



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

CINÉTICA DE SECAGEM DE HORTALIÇAS: ESTUDO PRELIMINAR

MARCELO GOMES DA SILVA

CAMPINA GRANDE – PB
2014

MARCELO GOMES DA SILVA

CINÉTICA DE SECAGEM DE HORTALIÇAS: ESTUDO PRELIMINAR

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como exigência para obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz

CAMPINA GRANDE – PB
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586c Silva, Marcelo Gomes da.
Cinética de secagem de hortaliças [manuscrito] : Estudo preliminar / Marcelo Gomes da Silva. - 2014.
42 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.
"Orientação: Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz, Departamento de Química Industrial".

1. Hortaliças. 2. Secagem convectiva. 3. Modelo matemático. I. Título.

21. ed. CDD 635.91

MARCELO GOMES DA SILVA

CINÉTICA DE SECAGEM DE HORTALIÇAS: ESTUDO PRELIMINAR

*Trabalho de Conclusão de Curso
(TCC) apresentado como
exigência para obtenção do
Título de Bacharel em Química
Industrial da Universidade
Estadual da Paraíba – UEPB.*

APRESENTADO EM: 03 / Novembro 2014

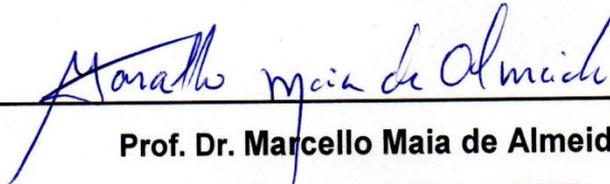
BANCA EXAMINADORA



**Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz
(Orientadora – DESA/ UEPB)**



**Profa. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima
(Examinadora – DESA/ UEPB)**



**Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida
(Examinador – DESA / UEPB)**

CAMPINA GRANDE - PB
2014

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José João da Silva e Maria Gomes da Silva, por estarem sempre presentes durante esta jornada, me apoiando e incentivando e me ajudando a seguir o caminho certo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria alcançado, por me dar força e coragem para vencer todos os obstáculos os quais passei, por me mostrar que apesar do caminho da vitória ser longo e sofrido é possível torná-lo bem mais fácil através da fé.

A minha família que sempre me apoiou em todos os momentos presentes nas minhas conquistas, que me dá forças quando preciso, ajudando nas escolhas e que é base da minha formação como cidadão.

As minhas irmãs Severina e Mauricélia Gomes, que me ajudaram, quando criança nos estudos e que me incentivaram de forma incondicional durante toda essa trajetória.

A minha orientadora Dra. Márcia Ramos Luiz, que além de excelente professora é uma grande amiga e ajudou bastante nesta reta final, passando conhecimento e orientando de forma primorosa para conclusão deste trabalho. E também pelos conselhos de caráter ético e alerta de como se comportar como um bom profissional.

A todos os meus amigos e colegas, em especial a meu amigo de longa data Rafael Marcelino que me ajudou bastante, principalmente nesta reta final.

E por fim a todos meus professores e professoras do fundamental, médio e superior que contribuíram de forma essencial para minha aprendizagem e que me ajudaram a chegar até aqui.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de hortaliças no Brasil.....	14
Figura 2 - Coentro (<i>Coriandrum sativum</i> L.).....	16
Figura 3 - Cebolinha (<i>Allium schoenoprasum</i> L.).....	17
Figura 4 - Salsa (<i>Petroselinum crispum</i> Mill.).....	18
Figura 5 - Fluxograma do processamento térmico de hortaliças.....	21
Figura 6 - Exemplo de curva de secagem.....	24
Figura 7 - Fluxograma do procedimento experimental.....	29
Figura 8 – Cestas utilizadas durante os experimentos com suas respectivas amostras.....	30
Figura 9 - Estufa com circulação de ar.....	30
Figura 10 - Balança Semi-analítica.....	31
Figura 11 - Cinética de secagem das folhas de hortaliças.....	32
Figura 12 - Curva da taxa de secagem para as folhas da cebolinha.....	33
Figura 13 - Curva da taxa de secagem para as folhas do coentro.....	33
Figura 14 - Curva da taxa de secagem para as folhas da salsa.....	34
Figura 15 - Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para a cebolinha na temperatura de 60°C....	35
Figura 16-Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para o coentro na temperatura de 60°C.....	36
Figura 17-Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para a salsa na temperatura de 60°C.....	36

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos matemáticos para a cinética de secagem.....	27
Tabela 2 - Condições operacionais para os experimentos.....	29
Tabela 3 - Resultados dos parâmetros dos modelos empíricos.....	37

RESUMO

As hortaliças utilizadas como alimento há bastante tempo em sua forma natural, vêm nos últimos tempos, sendo processada pelas indústrias para a sua comercialização em um mercado de maior abrangência. Diante do interesse do consumidor por esse tipo de produto processado, buscaram-se técnicas que melhorasse esse processamento mantendo as características do produto. Uma dessas técnicas desenvolvidas é a secagem convectiva, bastante utilizada para a secagem de hortaliças, uma vez que mantém a qualidade do produto, não traz grandes alterações nutritivas e mantém o produto conservado por um bom período, aumentando sua vida útil no mercado. Coentro (*Coriandrum sativum* L.), cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) e salsa (*Petroselinum crispum* Mill.) são hortaliças que apresentam características semelhantes e são usadas, até mesmo combinadas, para dar sabor e aroma a outros alimentos. Este trabalho apresenta um estudo da secagem dessas hortaliças com o objetivo de avaliar a cinética de secagem convectiva nas mesmas condições de temperatura e massa. As condições operacionais usadas foram o tipo de hortaliça, com a temperatura e massa para 60°C e 30g, respectivamente. Foi possível observar, através dos resultados, que as hortaliças estudadas apresentaram praticamente o mesmo comportamento cinético no processo de secagem. Foi observado por meio das curvas de cinética de secagem obtidas a partir dos dados experimentais e foram utilizados modelos matemáticos para representar os dados experimentais. Constatou-se que o modelo matemático que melhor representou esses dados foi o de Midili. O produto final apresentou boa aparência e visivelmente manteve suas características, assim podendo ser embalado e armazenado para posterior comercialização.

PALAVRAS-CHAVES: Hortaliças; secagem convectiva; modelo matemático.

Abstract

The vegetables used as food for a long time in its natural form, have in recent times, being processed by industries for their marketing in a more comprehensive market. It before the consumer interest in this type of product processed, search to improve this processing techniques keeping the product's features. One Of these techniques is developed convective drying is commonly used for drying vegetables, since it maintains the quality of the product, does not bring big changes and maintains nutritional product preserved for a long period, increasing its useful life in the market. It Corianders (*Coriandrum sativum* L.), chives (*Allium schoenoprasum* L.) and parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) They are vegetables that have similar characteristics and are used, even combined, to flavor and aroma to other foods. It this works to show studies of the drying of these vegetables in order to evaluate the convective drying kinetics under the same conditions of temperature and mass. The operating conditions used were the type of herbs with temperature and mass to 60 ° C and 30g, respectively. It was observed; from the results that the vegetables studied had virtually the same kinetics in the drying process. It was observed by means of the drying kinetics curves obtained from experimental data and mathematical models are used to represent the experimental data. It was found that the mathematical model that best represented these data was the Midili. The final product had good looks and visibly maintained its features, so it can be packed and stored for later marketing.

KEY – WORDS: Vegetables, convective drying, mathematical model.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1. Objetivo Geral	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
2.1. HORTALIÇAS	13
2.2. HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS.....	13
2.3. CARACTERÍSTICAS DAS HORTALIÇAS.....	14
2.4. CLASSIFICAÇÃO DAS HORTALIÇAS.....	15
2.5. COENTRO(Coriandrum sativam L.)	15
2.6. CEBOLINHA (Allium schoenoprasum L.)	16
2.7. SALSICA (PetroselinumCrispum Mill.).....	17
2.8. QUALIDADE DAS HORTALIÇAS	18
2.9. PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUEM NA QUALIDADE DE HORTALIÇAS	18
2.10. REGULAMENTAÇÃO DAS HORTALIÇAS	19
2.11. CONSERVAÇÃO DE HORTALIÇAS PELO CALOR	20
2.12. DESIDRATAÇÃO DE HORTALIÇAS	21
2.13. CINÉTICA DE SECAGEM.....	23
2.14. MODELOS MATEMÁTICOS	26
3. METODOLOGIA	28
3.1.MATÉRIA PRIMA	28
3.2.SELEÇÃO	28
3.3 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA PARA O PROCESSAMENTO	28
3.4 HIGIENIZAÇÃO.....	28
3.5 EXPERIMENTO DE SECAGEM	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Hortaliça é a planta herbácea da qual uma ou mais partes são utilizadas como alimento na sua forma natural (ANVISA, 1978). As hortaliças são plantas de suma importância para o fortalecimento principalmente de vitaminas, sais minerais e fibras e algumas delas também servem como fonte de carboidratos e proteínas (BRASIL, 2010).

Diante da importância nutricional encontrada nas hortaliças, o mercado de alimentos tanto o mundial quanto o brasileiro vem, nos últimos anos, desenvolvendo novas tecnologias que melhoram o aproveitamento do alimento, evitando o desperdício e prolongando sua vida útil.

As hortaliças minimamente processadas têm ocupado, de forma vertiginosa, cada vez mais espaço nas gôndolas dos supermercados. Faz algum tempo que estas empresas perceberam que o seguimento de frutas, legumes e verduras (os chamados "FVL") eram somente um chamariz para o consumidor, mas sim, e de maneira significativa, uma verdadeira fonte de renda. Foi com esta mudança de paradigma que os produtos minimamente processados começaram a apresentar aumento significativo no volume de vendas (EMATER, 2007).

Existe uma variedade enorme de hortaliças das quais se pode citar três que apresentam características semelhantes quanto ao uso, sejam eles:

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) que é uma espécie vegetal pertencente à família *Umbelliferae*; herbácea, anual, originária da região mediterrânea.

A cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) que também é uma planta de textura herbácea, suas folhas são verdes, compridas e cilíndricas, como tubos ocos, inflados desde a base.

E a salsa (*Petroselinum Crispum* Mill.) que é uma erva aromática originária do mediterrâneo e vem sendo utilizada desde a antiguidade tanto na alimentação como na medicina (LEAL *et al.*, 2009). Estas hortaliças são usadas como condimento para dar aroma e sabor aos alimentos.

O processamento mínimo de hortaliças trouxe ao mercado uma maior disponibilidade do produto, já que seu tempo de conservação é prolongado, poderá ser comercializado durante todo o ano, mesmo em períodos

deescassez da matéria prima. Para produzir este produto de longa duração, um dos fatores essenciais é a qualidade do processo o qual é submetido. Para que o produto final chegue ao mercado com boa qualidade é necessário, além de técnicas eficientes, seguir as normas estabelecidas pela legislação vigente.

Para as hortaliças é de competência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA) controlar todas as etapas do processo de produção até o consumo do produto final(OETTERER *et al.*, 2006).

Dentro do processamento mínimo de hortaliças destaca-se a conservação pelo calor, que é um processo bastante utilizado e muito importante principalmente nas indústrias.

A desidratação é uma técnica de aplicação de calor definida por Alquirre *et al.* (1999), como um processo que utiliza energia térmica para remover parte ou quase a totalidade da água das hortaliças. Este processo de desidratação pode ser feito de forma natural ou artificial.

É um processamento que conserva a qualidade do produto diminuindo a carga microbiana, inativando enzimas, eliminando água e mantendo a qualidade sensorial presente no alimento. Os principais fatores que influenciam neste processo são: umidade, atividade de água do alimento, potencial hidrogeniônico (pH), tempo e temperatura. Estes fatores são a base de estudo para que o processo aplicado ao produto seja eficiente.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar o processo de secagem convectiva de três hortaliças: coentro, cebolinha e salsa.

1.1.2. Objetivos Específicos

Realizar o processo de secagem convectiva de três hortaliças: coentro, cebolinha e salsa.

- Determinar por meio de dados experimentais as curvas de secagem para cada hortaliça.
- Avaliar o ajuste dos modelos empíricos no processo de secagem convectiva para cada hortaliça.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. HORTALIÇAS

O termo olericultura é derivado do latim que significa *olus* = hortaliças e *colere* = cultivar, portanto, é utilizado para designar o cultivo de certas plantas herbáceas, geralmente de ciclo curto e tratos culturais intensivos, cujas partes comestíveis são diretamente utilizadas na alimentação humana, sem exigir industrialização prévia. As hortaliças também são denominadas por cultura olerácea e são popularmente conhecidas como verduras e legumes(MARTINS *et al.*, 2006).

2.2. HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS

Hortaliças minimamente processadas são definidas como produtos prontos para consumo, ou seja, são preparados por meio de operações como:descascamento,corte, sanitização, centrifugação e acondicionamento em embalagens apropriadas à manutenção do produto em seu estado fresco (GOMES *et al.*, 2005).

Pode-se dizer que o surgimento das hortaliças minimamente processadas é um dos capítulos mais atuais e significativos da história da alimentação humana e da própria história da oferta de alimentos na economia de mercado. Seu aparecimento decorreu não apenas de transformações mais recentes nos hábitos e costumes alimentares da civilização, mas de fatores psicológicos, sociais e econômicos que vêm condicionando novas formas de viver e de buscar a felicidade(SEBRAE,2008).

O Brasil destaca-se como um dos principais produtores de frutas e hortaliças, toda via os seus índices de exportação são baixos, se comparado com outros países (FERREIRA, 2008). Apesar do baixo índice de exportação, a produção de hortaliças no Brasil vem crescendo nos últimos anos conforme apresentado na Figura 1, que ilustra a produção de hortaliças no Brasil (SEBRAE, 2008).

Figura 1 - Produção de hortaliças no Brasil.



Fonte: IBGE, 2013 (Produção Agrícola Municipal, 2012)
 Δ= Incrementos percentuais entre os anos 2008 e 2012

Fonte: VILELA (2013).

No País, o início da atividade de processamento mínimo de frutas e hortaliças ocorreu com a chegada das redes *fast food* no final da década de 70, principalmente nos estados do sudeste. A pesquisa e o desenvolvimento dessa tecnologia iniciaram-se de forma consistente e sistematizada a partir de meados da década de 1990, permitindo que os empresários do setor pudessem atuar de forma mais organizada, sustentável e competitiva (SEBRAE, 2008).

2.3. CARACTERÍSTICAS DAS HORTALIÇAS

Como características mais marcantes, tem-se o caráter intensivo, quanto à utilização do solo, aos tratamentos culturais, à mão-de-obra e os insumos agrícolas modernos (MARTINS *et al.*, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, na maioria dos casos, o ciclo cultural das hortaliças é bem mais curto, comparando-se com as demais culturas, normalmente é de 3 a 6 meses. Pela sua alta rentabilidade física e econômica,

a olericultura permite o aproveitamento de terrenos de baixa fertilidade natural, cuja utilização seria antieconômica para outras culturas.

2.4. CLASSIFICAÇÃO DAS HORTALIÇAS

Existem várias formas de classificar as hortaliças, dentre elas a de Martins *et al.* (2006):

- **Hortaliças tuberosas:** aquelas cujas partes utilizáveis desenvolvem-se dentro do solo, compreendendo: tubérculos (batatinha e cará), rizomas (inhame), bulbos (cebola e alho) e raízes tuberosas (cenoura, beterraba, batata-doce e mandioquinha-salsa).
- **Hortaliças herbáceas:** aquelas cujas partes aproveitáveis situam-se acima do solo, sendo tenras esuculentas: folhas (alface, taioba, repolho e espinafre), talos e hastes (aspargo, funcho e aipo), flores e inflorescências (couve-flor, brócolis e alcachofra).
- **Hortaliças fruto:** utiliza-se o fruto, verde ou maduro, todo ou em parte: melancia, pimentão, quiabo, ervilha, tomate, jiló, berinjela e abóbora.

2.5. COENTRO(*Coriandrum sativum* L.)

2.5.1 Definição e Características

O coentro(*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça condimentar da mesma família da cenoura, da salsa e da mandioquinha-salsa. O coentro é rico em vitaminas A, B1, B2 e C. É pouco exigente em relação ao solo e muito tolerante à acidez (SEBRAE, 2010).

Segundo Costa(2002)*apud* Zanusso-Júnior *et al.*(2011), esta hortaliça é uma espécie vegetal pertencente à família *Umbelliferae*; herbácea, anual, originária da região mediterrânea, mas em consequência do cultivo intenso, aparece hoje espontaneamente na maior parte da Europa.

No Brasil as folhas são amplamente utilizadas como tempero na culinária, especialmente na região nordeste (MELO *et al.*, 2003*apud* ZANUSSO-JÚNIOR *et al.*, 2011).

Na Figura 2 está apresentada a forma do coentro mais comumente conhecido.

Figura 2 - Coentro (*Coriandrum sativum* L.).



Fonte: SEBRAE (2010).

2.5.2 Recomendações de Aproveitamento

O coentro é usado de inúmeras formas, mas seu objetivo principal é dar aroma e sabor a variados pratos, sendo ingrediente de sopas, saladas, carnes, peixes e cozidos em geral.

O coentro é geralmente comercializado em conjunto com a cebolinha, composição chamada cheiro-verde (SEBRAE, 2010).

2.6. CEBOLINHA (*Allium schoenoprasum* L.)

2.6.1 Definição e Características

As plantas de cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) se parecem com as da cebola, porém possuem um número maior de folhas que formam uma touceira. As folhas são uma boa fonte de cálcio, vitamina C e vitamina A (SEBRAE, 2010).

Na Figura 3 está apresentada a cebolinha mais comumente conhecida.

Figura 3 - Cebolinha (*Allium schoenoprasum* L).



Fonte: GUEDES (2014).

2.6.2 Recomendações de Aproveitamento

É utilizada para dar aroma e sabor a pratos variados, como sopas, carnes e assados em geral. Pode ser congelada para aproveitamento posterior. Geralmente é comercializado em maços juntamente com a salsa ou o coentro, o chamado cheiro verde (SEBRAE, 2010).

2.7. SALSA (*Petroselinum crispum* Mill.)

2.7.1 Definição e Características

A Salsa (*Petroselinum Crispum* Mill.) é uma erva aromática originária do mediterrâneo e vem sendo utilizada desde a antiguidade tanto na alimentação como na medicina. No Brasil foi introduzida pelos colonizadores portugueses e passou a ser usada largamente como condimento e ornamentação dos pratos (LEAL *et al.*, 2009).

É um condimento aromático cujas folhas são ricas em vitamina A. Há cultivares defolhaslisas, crespas e muito crespas. Há ainda variedades para consumo das raízes. Esta hortaliça prefere solos bem drenados, ricos em matéria orgânica, que devem ser mantidos sempre úmidos(SEBRAE, 2010).

Na Figura 4 está apresentada a salsa mais comumente conhecida.

Figura 4 - Salsa (*Petroselinum crispum* Mill.).



Fonte: REDAÇÃO RURALNEWS (2014).

2.7.2 Recomendações de Aproveitamento

É vendida em maços, geralmente em conjunto com a cebolinha, conhecido como cheiro-verde. Dá aroma e sabor a diversos pratos, sendo utilizada inclusive para preparação de sucos (SEBRAE, 2010).

2.8. QUALIDADE DAS HORTALIÇAS

A boa qualidade do produto no processamento de hortaliças é fator essencial e indispensável, pois essa está diretamente ligada à aceitação do produto pelo consumidor no mercado. Para as hortaliças, a qualidade está ligada principalmente ao sabor, ao tamanho, a aparência e a textura. Diante de imensa importância é necessário entender esses fatores fundamentais que determinam a qualidade final do produto.

2.9. PRINCIPAIS FATORES QUE INFLUEM NA QUALIDADE DE HORTALIÇAS

2.9.1 Aparência

A aparência é um fator de grande importância no valor de mercado do produto e está ligada ao tamanho e a cor. A homogeneidade visual do produto é extremamente importante para sua valorização. Cada produto possui sua

característica de medida e cada classe de tamanho permite uma amplitude de variação que não prejudique sua uniformidade visual (OETTERER *et al.*, 2006).

As modificações na coloração do produto são usadas para avaliar o estado de amadurecimento das hortaliças, que se devem à degradação de alguns pigmentos, como a clorofila e a formação de carotenóides e antocianinas.

O tipo de processamento que passará a hortaliça é de grande importância na coloração final do produto, uma vez que a coloração está ligada a quantidade de pigmentos encontrados no mesmo.

2.9.2 Textura

A textura está ligada ao nível de amadurecimento do produto e conseqüentemente à aceitação no mercado consumidor. Uma característica observada durante o amadurecimento das hortaliças é o amolecimento dos tecidos vegetais.

2.9.3 Sabor e Aroma

À medida que a hortaliça amadurece, há um aumento na concentração de açúcares e diminuição dos ácidos. Compostos voláteis presentes, combinados adequadamente com açúcares e ácidos orgânicos, são responsáveis pelo sabor e aroma das hortaliças (OETTERER *et al.*, 2006).

2.10 REGULAMENTAÇÃO DAS HORTALIÇAS

O processamento mínimo de hortaliças como de todos os alimentos exige controle absoluto do processo que vai desde a matéria prima até o produto final. Este controle faz-se necessário por ser um produto destinado ao consumo humano.

A qualidade final do produto também está relacionada com a qualidade da matéria prima, por isso o fornecedor deve garantir um bom produto e assim como o processamento deve estar de acordo com as normas e padrões

estabelecidos, ele também deve cumprir o que garantirá a segurança e a preservação da saúde do consumidor.

É de competência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) controlar todas as etapas do processo de produção até o consumo do produto final.

Apesar de não existir ainda uma legislação específica no que diz respeito ao processamento de hortaliças este está de acordo com as Normas específicas sobre higienização de hortaliças que podem ser previstas pelos serviços de vigilância sanitária (OETTERER *et al.*, 2006).

2.11. CONSERVAÇÃO DE HORTALIÇAS PELO CALOR

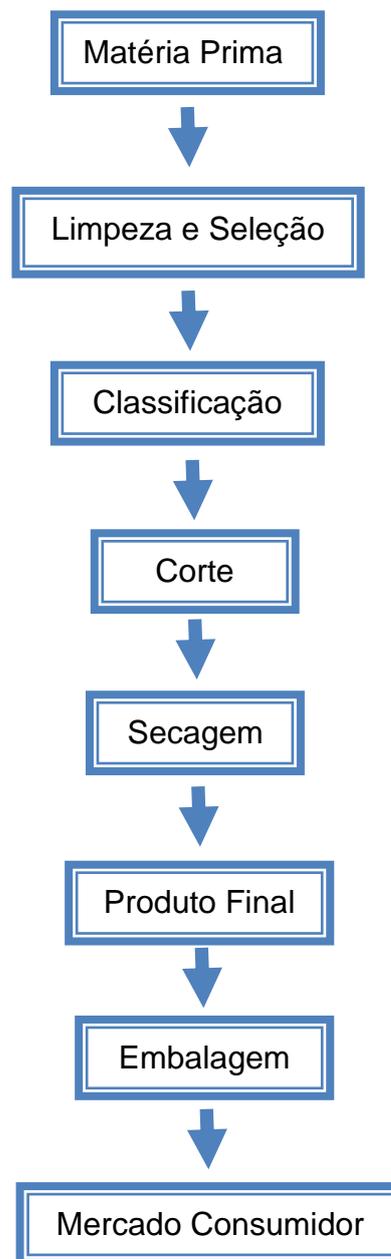
Segundo Oetterer *et al.*, (2006) o surgimento da técnica de conservação de alimento pelo calor surgiu no final do século XVIII quando Napoleão, em 1795, estabeleceu um prêmio para aquele que encontrasse uma forma de preservar os alimentos, que se encontravam escassos devido a guerra, para sustento do exército.

O princípio fundamental da conservação de hortaliças pelo calor é a destruição dos microrganismos pela ação do calor ao qual é submetido durante o processo térmico, a inativação de enzimas, a eliminação de água e a manutenção da qualidade sensorial presente no produto obtido (OETTERER *et al.*, 2006).

A eficiência do processo térmico depende de inúmeros fatores, como o tipo de hortaliça, o tipo de microrganismo que se encontra presente e o tempo e temperatura de tratamento térmico necessário. O estudo desses fatores indicará o processo térmico adequado que será aplicado para que se obtenha um produto de boa qualidade e aumente por consequência sua vida útil no mercado.

De forma geral, as operações envolvidas no processamento térmico de hortaliças são: colheita, transporte, descarregamento, limpeza, seleção, classificação, preparo, secagem, produto final e embalagem. Cada etapa deve ser executada de forma a preservar e garantir a qualidade final do produto. Na Figura 5 está apresentado o fluxograma do processamento térmico de hortaliças.

Figura 5 - Fluxograma do processamento térmico de hortaliças



2.12. DESIDRATAÇÃO DE HORTALIÇAS

A água é um componente característico da hortaliça, mas também é responsável por oferecer ao microrganismo um meio favorável ao crescimento microbiano. A remoção da água livre da hortaliça eleva sua pressão osmótica dificultando a proliferação de microrganismos e também inibe a ação

enzimática que pode causar modificações indesejadas para a hortaliça (OETTERER *et al.*, 2006).

A eliminação da umidade traz vários benefícios ao produto e sua comercialização, diminuindo seu peso e volume, o que resultará na diminuição de gastos com transporte, embalagem e armazenamento, deixando o processo mais econômico. Além disso, o produto final dura mais, ou seja, tem um maior tempo de comercialização e estará disponível nos períodos de escassez da matéria prima, o período de entressafra.

A desidratação pode ser definida, segundo Oetterer *et al.* (2006), como a aplicação de calor, sob condições controladas, para remover a maior parte de água normalmente presente em um alimento, por evaporação.

Ainda segundo o mesmo autor, quando o ar quente circula sobre a hortaliça devidamente pré-tratada, o calor do ar é transferido para a sua superfície e o calor latente de vaporização causa a retirada de sua umidade. A água presente no interior do alimento é transportada do centro para a superfície por capilaridade, onde é evaporada e carregada pela massa de ar quente.

Diante desse fenômeno o tamanho dos pedaços de hortaliça, a receber o processo térmico, influencia diretamente na velocidade de remoção da umidade, uma vez que quanto menor os pedaços de hortaliças maiores a velocidade de secagem.

2.12.1 Métodos de desidratação de hortaliças

2.12.1.1 Secagem natural

A secagem natural é definida como o processo de remoção da água do alimento de forma natural, que consiste na exposição do alimento à ação dos raios solares.

A secagem produz resultados satisfatórios, um material de boa qualidade, aplicação de baixo custo, porém para quantidades grandes de produtos, não é viável, pois depende de fatores imprevisíveis e não controláveis, como clima, pragas e requer áreas enormes para exposição do

produto, além de ser um processo mais lento, exigindo uma demanda maior de tempo para obtenção do produto final.

Esse tipo de secagem só pode ser aplicado em regiões de clima seco, com baixa frequência de chuva, baixa umidade relativa do ar, muitas horas de radiação solar, temperaturas elevadas e boa movimentação dos ventos. Diante destes fatores poucas regiões do mundo utilizam essa técnica, das quais podem ser destacados a Turquia e o Chile, países que apresentam essas características climáticas (OETTERER *et al.*, 2006).

2.12.1.2 Desidratação ou secagem artificial

Desidratação artificial consiste na retirada de água do alimento a ser desidratado, por meio da passagem de ar aquecido, com umidade controlada sobre este alimento, dentro de um sistema de tratamento térmico, no qual o produto pode estar parado ou em movimento.

É um método que apresenta várias vantagens em relação à secagem natural, como: rapidez na obtenção do produto final, controle das condições do sistema e pequena área necessária. Porém, existe uma desvantagem, este sistema exige maior investimento, sendo mais caro e necessitando de mão-de-obra especializada.

Na secagem artificial três variáveis são controladas de acordo com as características do produto e o grau de umidade desejada, que são: temperatura, umidade e velocidade do ar.

O volume de ar necessário para remover o conteúdo de água do alimento está relacionado com a temperatura utilizada. A velocidade com que o ar passa sobre o produto depende da capacidade do secador usado, assim como das dimensões e porosidade do alimento a ser desidratado, ou seja, depende da facilidade com que a água do produto passe de dentro para sua superfície.

2.13. CINÉTICA DE SECAGEM

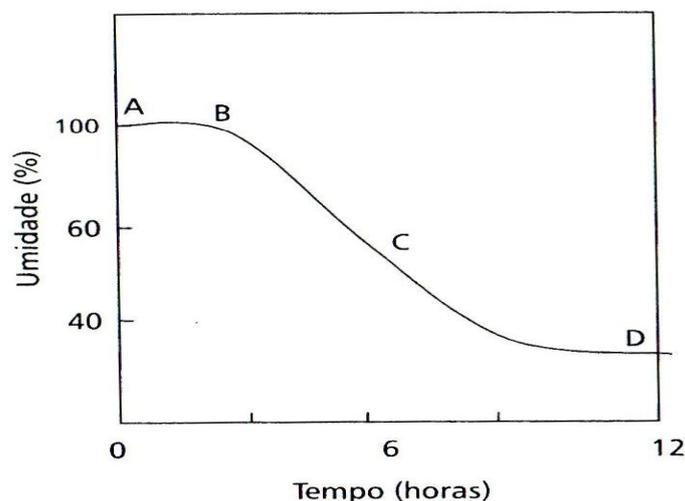
De acordo com Goyal *et al.* (2007) *apud* Silva *et al.* (2008), a secagem de alimentos é um fenômeno complexo, o qual requer representações para a

predição do comportamento e otimização de seus parâmetros. Dentro deste contexto, os modelos matemáticos têm sido empregados para estimar o tempo e representar o processo de secagem.

Quando o alimento devidamente pré-tratado é exposto ao sistema de secagem com umidade relativa definida, ele irá ganhar ou perder umidade até que atinja um ponto de equilíbrio. Como no processo de desidratação, o produto possui umidade maior que a do sistema, ele terá sua pressão de vapor diminuída até que atinja a pressão de vapor desse sistema.

Na Figura 6 é apresentado o comportamento da umidade em função do tempo de desidratação.

Figura 6 - Exemplo de curva de secagem.



Fonte: OETTERER *et al.* (2006).

Na figura 6 pode-se verificar vários segmentos, dentre eles:

O segmento AB que representa o início do processo de secagem, quando o alimento é colocado no secador e passa por um período de acomodação. Nessa fase, a velocidade com que a água se move do interior para a superfície é a mesma com que a água da superfície é evaporada. Essa fase é teoricamente denominada de período de velocidade constante de evaporação.

O segmento BC é chamado de primeiro período de velocidade decrescente e de acordo com Alquirre *et al.* (1999), durante esse período, a superfície exposta do material está saturada, existindo um filme contínuo de

água sobre o sólido. Assim sendo, o mecanismo de secagem é semelhante ao mecanismo de evaporação de água em um reservatório.

A fase final segmento CD corresponde ao chamado segundo período de velocidade decrescente, este é o período mais longo de uma operação de secagem. Segundo Alquirre *et al.* (1999), começam a partir do instante em que o material atinge o ponto de umidade crítica. Este ponto, também chamado de ponto crítico, indica o instante em que o movimento do líquido do interior do sólido para a superfície é insuficiente para manter um filme contínuo sobre a superfície do sólido. Desta forma, a superfície do material torna-se cada vez mais seca.

A partir do ponto D a umidade permanece constante, a velocidade de secagem é nula e não se tem mais secagem.

Segundo Villar (1999) *apud* Gouveia *et al.* (2003), as curvas de secagem à taxa decrescente podem ser côncavas, convexas ou aproximar-se de uma linha reta; podem apresentar um ponto de reflexão, quando ocorre uma mudança na forma física do material, como por exemplo, quando se produz contração e ruptura e quando se forma uma película na superfície do material parcialmente seco.

Os produtos são muito diferenciados entre si, devido a sua forma, estrutura e suas dimensões, além das condições de secagem serem muito diversas, conforme as propriedades do ar de secagem e a forma com que se faz o contato ar-produto.

Uma vez que o produto é colocado em contato com o ar quente, ocorre uma transferência de calor do ar ao produto sob o efeito da diferença de temperatura existente entre eles. Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de massa para o ar, que ocorre na forma de vapor de água, uma parte do calor que chega ao produto é utilizada para vaporizar a água (ALMEIDA *et al.* 2002 *apud* GOUVEIA *et al.*, 2003).

A taxa de secagem pode ser acelerada com o aumento da temperatura do ar de secagem e, ou, com o aumento do fluxo de ar que passa pelo produto por unidade de tempo. A quantidade de ar utilizada para a secagem depende de vários fatores, entre eles: a umidade inicial do produto e a espessura da camada (GOUVEIA *et al.*, 2003).

De acordo com Möhler (2010), a melhor forma de apresentar os dados coletados a partir de experimentos é através de curvas de secagem podendo estarem apresentadas de duas formas diferentes:

- Taxa de evaporação versus teor de umidade média, através da curva de cinética de secagem ou teor de umidade médio versus tempo.
- A taxa de evaporação pode ser representada matematicamente como a variação do teor de umidade média dividida pela variação de tempo, de acordo com a Equação (1).

$$\text{Taxa} = - dX/dt \quad (1)$$

2.14. MODELOS MATEMÁTICOS

Vários pesquisadores utilizaram modelos matemáticos para descreverem a secagem de materiais biológicos, alguns retratados em Rodrigues *et al.* (2008):

- Conde (2004) utilizou o modelo de Page e adaptou-o ao modelo de Thompson para a secagem de cenoura.
- Fioreze e Morini (2000) utilizaram o modelo de Thompson para a secagem de inhame.
- Silva (2000) relatou a adaptação de um programa de computador baseado no modelo de Thompson para simular a secagem de raspa de mandioca.
- O modelo de Fick foi utilizado por Togrul e Pehlivan (2004) para prever a secagem de uva, pêssago, figo e tomates.
- Babalis e Velssiotis (2004) para figos.

Möhler (2010) coloca que existem na literatura, inúmeros modelos cinéticos de secagem que visam representar e pré-dizer o comportamento de diferentes produtos durante a secagem. A maior parte das equações cinéticas de secagem apresentadas na literatura não são lineares, o que dificulta a estimação de parâmetros. O conhecimento da cinética para a secagem de materiais orgânicos nas mais variadas condições é de extrema importância para o *design* do equipamento e modelagem do processo.

Menezes *et al.* (2013) coloca que a cinética de secagem convectiva também pode ser caracterizada a partir dos dados do adimensional de umidade (AD) em função do tempo do processo, apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Modelos matemáticos para a cinética de secagem.

MODELOS	EQUAÇÃO	REFERÊNCIAS
Midilli		Resende (2010)
Page		Karathanos e Belessiotis (1999)apud Menezes <i>et al.</i> (2013)

Em que: k , v , A , B e k_s são constantes dos modelos; t é tempo de secagem (s).

A Equação(2) foi utilizada por Silva *et al.* (2012), para a determinação da cinética de secagem a partir dos dados experimentais, antes de serem aplicados nos modelos matemáticos de Newton, Page, Cavalcanti-Mata e exponencial dedois termos.

$$\text{---} \quad (2)$$

Em que: U^* = Razão de teor de água adimensional; X_t = Teor de água na base úmida no instante t ; X_i = Teor de água na base úmida no início do processo e X_{eq} = Teor de água de equilíbrio para cada temperatura.

Midili destaca que a constante k pode ser utilizada com uma aproximação para caracterizar o efeito da temperatura, e está relacionada à difusividade efetiva no processo de secagem no período decrescente (GASPARIN, 2012).

Os parâmetros n e k obtidos a partir do modelo de Page refletem os efeitos das condições externas durante a secagem para o citado modelo. O parâmetro k é influenciado positivamente pela temperatura, assim como, pela velocidade do ar. Para o parâmetro n , apenas o efeito da velocidade apresenta influência significativa, efeito predominante na secagem de produtos que possuem uma grande quantidade de umidade superficial (VIEIRA, 2006).

3. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no laboratório de Físico-química de Pesquisa do Semiárido, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, localizada em Campina Grande - PB.

3.1 MATÉRIA PRIMA

Para a realização do experimento foram adquiridas três hortaliças frescas para serem processados: coentro, cebolinha e salsa. Todos esses selecionados e comprados no comércio local da cidade de Campina Grande na Paraíba.

3.2 SELEÇÃO

Foram selecionadas as hortaliças que apresentavam boa qualidade visual e com dimensões aproximadas. As que apresentavam avarias que comprometessem sua qualidade foram descartadas. Esta seleção foi realizada criteriosamente visando garantir a qualidade final do produto.

3.3 PREPARAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA PARA O PROCESSAMENTO

As hortaliças salsa e coentro foram soltos e colocados em bandejas. Já a cebolinha foi cortada em tamanhos menores visando à homogeneidade dos pedaços das folhas.

3.4 HIGIENIZAÇÃO

As hortaliças, devidamente selecionadas, foram inicialmente lavadas com água corrente para retirada de impurezas. Em seguida, foram submersas, durante quinze minutos, em uma solução de hipoclorito de sódio. E por fim, foram novamente lavadas com água corrente.

3.5 EXPERIMENTO DE SECAGEM

Foi definida a secagem na temperatura de 60°C com 30g de amostra, para cada uma das hortaliças estudadas, como pode ser verificado na Tabela2.

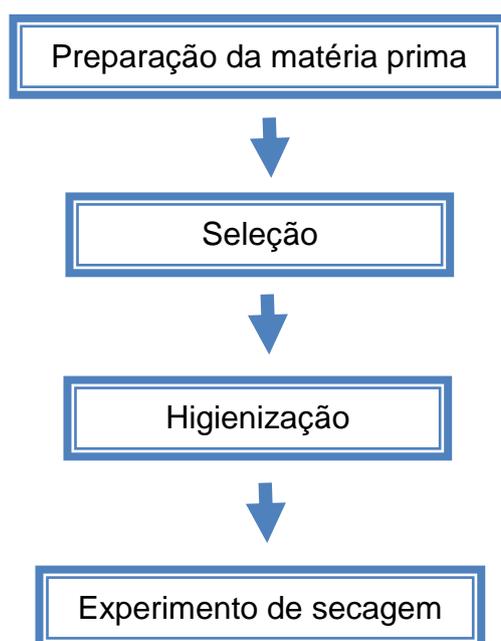
Tabela 2 - Condições operacionais para os experimentos.

HORTALIÇAS	TEMPERATURA (°C)	MASSA (g)
Cebolinha	60	30
Coentro	60	30
Salsa	60	30

O estudo da cinética de secagem foi realizado mediante as curvas do adimensional de umidade em função do tempo de processamento, assim como pelas curvas de secagem em função da quantidade de umidade das amostras.

O procedimento experimental seguiu o fluxograma apresentado na figura 7.

Figura 7 Fluxograma do procedimento experimental



Iniciou-se o processo de secagem pesando-se cada uma das amostras para secagem, realizadas em triplicata, apresentado na Figura 7.

Figura 8 – Cestas utilizadas durante os experimentos com suas respectivas amostras.



Fonte: Própria (2014).

Levaram-se as amostras para a estufa com circulação de ar, ilustrado na Figura 8, na temperatura de 30°C, a cada 15 minutos na primeira hora e depois a cada 30 minutos até peso constante da amostra.

Figura 9 - Estufa com circulação de ar.



Fonte: Própria (2014).

Registrou-se com o uso de uma balança semi-analítica com precisão de $\pm 0,01$ g, Figura 9, a perda de água.

Figura 10 - Balança Semi-analítica.



Fonte: Própria (2014).

De acordo com as técnicas descritas pelo instituto Adolfo Lutz (1985) *apud* Bacurau (2013) unidade é expressa em base úmida (B.U.) pela equação 3:

$$\text{---} \quad (3)$$

Em que:

M_i : Massa inicial das amostras (g).

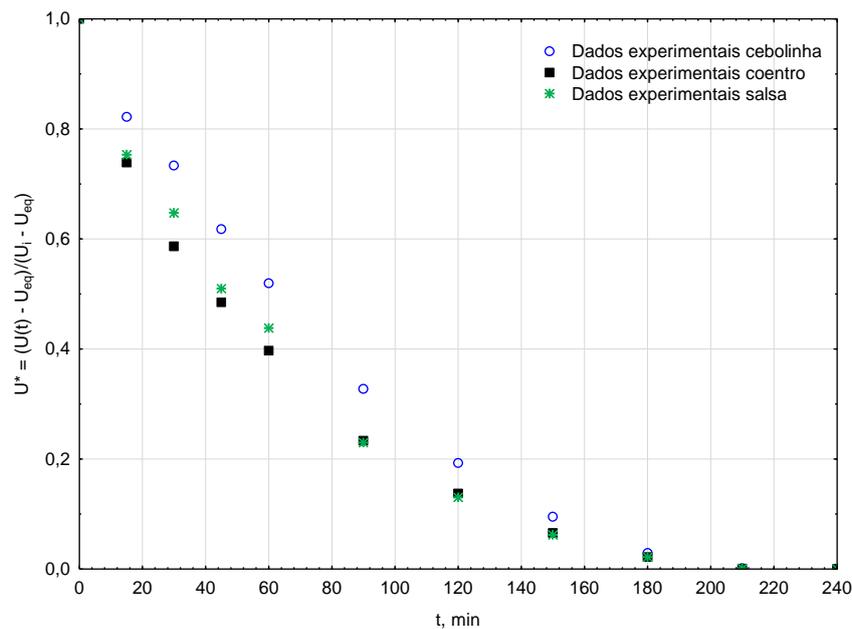
M_f : Massa final das amostras desidratado em estufa (g).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de secagem convectiva foi realizado em estufa com circulação de ar, a partir dos dados adimensionais de umidade definidos pela equação (2) e da taxa de secagem em função do tempo do processo.

Estão apresentadas na Figura 10 as curvas da cinética de secagem das três hortaliças em estudo: cebolinha, coentro e salsa.

Figura 11 - Cinética de secagem das folhas de hortaliças.



O presente estudo da cinética de secagem mostrou que as três hortaliças sobre as mesmas condições de massa e temperatura apresentaram praticamente a mesma taxa de transferência de massa e o mesmo tempo de secagem.

Verifica-se que as curvas de secagem estão bem próximas uma das outras, quase sobrepostas, principalmente as da salsa e do coentro. Isso pode ser devido às características físicas, como a textura, que as folhas desses produtos possuem antes e depois de processados.

Bendlin (2003) estudando a secagem convectiva de erva-mate verificou que o tipo de erva, nativa ou plantada não influi no teor de umidade e que a idade da folha com a seleção estabelecida em seu trabalho também não demonstrou influência significativa no processo.

As Figuras 11, 12 e 13 representam as curvas da variação de secagem em função da umidade média em base seca das folhas de cebolinha, coentro e salsa, respectivamente.

Figura 12 - Curva da taxa de secagem para as folhas da cebolinha.

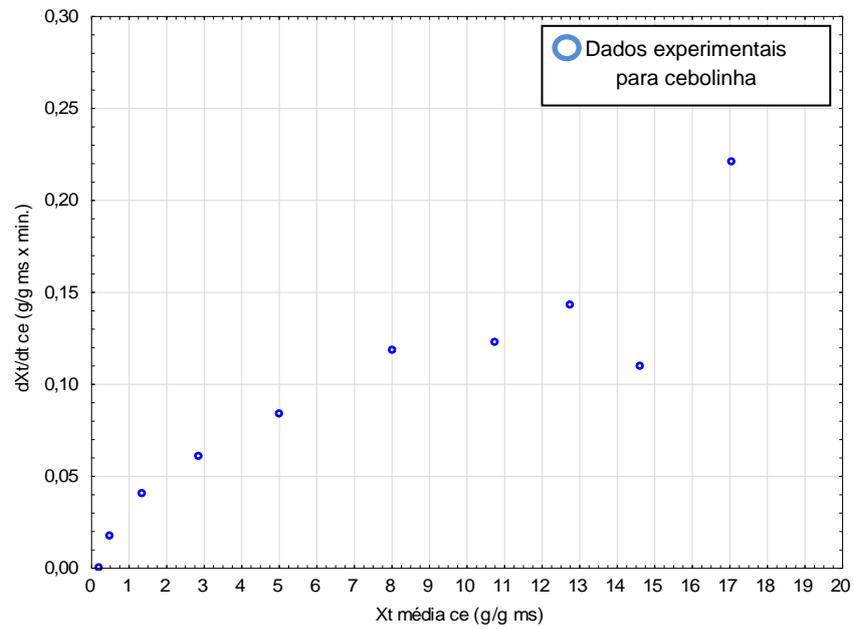


Figura 13 - Curva da taxa de secagem para as folhas do coentro.

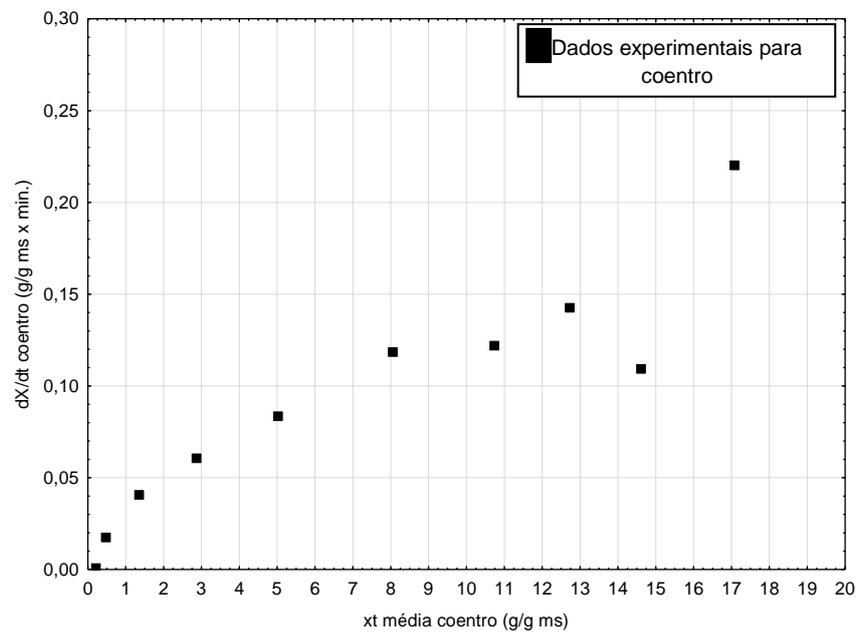
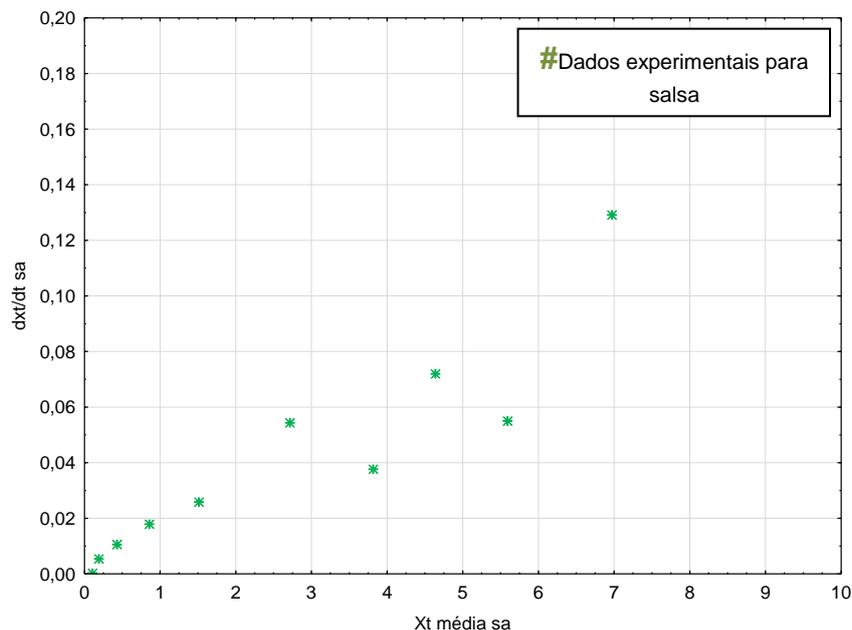


Figura 14 - Curva da taxa de secagem para as folhas da salsa.



Observa-se que no início do processo a amostra apresenta altas taxas de secagem, ou seja, elevada perda de massa. Este período inicial é quando a amostra começa a ser aquecida e ocorre a evaporação da água de sua superfície. A partir daí, verifica-se que a secagem ocorre somente em período de taxa decrescente até o fim do processo.

Com as curvas da taxa de secagem das amostras foi possível determinar os valores da umidade de equilíbrio. Observa-se que nas condições operacionais em que o experimento foi conduzido, o tempo de secagem necessário para atingir o equilíbrio é o mesmo para hortaliças estudadas, como ilustrado nas Figuras 11, 12 e 13.

Foram utilizados modelos matemáticos descritos neste trabalho para representar os dados experimentais obtidos. Verificou-se que o modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais da secagem convectiva das hortaliças como pode ser verificado nas Figuras 14, 15 e 16.

Martinazzo et al. (2007), observou, estudando as características da secagem de folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) em camada delgada na faixa de temperatura de 30 a 60°C que, dos modelos empíricos avaliados a equação de Midilli foi a que melhor se ajustou aos dados

observados de razão de umidade. Enquanto SE variou entre 0,0073 a 0,1013 para todos os modelos analisados, este valor oscilou entre 0,0073 e 0,0248 para o modelo de Midilli, nas diferentes condições experimentais. Em relação ao coeficiente de determinação (R^2), a equação apresentou valores elevados estando, para todos os tratamentos, acima de 98%. Reis *et al.* (2012) estudando a cinética de secagem de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) via infravermelho nas temperaturas de 50, 60 e 80°C, concluiu também, que o modelo matemático de Midilli *et al.* (2002) foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.

Figura 15 - Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para a cebolinha na temperatura de 60°C.

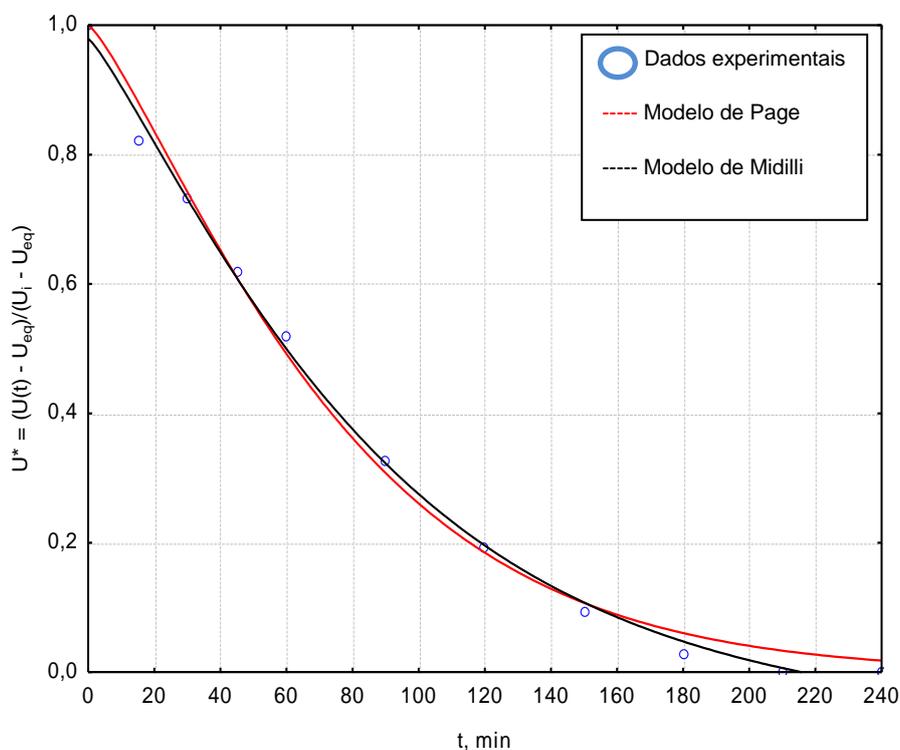


Figura 16-Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para o coentro na temperatura de 60°C.

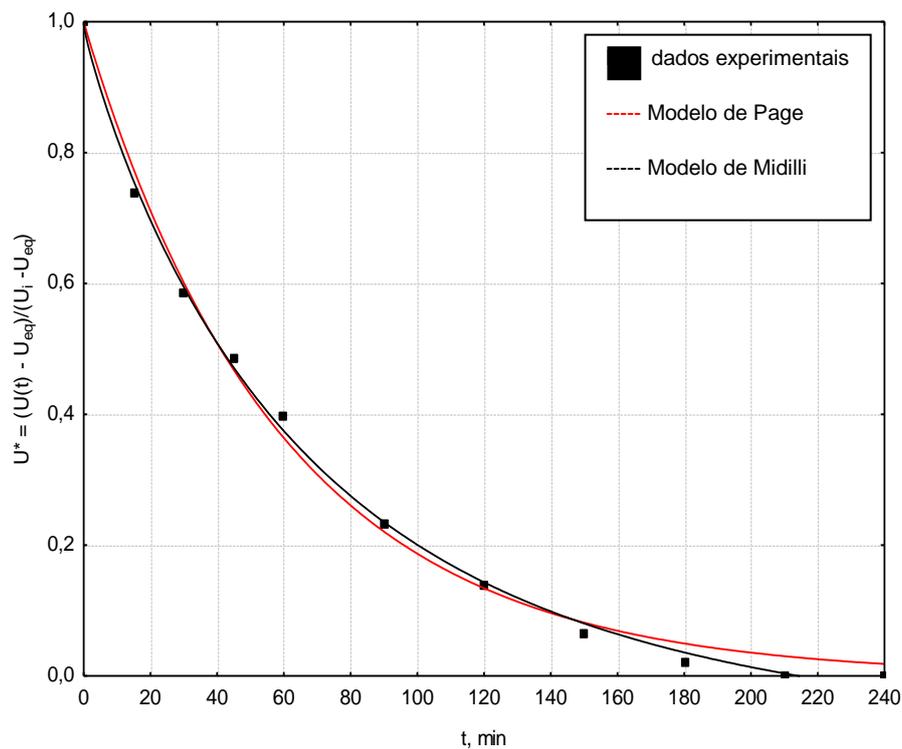
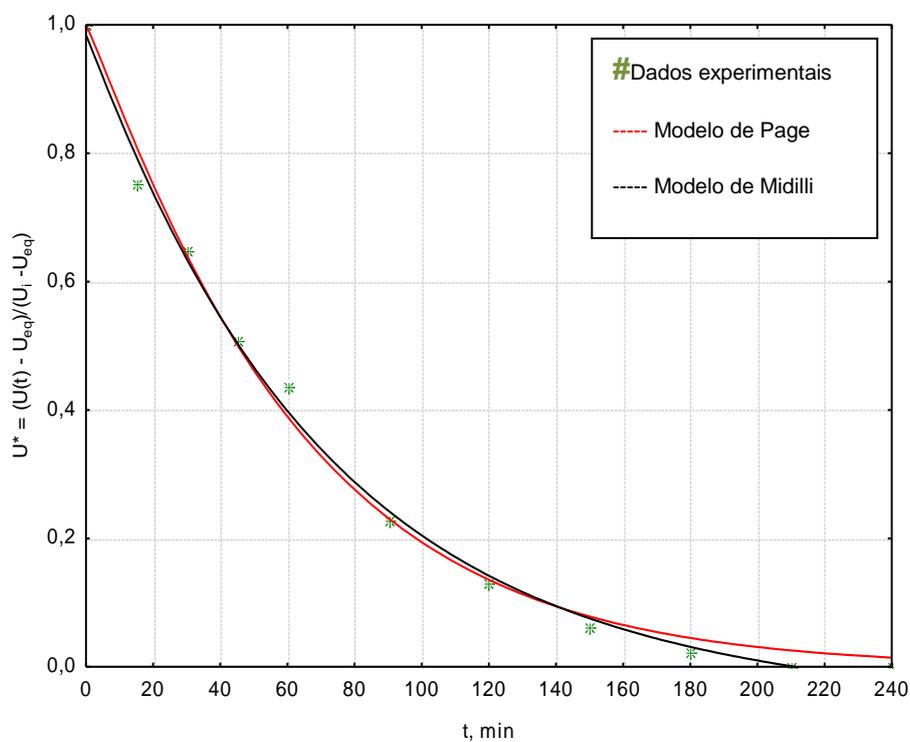


Figura 17 -Cinética de secagem representada pelos modelos matemáticos de Page e Midilli para a salsa na temperatura de 60°C.



Na Tabela 3 estão apresentados os valores dos parâmetros dos modelos matemáticos a, K, n e b e os valores de R^2 , de SE (erro padrão) e de AIC (método de Akaike) para as três amostras de hortaliças analisadas.

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros dos modelos empíricos.

MODELOS			AMOSTRAS		
			CEBOLINHA	COENTRO	SALSA
PAGE	Parâmetros	K	0,0042	0,0175	0,0111
		n	1,2521	0,9911	1,0856
	R^2		0,9801	0,9954	0,9938
	SE		0,0075	0,0052	0,0074
	AIC		-76,1575	-80,123	-76,3036
MIDILLI	Parâmetros	a	0,9794	0,9936	0,9849
		K	0,0049	0,0232	0,0129
		n	1,1948	0,9032	1,0287
		b	-0,0002	-0,0002	-0,0002
	R^2		0,9972	0,9982	0,9962
	SE		0,0036	0,0020	0,0047
	AIC		-80,3008	-86,9923	-77,3497

a, k, n e b – parâmetros do modelo; R^2 – coeficiente de determinação; SE – Erro padrão; AIC – método de Akaike

Verifica-se que o modelo de Midili apresentou melhor ajuste com relação aos dados experimentais nas condições de operação que a secagem foi realizada para hortaliças.

Esse modelo apresentou valores menores de erro padrão (SE) e coeficiente de determinação (R^2) mais próximo do valor 1 (um) quando comparado com outros modelos.

Observa-se também que os valores do método de Akaike para o modelo de Midili são mais negativos, o que confirma o melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo.

Derlan *et al.* (2013), observou, analisando a cinética de secagem de pimenta cambuci em diferentes temperaturas e formas de processamento, que os modelos analisados, apresentaram ajustes com elevados coeficientes de determinação e baixo erro médio. Sendo que o modelo de Midili e Kucuk apresentou os melhores ajustes, pois obteve os melhores coeficientes de determinação (R^2), e os menores erro médio estimado (SE), indicando assim uma representação satisfatória do processo de secagem sob as condições de

secagem, pois o valor de SE indica um bom ajuste quando é próximo a 0, enquanto o R^2 deve ser o mais próximo da unidade, de acordo com Lomauro *et al.* (1985) *apud* Derlan *et al.* (2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As hortaliças analisadas nas mesmas condições de temperatura e massa apresentaram praticamente o mesmo comportamento durante o processo de secagem, pois se observa que suas curvas de secagem estão muito próximas umas das outras.

Desde modo, pode-se considerar que este estudo da secagem convectiva das hortaliças cebolinha, coentro e salsa apresentaram resultados bastante satisfatório e foi possível obter modelos matemáticos para representar os dados experimentais obtidos, os quais se ajustaram melhor ao modelo de Midilli.

Portanto, a secagem convectiva dessas hortaliças é um processo viável e pode ser aplicado na fabricação de um produto para comercialização, composto com as três hortaliças em estudo. O produto final obtido apresentou características sensoriais agradáveis e com boa aparência.

REFERÊNCIAS

ALQUIRRE, J. M.; GASPARINO-FILHO, J. Desidratação de frutas e hortaliças. Governo do Estado de São Paulo - ITAL - FRUTHOTEC. Campinas, 1999.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, Resolução - CNNPA n. 12 - D.O. de 24/07/1978, 1978.

BACURAU, Ítalo Moreira. Estudo da cinética de secagem do mesocarpo da Melancia (*Citrullus lanatus*) Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologias. Campina Grande, 2013.

BENDLIN, R. de C. da S. Secagem convectiva de erva-mate. Universidade Federal de Santa Catarina - centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Química e de Alimentos. Florianópolis, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Secretaria de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo - Mapa/ACS. Brasília, 2010.

DERLAN, J. M.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; LEITE, A. L. M. P.; PASTRO, D. C.. Análise da cinética de secagem de pimenta cambuci em diferentes temperaturas e formas de processamento. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 97, 2013.

EMATER. Pesquisa de mercado: hortaliças minimamente processadas. Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento / GDF. Núcleo de Agronegócio – Emater - DF, 2007.

FERREIRA, M.D. Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, 2008.

GASPARIN, P. P. Secagem da menthapiperita em leito fixo, utilizando diferentes temperaturas e velocidades de ar. Dissertação de Mestrado. UNIOESTE. Cascavel- PR. 2012.

GUEDES. GLOBO RURAL. Cebolinha cresce na água. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,EMI301557-18289,00-CEBOLINHA+CRESCER+NA+AGUA.html>> Acesso em: 1 de Out. 2014.

GOMES, C. A.O.; ALVARENGA, A. L. B.; FREIRE-JUNIOR, M.; CENCI, S. A.. Hortaliças minimamente processadas. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2005.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. de A. C.; FARIAS; E.da S.; SILVA, M. M.; CHAVES, M. da C. V.; REIS, L. Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Especial, n.1, p.65-68, 2003.

LEAL, C.; APARECIDA, J.; ALBUQUERQUE, A. D.; ALBUQUERQUE, A. B.; MENEGHIN, L. A.; MOTA, M. O.; DAGUANO, Z. P.; CALLIARI, C. M. Um processo de desidratação da salsa. Estágio em Alimentos do Curso de Farmácia do Inesul, Bem Simples, 2009.

MARTINAZZO, Ana P.; CORRÊA, Paulo C.; RESENDE, Osvaldo; MELO, Evandro de C. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.11, n.3, p.301–306, 2007.

MARTINS, A. C.; BEVILACQUA, H. E. R.; SHIRAKI, J. N.. Horta: cultivo de hortaliças. Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, set. 2006.

MENEZES, M. L.; STRÖHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. ENCEVISTA, V. 15, n. 2 p. 176-186, agosto 2013.

MÖHLER, B. C.. Avaliação das características de secagem dos grãos de soja. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Manole, 2006. Redação Rural News. Salsa ou salsinha. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=98>> Acesso em: 1 de Out. 2014.

REIS, R. C.; DEVILLA, I.A.; ASCHERI, D. P. R.; SERVULO, A. C. O.; SOUZA, A. B. M. Cinética de secagem de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) via infravermelho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.12, p.1346–1352, 2012.

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.2, p.171-178, 2010.

RODRIGUES, E.; SILVA, J. N.; SOUZA, C. M. A.; LACERDA- FILHO, A. F.; CHAVES, M. A.. Simulação da secagem de abacaxi em fatias em secador de leito fixo. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.16, n.4, 381-393 Out./Dez., 2008.

SEBRAE. Hortaliças minimamente processadas - Estudo de mercado sebrae/espm - Relatório completo. 2008.

SEBRAE. Catálogo Brasileiro de Hortaliças - Saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. SEBRAE - EMBRAPA HORTALIÇAS. Brasília, DF, 2010.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, F.A. C.; SILVA, F. L. H.; DANTAS, H. J.; LIMA, E. E. Desidratação e efeito de pré-tratamentos no extrato seco do pimentão verde. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.10, n.1, p.27-34, 2008.

SILVA, L. A.; MATA, M. E.; CAVALCANTI, R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALMEIDA, R.D.; AZEVEDO, H. F. Cinética da secagem de grãos de algaroba. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n. Especial, p.535-542, 2012.

VIEIRA, M. G. A. Análise da secagem de polpa de celulose para a obtenção de papel reciclado tipo carta. Tese de doutorado. Unicamp. Campinas, SP, 2006.

VILELA, N. J. Produção de hortaliças no Brasil. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2013.

ZANUSSO-JUNIOR, G.; MELO, J.O.; ROMERO, A.L.; DANTAS, J.A.; CAPARROZ-ASSEF, S.M.; BERSANIAMADO, C.A.; CUMAN, R.K.N. Avaliações da atividade antiinflamatória do coentro (*Coriandrum sativum* L.) em roedores. Rev. Bras. PI Med. Botucatu, v.13, n.1, p.17-23, 2011.