, a* e b*) (LOPES, 2009).

Parâmetros de cor e brilho podem indicar a qualidade do produto, se o mesmo está dentro do estabelecido como padrão, e as técnicas com uso de colorímetro permitem o analista a determinar a cor da hortaliça com exatidão (MUNIZ, 2007).

Na agricultura esta análise é utilizada em programas de melhoramento, pois através dessa variação podem ser avaliados características tais como o teor de clorofila, diferenciar genótipos de plantas e auxiliar na classificação do sólido. Além de ser um método simples, de baixo custo, é utilizada para determinar o estado de frutos e hortaliças na pós-colheita (FERREIRA; SPRICIGO, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Preparo da amostra

As cebolinhas, *Allium fistulosum* L., foram coletadas numa horta doméstica (Figura 1) localizada na Rua Augusta Bastos, região Central da cidade de Rio Verde - GO, localização geográfica Latitude: -17.7925, Longitude: -50.9291, em seguida foram transportadas até o Laboratório de Produtos de Origem Animal do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (LPOA), para seleção quanto a ausência de defeitos e injúrias.

FIGURA 1 - Cultivo doméstico de cebolinha.

Após a seleção as cebolinhas foram higienizadas em água corrente para retirada de sujidades mais grosseiras e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 15 minutos (Figura 2 A). Em seguida ficaram escorrendo até a remoção do excesso de água.

As cebolinhas foram cortadas manualmente com o auxílio de facas em partes iguais de aproximadamente 1 cm (Figura 2 B). Quatro amostras com peso médio de 10 g, foram separadas em béqueres e identificadas para serem submetidas a secagem em microondas.

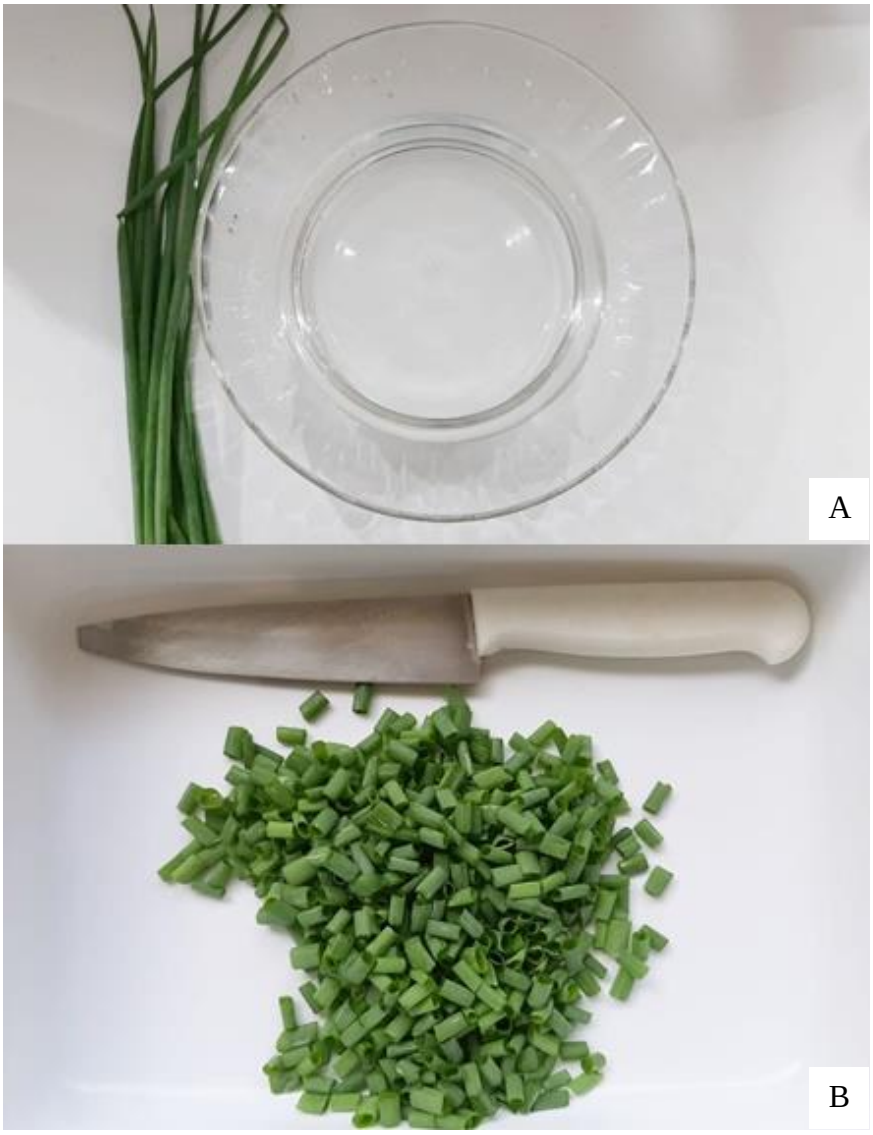


FIGURA 2 - Solução de hipoclorito a 1% preparada para sanitização da cebolinha verde (A). Cebolinha verde cortada em pedaços de 1 cm (B).

As amostras analisadas foram divididas em três Tratamentos: 1 - cebolinha *in natura*, 2 - cebolinha seca em microondas e 3 - cebolinha seca em microondas e estocada por 30 dias.

3.2 Secagem da Cebolinha

Para secagem da cebolinha, foi utilizado microondas da marca Electrolux®, modelo MEG41, capacidade de 31 L, tensão nominal 220 V e potência de consumo 1600 W, pertencente ao LPOA.

No microondas foi inserido um béquer contendo 400 mL de água e outro com aproximadamente 10 g da amostra de cebolinha (Figura 3). A água foi utilizada com a finalidade de fornecer umidade para o meio, auxiliando diretamente na troca de calor e massa da cebolinha.

As amostras para projeção da curva de secagem foram submetidas a secagem individual, evitando que existisse interferência de umidade entre estas. Permaneceram sob ciclos de 30 segundos. Entre cada ciclo a água do béquer foi substituida, evitando que a mesma atingisse superaquecimento e acarretasse interferência nos resultados.

FIGURA 3 - Béqueres no microondas, com amostra de cebolinha à esquerda e água a direita.

As amostras de cebolinha verde foram aferidas em balança analítica antes de dar início a secagem e aferidas novamente após cada ciclo de 30 segundos no microondas (Figura 4). As pesagens foram realizadas até peso constante.

Para a análise dos dados avaliou-se a variação de duas casas decimais após a vírgula, junto do auxílio do software gráfico, OriginPro 8, aplicado na criação da curva de secagem das quatro amostras estudadas.

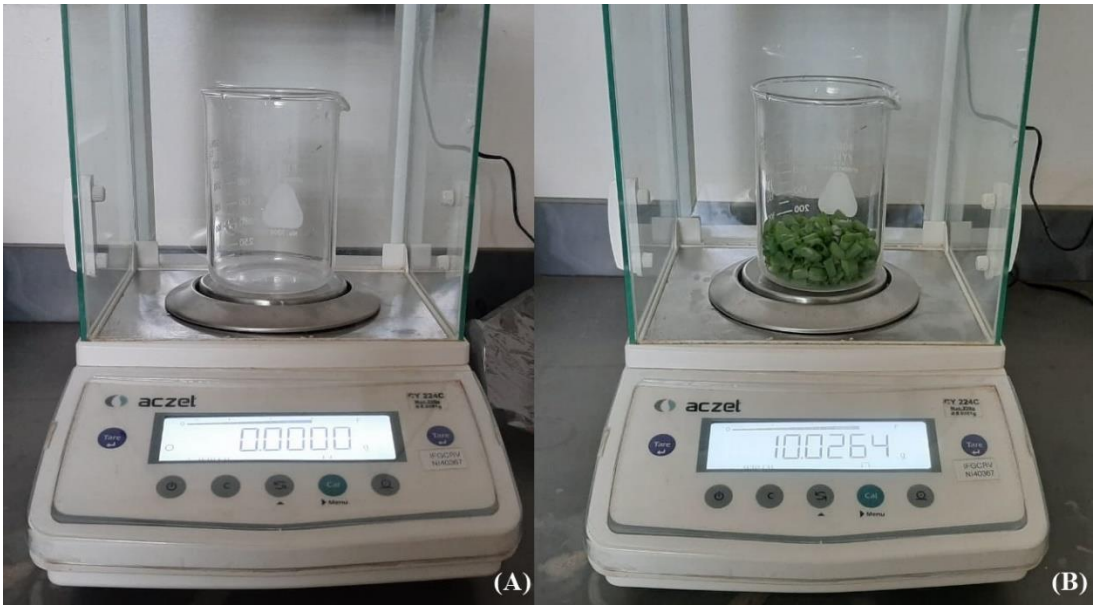


FIGURA 4 - Pesagem das amostras de cebolinha em balança analítica.

3.3 Análise de Cor

A avaliação dos parâmetros de cor da amostra foi analisada com o auxílio do equipamento ColorFlex EZ Standards Box, CFEZ 2692, fabricado pela HunterLab (Figura 5).

FIGURA 5 - Vista frontal do ColorFlex EZ Standards Box (A). Vista superior do ColorFlex EZ Standards Box (B).

Para o manuseio do equipamento, o passo inicial foi a calibração, que consiste na utilização de dois espelhos, branco e preto, os quais são postos diante da lente do aparelho, nesta respectiva ordem. A leitura é aferida através da função Sensor/Standardize, quando finalizada para ambos os espelhos, o aparelho tem a calibração finalizada e permanece pronto para uso.

A amostra é inserida em recipiente de acrílico e permanece sob o feixe de luz, na sequência é adicionado sobre o recipiente um suporte preto, que possui a finalidade de impedir que a iluminação externa cause interferência na análise da amostra (Figura 6).

FIGURA 6 - Leitura de amostra no ColorFlex EZ Standards Box.

No display do aparelho são exibidas as coordenadas L*, a* e b*, em que L* representa a luminosidade, a* coordenada cromática vermelho/verde e b* coordenada cromática amarelo/azul. As amostras de cebolinha submetidas à análise de cor foram: *in natura*, após secagem em microondas e após 1 mês de secagem. Os parâmetros instrumentais de cor foram analisados 10 vezes para cada uma das condições.

3.4 Rendimento

O rendimento da cebolinha após a secagem, foi calculado com base nos pesos aferidos no início e ao final do processo, com o resultado expresso em porcentagem.

3.5 Análise Estatística

A secagem da cebolinha no microondas foi realizada quatro vezes, os resultados estão apresentados de forma descritiva, em função do tempo (s) e peso (g).

A curva de secagem foi obtida por meio do software gráfico OriginPro 8®.

Os resultados dos parâmetros instrumentais de cor foram submetidos ao teste de médias Tukey a 5% de probabilidade em software estatístico. para tanto, foram considerados três Tratamentos: 1 - cebolinha *in natura*, 2 - cebolinha seca em microondas e 3 - cebolinha seca em microondas e estocada por 30 dias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Curva da Secagem de Cebolinha

As pesagens durante a secagem das amostras de cebolinha estão apresentadas na Tabela 1, e posteriormente, inseridas no software, OriginPro 8, onde o mesmo realizou a combinação do tempo com a massa da amostra para obtenção da curva de secagem (Figura 7).

TABELA 1 - Análise da secagem de cebolinha em microondas.

Tempo(s)	**Amostra 01**	**Amostra 02**	**Amostra 03**	**Amostra 04**
			(g)	
0	11,33	10,09	10,02	10,29
30	10,05	9,35	9,08	9,56
60	8,34	8,04	7,87	8,34
90	6,63	6,54	6,42	6,85
120	5,27	5,21	5,14	5,39
150	4,20	4,07	4,10	4,27
180	3,43	3,25	3,16	3,36
210	2,75	2,66	2,54	2,72
240	2,34	2,24	2,09	2,20
270	2,06	1,91	1,79	1,85
300	1,90	1,68	1,58	1,65
330	1,77	1,53	1,44	1,51
360	1,63	1,42	1,33	1,40
390	1,55	1,34	1,25	1,34
420	1,49	1,30	1,21	1,30
450	1,45	1,26	1,18	1,27
480	1,41	1,21	1,15	1,26
510	1,40	1,19	1,13	1,24
540	1,40	1,18	1,11	1,23

s = segundos. g = gramas

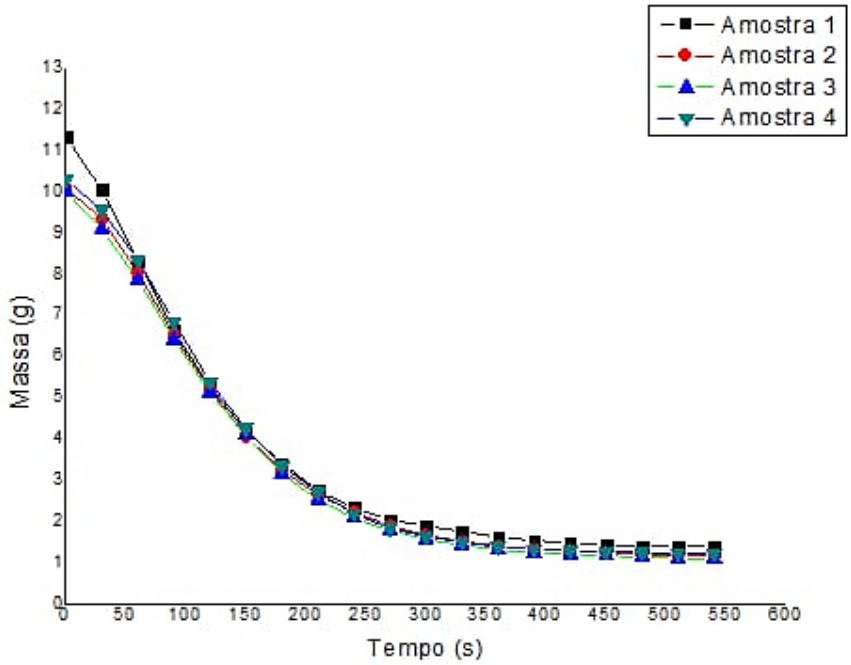


FIGURA 7 - Curva de secagem da cebolinha.

As amostras de cebolinha analisadas demonstraram bom comportamento durante a secagem via microondas, o perfil de secagem se demonstrou padrão para todas as repetições do processo, como pode ser observado na Figura 7. A curva demonstrou que após 360 segundos sob aquecimento, a variação de peso durante o processo foi mínima. Quando após três aferições contínuas a amostra apresentou peso constante, a secagem pode ser cessada, nesse momento a massa de água livre presente na cebolinha foi cedida por completo para o meio.

Silva (2014) fez o estudo da secagem de cebolinha em estufa com circulação de ar na temperatura de 30 °C, aferindo o peso a cada 15 minutos até que o mesmo se tornasse constante. A secagem durou 4 quatro horas. Período similar ao obtido pelo método de secagem em secador de bandeja com temperatura do ar de 65°C e velocidade de 0,5 m por s, abordado por Cano-Chauca et al. (2020), que atingiu peso constante após quatro horas e meia de secagem. A secagem da cebolinha em microondas deve ser levada em consideração pela rapidez do processo, porém, quanto a quantidade obtida ao final da secagem a estufa é mais adequada. Os diferentes métodos de secagem devem ser levados em consideração quanto à disponibilidade do equipamento, considerando que a maioria das residências dispõe de microondas, recomenda-se o uso por parte das donas de casa.

A Figura 8 demonstra o processo de secagem da cebolinha durante cada ciclo no microondas. A Figura 8 A demonstra a cebolinha após 30 segundos no microondas, nesse período a coloração não diferiu da amostra *in natura*.

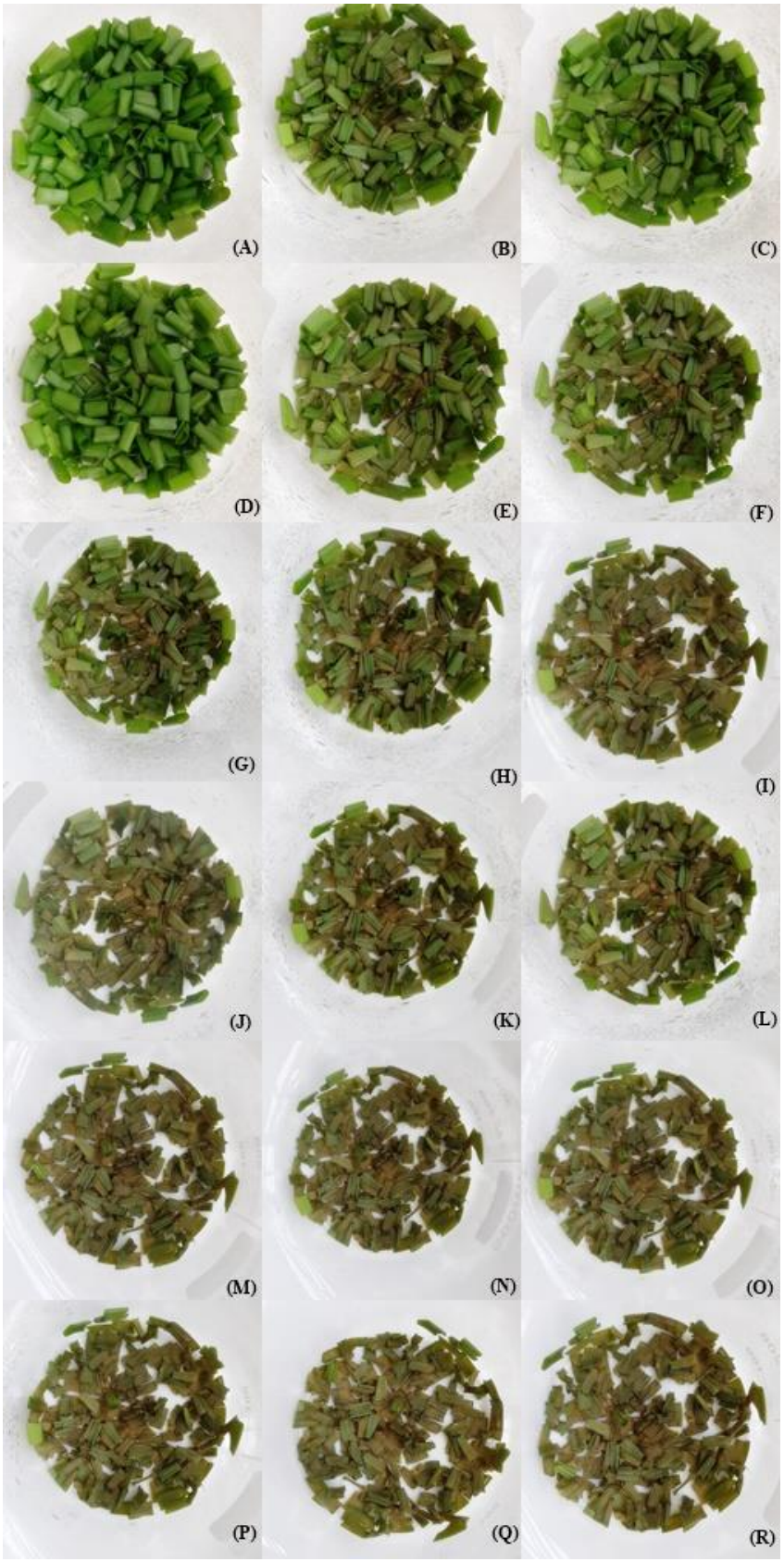


FIGURA 8 - Amostras de cebolinha em processo de secagem no microondas. Após 30 s no microondas (A), 60 s (B), 90 s (C), 120 s (D), 150 s (E), 180 s (F), 210 s (G), 240 s (H), 270 s (I), 300 s (J), 330 s (K), 360 s (L), 390 s (M), 420 s (N), 450 s (O), 480 s (P), 510 s(Q) e 540 s (R).

Na Figura 8 B pode-se notar as primeiras folhas a trocar massa de água com o meio, a cor sofreu alterações, ganhando tons terrosos. No decorrer da secagem é notável a alteração no aspecto visual das amostras, pode-se perceber que as primeiras folhas a cederem água, são as que permaneceram no centro do recipiente, local em que a concentração de cebolinha era maior.

4.2 Análise Colorimétrica

As coordenadas obtidas pelo colorimetro foram utilizadas para análise estatística, através da tabela de análise de variância (ANOVA), a qual indica se há dentre as amostras um parâmetro que se difere dos demais. O estudo foi feito com o auxílio do software Sisvar.

TABELA 2 - Análise de variância para as coordenadas de luminosidade, a* e b*.

Coordenada	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Luminosidade	Tratamento	2	42,939	21,469	215491,149	0,000
	Erro	27	0,00269	0,0001	-	-
	Total corrigido	29	42,941	-	-	-
a*	Tratamento	2	914,122	457,061	2.315.319,62	0,000
	Erro	27	0,00533	0,000197	-	-
	Total corrigido	29	914,128	-	-	-
b*	Tratamento	2	20,86	10,43	15.188,98	0,000
	Erro	27	0,01854	0,000687	-	-
	Total corrigido	29	20,878	-	-	-

Conforme a Tabela 2, o valor de Fc para todas as coordenadas foi maior que o valor de Pr, nesse caso o H_0 é rejeitado e conclui-se que o parâmetro de luminosidade, a* e b* se diferem em pelo menos uma das amostras de cebolinha.

A ANOVA não é capaz de informar qual dos parâmetros é diferente, para isso é necessário aplicar o teste de Tukey após rejeitar-se o H_0. O teste foi realizado através do mesmo software, adotando nível de 5% de confiança (Tabela 3).

TABELA 3 - Teste de Tukey a 5% de confiança para as coordenadas de L* = luminosidade, a* = coordenada cromática vermelho/verde e b* = coordenada cromática amarelo/azul.

Coordenada	Tratamentos	Médias	Resultado do teste	CV (%)	Média geral
L*	1	35,91	A	0,030	36,18
	2	37,77	B		
	3	38,89	C		
a*	1	-9,58	A	-0,70	-2,01
	2	0,12	B		
	3	3,43	C		

	1	22,15	A				
b*	2	21,54		B		0,12	21,28
	3	20,16			C		

A, B, C = Tratamentos com a mesma letra são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de confiança.

No teste de Tukey tratamentos que recebem a mesma nomenclatura são considerados iguais, com base nisso, pelo resultado apresentado na Tabela 3, pode-se concluir que para as coordenadas de L*, a* e b*, todas as amostras diferiram entre si, portanto, nenhum dos tratamentos aplicados possui padrão de cor equivalente, ou seja, a secagem e armazenamento alteram a cor da cebolinha.

Com base no teste de Tukey, pode-se concluir que mesmo que as coordenadas L*, a* e b*, tendam para o mesmo padrão de cores, as amostras possuem diferença significativa entre si.

A coordenada a* apresentou valores positivos e negativos, onde o positivo aproxima-se do vermelho e o negativo do verde. Neste parâmetro a amostra *in natura* foi a única a qual tendeu para o tom verde.

A luminosidade aumentou a medida em que a amostra permaneceu acondicionada. O parâmetro a* aumentou, portanto, ao passar dos dias a clorofila (responsável pela pigmentação verde) sofreu com o processo de oxidação. A coordenada b* foi única quanto a redução no decorrer da estocagem, indicando que após a secagem a amostra perdeu a tonalidade amarela.

O estudo de Cano-Chauca et al. (2020) com a aplicação do colorímetro modelo CR 400, marca Minolta, obteve resultados semelhantes, diferindo somente na luminosidade, em que, para o autor, após a secagem da amostra o valor de L* reduziu, indicando maior opacidade da cebolinha.

A diferença de cor entre os tratamentos de cebolinha estão apresentados na Figura 9, segundo Bezerra, (2007) as amostras após secagem sofrem perda na qualidade da cor.

FIGURA 9 - Amostra de cebolinha *in natura* (A). Amostra de cebolinha após a secagem (B).

Amostra de cebolinha desidratada e armazenada por 30 dias (C).

4.3 Rendimento

O rendimento da cebolinha após a secagem foi de 11,69 %, maior que o de outros autores, como Cano-Chauca et al. (2020) que relataram rendimento de 4,60% de cebolinha após a secagem, essa divergência se dá pelo método e tempo de secagem utilizado.

Considerando o rendimento de 11,69 %, para a produção de 1 kg de cebolinha seca, são necessários 8,55 kg de cebolinha *in natura.* A secagem se torna viável para aumentar a vida de prateleira do produto, contudo, no mercado o valor agregado deve ser superior ao do alimento na forma convencional, visto que além da tecnologia aplicada, demanda uma quantia significativa de matéria prima para produção.

5 CONCLUSÃO

A secagem em microondas demonstrou por pontos positivos ser simples, eficaz, de baixo custo, demandar tempo menor em relação as demais técnicas citadas e a vasta mão de obra, visto que qualquer pessoa que se proponha a aprender conseguirá reproduzir o processo em casa, tendo como destaque o rendimento obtido, que foi superior a outros métodos. Ponto negativo, requer paciência do analista, adição de quantias pequenas e bem espaçadas, troca constante da água no microondas, evitando que as amostras sejam superaquecidas. A cebolinha após a secagem tem maior *shelf life* e a diferença notada foi que durante a estocagem, a mesma sofreu degradação dos pigmentos, contudo, o aroma continuou intacto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. Aliáceas. In: **Manual de culturas hortícolas.** Vol 1. 1ª ed. Lisboa Portugal. 2006.

BELFORT, C.C.; HAAG, H.P.. **Nutrição Mineral de Hortaliças - Carência de Macronutrientes em Cebolinha (*Allium fistulosum*)**. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Volume XL. p. 221-234, 1983.

BEZERRA; T. S. **Desidratação de Hortaliças: Aspectos Teóricos.** Universidade de Brasília - UnB. Dissertação (Pós-Graduação) - Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos. Brasília - DF, 2007. 52 f.

BORGES, A. **Colorimetria e Espectrofotometria**. 2019. Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP., p. 1-18.

CANO-CHAUCA, M. N. et al. Parâmetros técnicos de secagem de cebolinha desidratada (*Allium fistulosum*). In: VIERA, Vanessa Bordin et al. Investigação cinetífica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos. Belo Horizonte, Mg: Atena, 2020. Cap. 13. p. 104-110.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa, 2010. 49 p.

CONTE, I. I.; BOFF, L. A. **As crises mundiais e a produção de alimentos no Brasil**. Acta Scientiarum: Human and Social Sciences, v.35, n.1, p.49-59, 2013.

EMBRAPA. Pós-Colheita de Hortaliças. **O produtor pergunta, a Embrapa responde. Coleção: 500 Perguntas, 500 Respostas.** Brasília - DF, p. 1-256. 2011

EMBRAPA. **Tem Ciência no seu Alimento.** Hortaliças em Revista, Brasília - DF, n. 25, p. 4-22, 01 maio 2018. Quadrimestral.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, Poliana Cristina. **Colorimetria - Princípios e aplicações na agricultura.** n 4. Análises não destrutivas.; p: 209-220.; 2014.

FREDDO, A. R.; CECHIM, F. E.; MAZARO, S. M. **Conservation of post-harvest leaves of green onion (*Allium fistulosum L.*) with the use of salicylic acid solution**. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Paraná, v. 6, n. 3, p. 87-94, 2014.

KANEKO, M. G. **Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da amazônia à base de madeira em decomposição (Paú).** Dissertação de Mestrado – Ciências Agrárias. Universidade de Brasília. 2006. 37 f.

LANA, M. M. **Perdas e desperdício de hortaliças no Brasil**. In: PERDAS e desperdício de alimentos: estratégias para redução. Brasília, DF: Câmara dos Deputados,

Edições Câmara, 2018. p. 87-114. (Cadernos de trabalhos e debates, 3).

LOPES, L. C.; FROTA, M. N. **Controle metrológico da cor aplicado à estamparia digital de materiais têxteis**. Rio de Janeiro, 2009. 142p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

LOPES, M. R. et al. **Percepção dos Consumidores sobre a Qualidade e Segurança Alimentar das Hortaliças Minimamente Processadas**. 2014. UNIDERP. Ponta Grossa - PR.

MAKISHIMA, N, **O cultivo de hortaliças, - Brasnia** :EMBRAPA-CNPH :EMBRAPA-SPI, 1993. 116p.; 16 cm. - (Coleção Plantar; 4).

MARTINS, A. L. C. Planejamento da Horta. In: CENTRO DE INTELIGÊNCIA ORGÂNICOS (Rio de Janeiro). **Planejamento da Horta**. Rio de Janeiro. 2013. Cap. 2. p. 25-30.

MUNIZ, L. B. **Caracterização química, física e de compostos funcionais em cebolas frescas e minimamente processadas.** Universidade de Brasília, departamento de Nutrição. Dissertação (Mestrado) - Nutrição Humana. Brasília, 2007. 160 f.

NAKAYAMA, V. L. T. A Importância das Hortaliças na Alimentação Humana. In: CENTRO DE INTELIGÊNCIA ORGÂNICOS (Rio de Janeiro). **Planejamento da Horta**. Rio de Janeiro. 2013. Cap. 2. p. 8-12.

NETO, S. E. A. et al. **Plantio direto de cebolinha sobre cobertura vegetal com efeito residual da aplicação de composto orgânico**. Ciência Rural. Santa Maria, n.5, p.1206-1209, mai, 2010.

MELO, E. L.; LOPES, J. S.; DEODORO, R. N.; MARUYAMA, U.; GUIMARÃES, A. A. **O desafio do planejamento de demanda no setor hortifrutigranjeiro: um estudo de caso da Empresa Nova Casbri**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. Anais... Alagoas: UFAL, 2013.

MENDES, P. A. P. **Estudo do Teor de Alicina em Alho.** Instituto Politécnico de Bragança. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química. Bragança. 2008. p.: 1-35.

PARK, K. J. B. **Construção de um Software de simulação e seleção de equipamentos para processos de secagem**. 2008. Universidade Estadual de Campinas.

PEREIRA, M. S. **Aplicação de secagem por microondas no tratamento de cascalho de perfuração**. 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

SILVA, E. S. da *et al*. **Secagem de Grãos e Frutas: Revisão Bibliográfica**: grain drying and fruits: literature review. Grain drying and Fruits : Literature Review. Revista

Brasileira de Agrotecnologia (Garanhuns – PE - Brasil) v.5,n.1,p. 19-23, Jan-Dez, 2015.

SILVA, F. A. da *et al*. **Impacto da secagem com microondas sobre o perfil sensorial de amêndoas de noz macadâmia**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 553-561, jul.-set. 2007.

SILVA, J. S. e; QUEIROZ, D. M.; SOUSA, F. F. **Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas: estudo da secagem em camada espessa.** In: 2 EDIÇÃO. 2008, Viçosa - Mg: Capítulo 06, 2008. p. 139-169.

SILVA, A. L.; MACHADO, M. D. **Canais de distribuição para produtos agroindustriais.** In: BATALHA, M. O. (coord.). Gestão do agronegócio: textos selecionados. São Carlos: EdUFSCar, 2009. p. 219-260.

SILVA, M. G. **Cinética de secagem de hortaliças: Estudo preliminar.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande – PB. 2014.

SOUZA, R. M. **Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde**. 2012. Rio de Janeiro.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; RASSINI, J. B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico**. São Carlos, Sp: Embrapa, 2002. 9 p.