



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

JAQUELYNE MORAIS DE CALDAS

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (*FOAM-MAT DRYING*) DAS FOLHAS DO MASTRUZ (*Chenopodium
ambrosioides* L.)**

**JOÃO PESSOA - PB
2020**

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (*FOAM-MAT DRYING*) DAS FOLHAS DO MASTRUZ (*Chenopodium
ambrosioides* L.)**

Trabalho Final de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Josilene de Assis
Cavalcante.

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C145d Caldas, Jaquelyne Morais de.
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (FOAM-MAT DRYING) DAS FOLHAS DO MASTRUZ
(Chenopodium ambrosioides L.) / Jaquelyne Morais de
Caldas. - João Pessoa, 2020.
47 f.

Orientação: Josilene de Assis Cavalcante.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Estabilidade. 2. Portogel®. 3. Tempo de agitação. I.
Cavalcante, Josilene de Assis. II. Título.

UFPB/BC

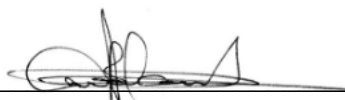
JAUQUELYNE MORAIS DE CALDAS

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (*FOAM-MAT DRYING*) DAS FOLHAS DO MASTRUZ (*Chenopodium
ambrosioides* L.)

Trabalho Final de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia
Química da Universidade Federal da Paraíba
como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado em 24 de março de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Josilene de Assis Cavalcante (DEQ/CT/UFPB)
(Orientador)



Enga. Quissi Alves da Silva
(Examinadora)



MSc. Raimunda Valdenice da Silva Freitas
(Examinadora)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Luciana que sempre esteve ao meu lado, me incentivando e apoiando nos momentos difíceis, que não mediu esforços para que eu conseguisse meus objetivos e a toda minha família, pelo carinho e suporte.

À professora Josilene pela confiança, compreensão, assistência e carinho. Que me acolheu muito bem, sempre disposta a ajudar até mesmo com problemas pessoais.

À Paloma, por toda ajuda e paciência para me ensinar a fazer as análises, foi uma pessoa fundamental para o êxito do trabalho.

À Michelly por ter me cobrado muito e me aconselhado, falando também o que eu não queria ouvir, mas era preciso. Que me trouxe alegria e leveza mesmo nos piores momentos, não me deixando desistir.

Aos amigos que fiz durante a graduação Bárbara, Débora, Douglas, Jaqueline, Tatyana e Thaíssa que compartilharam comigo os momentos bons e também os difíceis.

Aos colegas do Laboratório de Termodinâmica por toda ajuda e momentos de descontração.

A todas as pessoas que me apoiaram de alguma forma durante o curso, muito obrigada.

RESUMO

A utilização de plantas medicinais é uma forma muito antiga utilizada pela humanidade para o tratamento, cura e prevenção de doenças. Esse conhecimento popular relacionado à medicina tradicional tem conduzido estudos científicos para assegurar a eficácia e cuidados do uso dessas plantas pela população e incentivar a utilização como alternativa terapêutica. O mastruz é considerado uma das espécies mais utilizadas como remédio tradicional no mundo inteiro segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e é uma das 71 plantas medicinais listadas pelo Ministério da Saúde como de interesse ao SUS. Entre as várias indicações, é conhecido por suas ações: anti-inflamatória, anti-helmíntica, antivirais, cicatrizantes, expectorantes, antifúngica, entre outras. Como as plantas in natura têm vida útil curta, para aplicação na indústria farmacêutica é necessário utilizar métodos como a secagem para conserva-las. Além de estender a vida de prateleira do produto, a secagem aumenta seu valor agregado e minimiza os custos de transporte e armazenamento. O método de secagem em camada de espuma é um processo de baixo custo muito utilizado em alimentos como purês, sucos e polpas de frutas. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo determinar os parâmetros para a secagem em camada de espuma das folhas do mastruz, mediante análises de densidade, percentual de expansão e incorporação de ar, estabilidade, pH e acidez da espuma produzida utilizando Portogel® como agente espumante. Os experimentos de secagem foram realizados a partir do planejamento experimental fatorial completo $2^3 + 3$ pontos centrais, totalizando 11 experimentos para a otimização da espuma, com três variáveis independente: concentração do agente espumante (3%, 5% e 7%); tempo de agitação da espuma (3min, 5min e 7min) e temperatura (50°C, 60°C e 70°C). A melhor condição para formação da espuma foi de 7% de Portogel® e 7 minutos de agitação, apresentando a espuma mais estável com densidade média de 0,1005 g/cm³, umidade de 94,75% e os maiores percentuais de expansão (874,0298%) e incorporação de ar (1100%). Não foram observadas variações significativas no pH e na acidez das espumas.

Palavras-chave: Estabilidade; Portogel®; Tempo de agitação.

ABSTRACT

The use of medicinal plants is a very old way used by humanity for the treatment, cure and prevention of diseases. This popular knowledge related to traditional medicine has been conducted scientific studies to ensure the effectiveness and care of the use of these plants by the population and to encourage the use as a therapeutic alternative. The mastruz is considered one of the most used species as a traditional remedy worldwide according to the World Health Organization (WHO) and it is one of the 71 medicinal plants listed by the Ministry of Health as of interest to SUS. Among the various indications, it is known for its actions: anti-inflammatory, anthelmintic, antiviral, healing, expectorant, antifungal, among others. As in natura plants have a short shelf life, for application in the pharmaceutical industry is necessary to use methods such as drying to preserve them. In addition to increasing the product's useful life, drying increases its added value and minimizes transport and storage costs. The foam-mat drying method is a low-cost process widely used in foods such as fruit purees, juices and pulps. In view of the above, this work aimed to determine the parameters for drying in the foam-mat of the mastruz leaves, by analyzing density, percentage of expansion and incorporation of air, stability, pH and acidity of the foam produced using Portogel® as a foaming agent. The drying experiments were carried out from the complete factorial experimental planning $2^3 + 3$ central points, totaling 11 experiments for foam optimization, with three independent variables: concentration of the foaming agent (3%, 5% and 7%); foam agitation time (3min, 5min and 7min) and temperature (50°C, 60°C e 70°C). The best condition for foam formation was 7% Portogel® and 7 minutes of agitation, presenting the most stable foam with an average density of 0,1005 g/cm³, humidity of 94,75% and the highest expansion percentages (874,0298%) and incorporation of air (1100%). There were no significant variations in the pH and acidity of the foams.

Keywords: Stability; Portogel®; Agitation time.

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GERAL	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. PLANTAS MEDICINAIS	12
3.2. MASTRUZ (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.).....	13
3.3. SECAGEM.....	15
3.4. SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA	17
3.5. AGENTES ESPUMANTES.....	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1. MATÉRIA-PRIMA	21
4.2. SELEÇÃO E HIGIENIZAÇÃO DAS FOLHAS	22
4.3. PREPARAÇÃO DA ESPUMA.....	22
4.4. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	23
4.5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA e FÍSICO-QUÍMICA DA ESPUMA.....	23
4.5.1. Densidade	23
4.5.2. Percentual de expansão da espuma.....	24
4.5.3. Capacidade de incorporação de ar (<i>over run</i>)	25
4.5.4. Estabilidade	26
4.5.5. Umidade	26
4.5.6. pH	27
4.5.7. Acidez total titulável (ATT).....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	29
5.2. DENSIDADE DA ESPUMA	30
5.3. PERCENTUAL DE EXPANSÃO DA ESPUMA.....	31
5.4. CAPACIDADE DE INCORPORAÇÃO DE AR (<i>OVER RUN</i>) DA ESPUMA	32
5.5. ESTABILIDADE DA ESPUMA	33
5.6. UMIDADE DA ESPUMA	36
5.7. pH DA ESPUMA	37
5.8. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)	38

6. CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país que detém a maior parcela da biodiversidade, em torno de 15% a 20% do total mundial. Entre os elementos que compõem a biodiversidade, as plantas são a matéria-prima para a fabricação de fitoterápicos e outros medicamentos. Além de seu uso como substrato para a fabricação de medicamentos, as plantas são também utilizadas em práticas populares e tradicionais, tais como na preparação de remédios caseiros e comunitários, processo conhecido como medicina tradicional, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (BRASIL, 2006).

Esse conhecimento foi sendo confirmado a partir de pesquisas científicas e novas espécies de plantas medicinais foram descobertas. As propriedades curativas de plantas são amplamente investigadas e exploradas pela indústria farmacêutica (CARVALHO et al., 2008).

O uso desses recursos naturais é feito por práticas médicas que geralmente são os únicos recursos acessíveis nos ambientes onde essas comunidades habitam. Essas práticas demonstram bastante eficiência na procura de novos medicamentos para a utilização popular de maneira geral, sendo que estes precisam de estudos mais detalhados (RIBEIRO et al., 2014).

A *Chenopodium ambrosioides* L., conhecida popularmente como mastruz ou erva-de-santa-maria, é bastante usada em quase todas as regiões brasileiras, incluindo o Nordeste (SILVA et al., 2015). As folhas e frutos acumulam óleo essencial rico em ascaridol, princípio ativo responsável pelo efeito vermífugo da planta (LORENZI; MATOS, 2002).

Sendo útil em muitos ramos da medicina natural há gerações, os benefícios do mastruz são muitos, como ação anti-inflamatória, antifúngica, antimicrobiana, antivirais, cicatrizantes, digestivas, expectorantes, anestésicas e sedativas. Por seus efeitos terapêuticos, a *Chenopodium ambrosioides* L. foi incluída na Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), o que estimula mais estudos para melhorar a segurança e eficácia do uso dessa planta (DEGENHARDT et al., 2016).

Uma forma de conservar as plantas medicinais para aplicação na indústria farmacêutica é por meio da secagem, tendo em vista que a planta *in natura* tem curto período de vida útil e a indústria possui grandes demandas (GONELI et al., 2014). A secagem também proporciona concentração das substâncias e redução do volume,

gerando produtos de alta qualidade e reduzindo os custos com transporte e embalagem (GURGEL, 2014).

O método de secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) é uma técnica que promove rápida secagem de alimentos líquidos, tais como sucos de frutas e vem sendo muito utilizada também para alimentos pastosos como purês ou polpas de frutas (MARQUES, 2009). Além deste processo oferecer grandes possibilidades comerciais, apresenta baixo custo de operação pois utiliza menor tempo de secagem devido à elevada área de contato exposta ao ar aquecido, a qual facilita a retirada de umidade (BAG; SRIVASTAV; MISHRA, 2011).

Assim, tendo em vista que esse processo mantém a alta qualidade dos produtos e oferece grandes possibilidades comerciais, acredita-se que pode ser uma alternativa viável para a produção do mastruz em pó.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Determinar os parâmetros para a secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) das folhas do mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as melhores faixas operacionais das variáveis concentração do agente espumante e tempo de agitação para a formação da espuma;
- Definir planejamento experimental fatorial completo;
- Realizar caracterização físico-química da espuma: densidade, capacidade de incorporação de ar (*over run*), estabilidade e umidade;
- Analisar o pH e acidez da espuma.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. PLANTAS MEDICINAIS

A maior diversidade de conhecimento tradicional no que diz respeito ao uso de plantas medicinais está localizada no Brasil, onde se estima que 25% dos US\$ 8 bilhões do faturamento da indústria farmacêutica foram originados de medicamentos derivados de plantas (ALMEIDA, 2003). Embora o nosso país possua a maior diversidade vegetal do mundo, com cerca de 60.000 espécies vegetais superiores catalogadas, apenas 8% foram estudadas para pesquisas de compostos bioativos e 1.100 espécies foram avaliadas em suas propriedades medicinais. Toda essa potencialidade do uso das plantas medicinais encontra-se longe de estar esgotada (BRASIL, 2006).

O uso de plantas no tratamento, cura e prevenção de doenças é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. Os usuários de plantas medicinais de todo o mundo mantêm o seu consumo, consagrando as informações que foram acumuladas durante séculos, o que desperta o interesse de pesquisadores sobre estudos multidisciplinares que enriqueçam os conhecimentos sobre a inesgotável fonte da medicinal natural (LORENZI; MATOS, 2002).

A planta medicinal é uma espécie vegetal que possui substâncias biologicamente ativas com propriedades terapêuticas e profiláticas que oferecem efeito terapêutico para uma ou mais patologias (VIEIRA, 2008).

O consumo de plantas medicinais é resultado da interação do ser humano com o ambiente em que vive. Logo, a descoberta de vegetais com potenciais terapêuticos foi um evento primitivo, contínuo e adquirido de forma empírica a partir do contato com a flora disponível. Com o passar do tempo, as plantas começaram a ser mais conhecidas e classificadas, o que resultou em diferentes técnicas de cultivo e uso terapêutico. Esse conhecimento da fitoterapia é observado atualmente em comunidades de diferentes partes do mundo, tendo em comum a transmissão do saber dos mais idosos para os mais jovens (SILVA et al., 2015; GUERRA et al., 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os fitoterápicos como medicamentos obtidos de derivados vegetais, os quais os mecanismos de ação no organismo do ser humano são conhecidos. Esses medicamentos são extraídos e fabricados exclusivamente de matéria prima vegetal (BRASIL, 2014).

A elaboração para a criação de fitoterápicos inclui muitas etapas, envolvendo processos: Interdisciplinar, multidisciplinar e interinstitucional. Os campos de conhecimento envolvidos são amplos e vão desde a ecologia, botânica e agronomia, áreas de estudo mais abrangente, seguido por química, química orgânica, fitoquímica, farmacologia e toxicologia, áreas voltadas para o substrato da planta e seus compostos, biotecnologia e tecnologia farmacêutica tendo foco na criação de medicamentos, e, finalizando com antropologia botânica e etnobotânica, que tem relação direta com a observação do uso popular de plantas nas diferentes culturas (CAMARGO, 1998).

A terapêutica com plantas é mais difundida nos países em desenvolvimento como o Brasil e, dentro de nosso país, em comunidades mais tradicionais. Isso é devido ao alto custo de medicamentos alopáticos, à transmissão de conhecimentos populares via oral e à dificuldade de uma boa assistência médica (OLIVEIRA et al., 2010; BRASILEIRO et al., 2008). Por outro lado, há um crescente aumento do uso de plantas medicinais nos países desenvolvidos por causa do modismo de consumo de produtos naturais, tendo uma falsa ideia de que estes são mais seguros e menos agressivos do que a medicação alopática (VEIGA JUNIOR, 2008).

No Nordeste as pesquisas com fitoterápicos e etnobotânicos se intensificam em áreas de Caatinga no estado de Pernambuco (ALBUQUERQUE; OLIVEIRA, 2007), entretanto, ainda são poucos os estudos realizados em outros estados nordestinos.

3.2. MASTRUZ (*CHENOPODIUM AMBROSIOIDES* L.)

A *Chenopodium ambrosioides* L. é uma planta medicinal herbácea, pertencente à família Chenopodiaceae, família que está amplamente distribuída na área do Mediterrâneo Oriente. Conhecida popularmente como mastruço, mastruz, erva-de-santa-maria, chá-do-méxico, erva-formigueira e quenopódio, apresenta propriedades biológicas frequentemente usadas e muito difundidas de forma empírica em tratamentos na medicina popular para humanos, como febrífugo, antiespasmódico, tônico, auxiliar da digestão, cicatrizante, antipirético, antireumático, antimicrobiano, fungicida, vermífugo, antiúlcera (CUNHA, 2007; SÉRVIO et al., 2011).

É uma planta originária da América Central e do Sul, ocorre em todos os países tropicais e temperados de forma silvestre ou cultivados e é considerada como planta invasora (LORENZI; MATOS, 2002). O nome *Chenopodium* originara-se do grego

(“*chen*” - ganço e “*podus*”- pés), uma vez que as folhas de algumas espécies desse gênero assemelham-se à pés de ganço. Já o epíteto específico *ambrosioides*, refere-se à semelhança da inflorescência do mastruz com as típicas das espécies do Gênero *Ambrosia* (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002).

A *C. ambrosioides* apresenta um porte herbáceo com forte aroma, caule ereto com altura variando de 0,20 a 1,50m (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002). O caule é sulcado e intensamente ramificado com inflorescências axilares contendo glomérulos de muitas flores pequenas e verde amareladas. As folhas, que apresentam margens serrilhadas, são geralmente alternas e sem espículas. O fruto é envolto pelo cálice contendo sementes muito pequenas, verdes ou pretas e lustrosas, quando secas (CORREA; PENA, 1984).

Figura 1 - Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.)



Fonte: Grassi (2011).

Em 2008 foi lançado o programa de Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), que visa apoiar a fitoterapia como tratamento alternativo de doenças e também incentivar pesquisadores brasileiros a validar as propriedades farmacológicas destas plantas, incluindo a sua eficácia e segurança. *C. ambrosioides* faz parte dessa lista de 71 plantas usadas na medicina popular brasileira (BRASIL, 2009).

Segundo Gille et al. (2010), investigações fitoquímicas revelam que entre os componentes predominantes na *C. ambrosioides*, destaca-se o ascaridol, considerado bom vermífico e tóxico.

Anteriormente, Lawrence (1999) destacou diversos estudos demonstrando que o princípio ativo predominante encontrado em *C. ambrosioides* L. é o ascaridol, ocorrendo

diferenças no que se refere à sua quantificação, o que pode estar relacionada à variedade botânica e sazonalidade.

De acordo com Almeida (2013) na literatura, várias indicações e usos são relatados. Tem indicação fungicida (DELESPAUL et al., 2000), para tratamento de doenças pulmonares, distúrbios intestinais, bactericida (LALL; MEYER, 1999), moluscicida (HMAMOUCI; LAHLOU; AGOUMI, 2000), expectorante (SOUZA; FELFILI, 2006), imunoestimulatória, antihelmíntica, cicatrizante e antitumoral (NASCIMENTO et al., 2006; KUMAR et al., 2007; CRUZ et al., 2007). *C. ambrosioides* também tem sido usada em cicatrização de fraturas ósseas (DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002) e como antiinflamatório tópico em tombos e luxações (SILVA et al., 2006). No caso das fraturas ósseas, as folhas, também, são aplicadas no local da lesão com a intenção de agilizar o reparo ósseo (MORAIS et al., 2005).

A planta triturada é comumente utilizada em processos inflamatórios, aliviando a dor e proporcionando o aumento da cicatrização, sendo empregada no tratamento de feridas, fraturas e contusões, problemas respiratórios como bronquite e tuberculose (LORENZI; MATOS, 2002). Entretanto, é a sua ação anti-helmíntica que a caracteriza como erva medicinal e que faz com que seja um dos remédios mais tradicionais utilizados pelo mundo (MONZOTE et al., 2007).

Dada à ampla distribuição de *Chenopodium ambrosioides* L. por muitas regiões do planeta, a Organização Mundial de Saúde (OMS) a considera como uma das plantas medicinais mais utilizadas em todo o mundo (LORENZI; MATOS, 2002).

No Nordeste do Brasil, onde a espécie é largamente usada, as folhas são batidas no liquidificador com leite para tratamentos de gripe (MORAIS et al., 2005).

3.3. SECAGEM

A secagem é um dos processos mais empregados na indústria alimentícia para a conservação de alimentos, uma vez que, além de aumentar sua vida de prateleira, ainda agrega valor comercial ao produto final, que pode ser empregado na elaboração de novos produtos. Ela se destaca por proporcionar maior estabilidade, reduzir a degradação enzimática; também reduz custos de armazenamento e transporte por dispensar refrigeração além de permitir a disponibilidade dos produtos ao longo de todo o ano, no caso de itens sazonais (PARK; YADO; BROD, 2001). Ela pode ser definida como o

processo de remoção de substâncias voláteis – principalmente água – através do uso de energia térmica, para se obter um produto sólido (KEEY, 1972).

Durante o processo, o calor evapora a água do alimento e o ar remove o vapor d'água, reduzindo a umidade e a atividade de água e aumentando a vida de prateleira do produto final. O conteúdo de água de um alimento é o principal fator causador da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas (CELESTINO, 2010).

A secagem geralmente causa pequenas alterações no produto. As propriedades organolépticas, principalmente a textura e o valor nutritivo, especialmente as vitaminas, são afetadas negativamente quando expostas às altas temperaturas em tempo prolongado (BEZERRA, 2007).

Segundo Camacho et al. (2004) e Melo et al. (2004) existem duas formas de secagem: a secagem natural e a secagem artificial:

1. Secagem natural é a secagem ao ar livre, podendo ser à sombra ou exposta ao sol, em um ambiente seco e ventilado, a fim de que sua umidade seja removida por evaporação. É um processo lento que deve ser realizado protegido de poeira e do ataque de insetos e outros animais.
2. Secagem artificial, a fonte de calor é variável pelo processo a ser executado por alternativas mecânicas, elétricas ou eletrônicas e o ar que atravessa a camada do material é forçado. Este método permite uma redução rápida do teor de umidade e o controle da temperatura e do fluxo de ar de secagem, fatores que garantem a eficiência do processo. O processo de secagem tem evoluído, desde o uso da energia solar até as técnicas atuais, as quais incluem, a secagem com fornalhas, bandejas, túnel de secagem, spray, secador rotativo, liofilização, desidratação osmótica, extrusão, leite fluidizado, e o uso de micro-ondas, radiofrequência, entre outras (VEGA-MERCADO; GONGORA-NIETO; BARBOSA-CANOVAS, 2001).

Para cada método utilizado podem ser apresentadas diferenças para tempo de secagem, gasto energético, características, qualidade do produto final e equipamentos necessários (RONCHETI, 2014).

3.4. SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

O método de secagem em leito de espuma (*foam-mat drying*) foi desenvolvido na década de 1950 por Morgan e sua equipe na Califórnia e patenteada em 1961 (CARVALHO, 2014). Este método consiste na formação de uma espuma estável e posterior desidratação por processamentos térmicos. As principais vantagens desse método quando comparado a outros são as baixas temperaturas de operação requeridas e os curtos tempos de secagem, uma vez que proporciona uma grande área de contato entre o material a ser seco e o ar aquecido (BRYGIDYR; RZEPECKA; MCCONNEL, 1977).

Como desvantagens, além do elevado custo para grandes demandas de produção, esse método necessita da utilização de agentes espumantes, que podem modificar características sensoriais do alimento como sabor, aroma e cor. Outra desvantagem e ponto crítico do processo é a dificuldade encontrada na formação da espuma e estabilidade da espuma durante o processo de secagem. A formação, a densidade e a estabilidade das espumas são afetadas por diversas variáveis como a natureza química do material, teor de sólidos solúveis e, principalmente, pelo tipo e concentração do agente espumante (MARQUES, 2009).

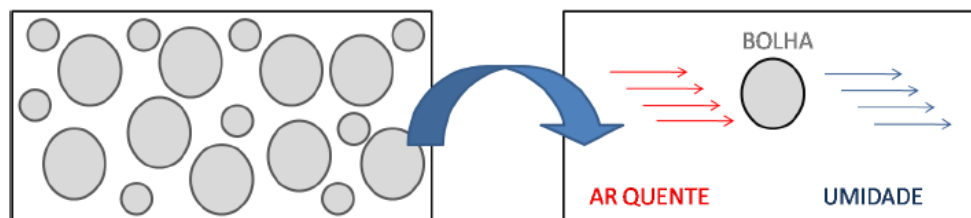
O processo de secagem em camada de espuma consiste, basicamente, de três etapas: transformação do suco ou da polpa em espuma estável, com aditivos; desidratação do material em camada fina até massa constante e desintegração da massa seca em escamas e, finalmente, em pó. Esse processo pode ser executado em temperaturas relativamente baixas, em torno de 70 °C ou menos, e mantém alta qualidade e boa estabilidade dos produtos, com testes em café, sucos de laranja, *grapefruit*, uva, carambola, banana, abacaxi, coco, batatas, alimento para crianças, leites, ameixa, maçã, sopas, cremes, ovos, tomate, acerola, tamarindo e outros produtos (SILVA *et al.*, 2005).

No método de secagem em camada de espuma o material líquido ou semilíquido é transformado em uma espuma estável através de incorporação de ar, ou de outro gás, onde essa espuma é submetida à secagem com ar aquecido, até uma baixa atividade de água que impeça o crescimento de microrganismos, reações químicas e/ou enzimáticas. Em alguns casos a adição de agentes espumantes e/ou estabilizantes se faz necessária e em seguida desidratado por tratamento térmico (BAG; SRIVASTAV; MISHRA, 2011).

Na Figura 2 é apresentado um esquema simplificado do mecanismo de secagem em camada de espuma. Dois momentos são observados, no primeiro ocorre a formação

da espuma estável e no segundo é a exposição dessa espuma a uma corrente de ar quente. O movimento da umidade pelas forças capilares, através da película líquida que separa as bolhas da espuma proporciona a fácil secagem do material (DANTAS, 2010).

Figura 2 - Esquema de secagem em camada de espuma.



Fonte: Adaptado de Dantas (2010).

As espumas são sistemas coloidais que podem ser definidas como produtos que contém uma fase gasosa estabilizada em uma matriz (CHANG; HARTEL, 2002; MIQUELIM 2010). No caso das espumas alimentícias, esse sistema é formado por uma fase gasosa dispersa numa fase líquida contínua. Fatores como a composição química do alimento, o percentual de sólidos solúveis totais, o tipo e o percentual do agente espumante e o tempo de batimento afetam a formação da espuma e sua estabilidade (DELMIRO, 2016).

A espuma aumenta a eficiência de secagem porque aumenta a área superficial e incrementa a transferência de calor e massa. Além disso, a capilaridade através dos poros da espuma facilita a perda da umidade. Isso faz com que a secagem de uma camada de espuma seja aproximadamente três vezes mais rápida do que a secagem de uma camada similar de líquido (FRANCIS, 2000). Para que ocorra a formação da espuma é necessário o emprego de energia mecânica, que pode ser batimento, agitação ou aeração. Devido à grande área interfacial gás-líquido formada, uma espuma é fundamentalmente instável, sendo esta estabilidade dependente das propriedades mecânicas da interface (SOUZA, 2011).

Após a formação da espuma, diversos processos influenciam a sua destruição, são eles: volume de líquido drenado, coalescência das bolhas e a desestruturação da espuma (FRANCO 2015). Se a espuma colapsar ocorre uma desestruturação celular com consequente ineficiência na retirada de água da superfície, resultando em produtos com cor, textura, sabor e valor nutricionais comprometidos (BAG; SRIVASTAV; MISHRA, 2011; KRASAEKOOPT; BHATIA, 2012).

Nem todos os alimentos apresentam capacidade de formação de espuma, principalmente os com baixo teor de proteína em sua composição, fazendo com que se torne necessária a adição de um agente espumante ou estabilizante, que são adicionados em diferentes concentrações dependendo da sua eficiência, mensurável através da sua capacidade de formação e estabilidade da espuma (FALADE; OKOCHA, 2012).

3.5.AGENTES ESPUMANTES

Agentes espumantes são substâncias que quando batidas, agitadas ou aeradas são capazes de formar espumas, ou seja, emulsões em que um gás, geralmente o ar, permanece disperso numa fase contínua líquida ou semi-sólida (SANTOS, 2015). A escolha dos aditivos e a concentração dos mesmos devem ser feitas em função da matéria prima em estudo (SEGURA; MONROY; MANRIQUE, 1990).

O método de secagem em camada de espuma utiliza agentes espessantes, emulsificantes ou estabilizantes, ou mesmo a combinação destes, tendo como objetivo manter a espuma estável durante o processo de desidratação (LISBÔA; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2012).

De acordo com Soler e Veiga (2001) os estabilizantes são substâncias hidrocolóides e, portanto, tem uma alta capacidade de retenção de água, o que proporciona uma textura macia e corpo ao produto final. Aumentam a viscosidade, da uniformidade ao produto e, com algumas exceções, tendem a uniformizar a formação de espuma durante a agitação. Entre os estabilizantes mais utilizados na indústria alimentícia estão as gomas guar, carboximetilcellose (CMC), carragenas, gelatina, pectina, e outras combinações. Conforme Dantas (2010) os possíveis agentes espessantes são: goma xantana; albumina; proteína de soja, dentre outros, os quais auxiliam o aumento da viscosidade melhorando a estabilidade da emulsão.

Segundo Soler e Veiga (2001) os emulsificantes são substâncias tensoativas que contém porções hidrofóbicas e hidrofílicas em sua molécula. Reduzem a tensão interfacial, estabilizando a mistura e facilitando a formação de emulsão (pequenas gotas em suspensão) e espuma (ar em suspensão).

Souza (2011) afirma que a densidade é a propriedade mais importante na escolha do agente espumante, uma vez que a diminuição da densidade após a incorporação do ar, ou seja, a expansão, é o que caracteriza a formação da espuma. Essas substâncias

geralmente apresentam propriedades emulsificantes e/ou estabilizantes. Existem algumas opções disponíveis no mercado, como o Emustab® ou o Portogel®, marcas comerciais, emulsificantes alimentícios muito utilizados na indústria de sorvetes, fornecendo ao produto final cremosidade, estabilidade e melhor rendimento. São produzidos com monoglicerídeos de ácidos graxos destilados, monoestearato de sorbitina e polioxietileno de monoestearato de sorbitina (SOUZA, 2011).

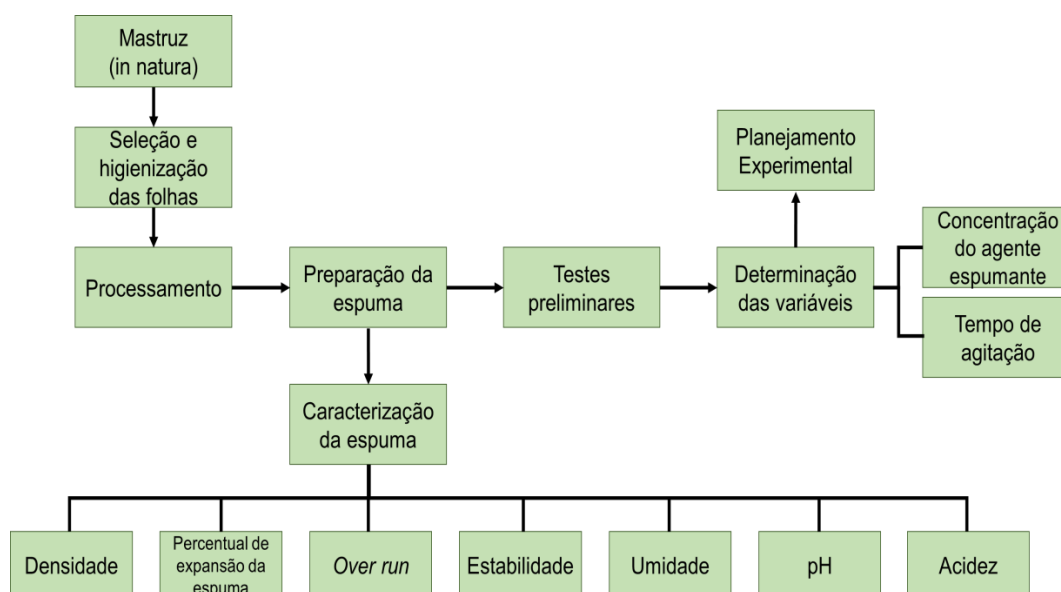
O Portogel® apresenta-se como um emulsificante de baixo custo e que pode ser facilmente encontrado, bastante utilizado como incremento em alimentos. Como reportado por Oliveira (2018), o Portogel® possui em sua composição: água, propileno glicol, monoglicerídeos destilados, éster de poliglicerol e estearato de potássio.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório de Termodinâmica pertencente ao Departamento de Engenharia Química (DEQ) no Centro de Tecnologia (CT) do Campus I da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Na Figura 3 é mostrado o fluxograma com as etapas desenvolvidas.

Figura 3 - Fluxograma das etapas desenvolvidas.



4.1. MATÉRIA-PRIMA

As folhas do mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) foram adquiridas *in natura* em feira livre na cidade de João Pessoa, e selecionadas de acordo com a uniformidade e seu bom estado de conservação.

O emulsificante utilizado foi o Portogel®, visando comparar com os resultados de Simões (2017) que utilizou como emulsificante o Emustab® no estudo da secagem da folha de mastruz nas concentrações de 10%, 20% e 30% e tempos de agitação de 4min, 5min e 6min.

4.2. SELEÇÃO E HIGIENIZAÇÃO DAS FOLHAS

As folhas (Figura 4) em bom estado foram selecionadas, lavadas em água corrente para a remoção de impurezas, e com o auxílio de papel toalha foi removido o excesso de água e posteriormente pesadas em balança de precisão AD 2000 (Marte Científica e Instrumentação Industrial LTDA).

Figura 4 - Folhas do mastruz higienizadas.



4.3. PREPARAÇÃO DA ESPUMA

A folha de mastruz foi processada em liquidificador de alta rotação LAR2220CC5 (Metvisa) com 300 mL de água destilada para cada 100 g de folhas, durante 1 minuto. Posteriormente o suco foi adicionado à batedeira (Arno deluxe inox SX84 com 8 velocidades) junto com o agente espumante e agitado a uma velocidade constante por um tempo determinado.

Figura 5 - Espuma do suco de mastruz com emulsificante Portugel®.



4.4. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Os testes foram feitos para definição da faixa operacional para a produção da espuma, cujas variáveis que influenciam esse processo são concentração de emulsificante e tempo de agitação. Para o processo de secagem em camada de espuma deve ser considerada a temperatura de secagem.

Assim, para que se tenha posteriormente uma análise estatística da influência dessas variáveis no processo de secagem, foi proposto um planejamento experimental fatorial completo 2^3 mais três pontos centrais. Com base no trabalho de Simões (2017), feito um planejamento experimental fatorial completo para verificar a influência das variáveis independentes: tempo de agitação; concentração do agente espumante e temperatura do ar de secagem. Para o tratamento estatístico dos resultados sobre densidade, capacidade de incorporação e porcentagem de expansão a influência da variável temperatura foi desconsiderada.

4.5. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ESPUMA

4.5.1. Densidade

A determinação da densidade da espuma foi realizada em provetas de 100 mL previamente taradas na balança, com o auxílio de um funil as provetas foram preenchidas

com espuma até atingir a marca de 100 mL e logo após pesadas e as massas anotadas. Os experimentos foram feitos em triplicata.

Figura 6 – Avaliação da densidade da espuma do mastruz.



As densidades da espuma foram determinadas utilizando a Equação 1:

$$\rho_{espuma} = \frac{m_{espuma}}{V_{espuma}} \quad (1)$$

Onde:

ρ_{espuma} : densidade da espuma (g/cm³);

m_{espuma} : massa da espuma (g);

V_{espuma} : volume da espuma (cm³).

4.5.2. Percentual de expansão da espuma

A partir dos resultados de densidade obtidos, os valores em percentual de expansão da espuma puderam ser determinados através da Equação 2:

$$\%expansão = \frac{1/\rho_{espuma} - 1/\rho_{suco}}{\rho_{suco}} * 100 \quad (2)$$

Onde:

$\%expansão$: expansão da espuma (%)

ρ_{espuma} : densidade da espuma (g/cm³)

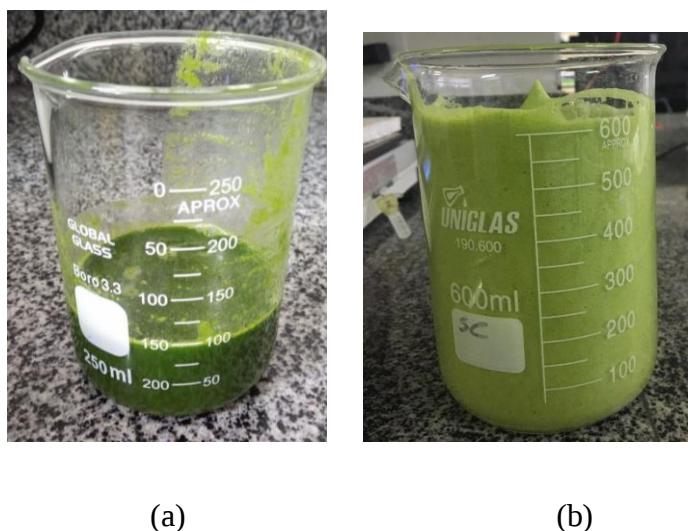
ρ_{suco} : densidade do suco (g/cm^3)

Para determinar o percentual de expansão da espuma, primeiro foi definido a densidade do suco, para isso em uma proveta de 100 mL (previamente tarada) foi adicionado 100 mL de suco, sendo o mesmo pesado e anotado o valor da massa. Foi realizado em triplicata

4.5.3. Capacidade de incorporação de ar (*over run*)

De acordo com Cruz (2013), volume de ar introduzido em uma solução está diretamente relacionado com a capacidade de incorporação de ar (*over run*). Essa capacidade foi determinada pelo volume da espuma formada. Foi avaliado o volume do suco de mastruz em um béquer antes e depois da bateadeira (Figura 7). Foram utilizados aproximadamente 100 mL do suco.

Figura 7 - Esquema de análise de *over run* (a) suco antes da agitação em bateadeira e (b) espuma formada após a agitação em bateadeira.



Para o cálculo da incorporação de ar foi usada a Equação 3:

$$\%over\ run = \frac{V_{espuma} - V_{suco}}{V_{suco}} * 100 \quad (3)$$

Onde:

$\%over\ run$: percentual de capacidade de incorporação de ar;

V_{espuma} : volume da espuma após agitação (cm^3);

V_{suco} : volume de suco antes da agitação (cm^3).

4.5.4. Estabilidade

A metodologia é fundamentada no princípio de que a estabilidade da espuma é inversamente proporcional ao volume do líquido drenado na proveta.

A estabilidade da espuma foi baseada no método citado por Karin e Chuwai (1999), onde 15 a 20 g de espuma foram depositados em um funil com filtro de nylon (adaptação do laboratório) em proveta graduada (Figura 8) mantida nas temperaturas de secagem em estufa com circulação de ar por 90 minutos. Mediu-se o volume drenado em intervalos regulares, à medida que a espuma é desfeita. Os experimentos foram feitos em triplicata.

Figura 8 - Sistema utilizado na determinação da estabilidade da espuma



4.5.5. Umidade

Para a determinação do teor de umidade das espumas do mastruz e da sua folha in natura, foi utilizado o método gravimétrico (BRASIL, 2008). Foi pesado

aproximadamente 1 g da amostra em três cadinhos previamente pesados que foram levados à estufa de esterilização na temperatura de 105°C durante 24 horas. Depois os cadinhos foram pesados e o valor anotado correspondente à massa seca. As Equações 4 e 5 a seguir são usadas para o cálculo da umidade em base seca e base úmida respectivamente:

$$X_{(bs)} = \frac{m_i - m_s}{m_s} * 100 \quad (4)$$

$$X_{(bu)} = \frac{m_i - m_f}{m_i} * 100 \quad (5)$$

Onde,

$X_{(bs)}$: Umidade em base seca

$X_{(bu)}$: Umidade em base úmida

m_s : massa de sólido seco da amostra (g)

m_i : massa inicial da amostra (g)

m_f : massa final da amostra (g)

4.5.6. pH

De acordo com a metodologia de Brasil (2008), o potencial hidrogeniônico foi determinado utilizando um pHmêtro digital (DLA-PH-Del Lab), Preparou-se uma solução para cada concentração de agente espumante descrita no planejamento experimental com 1 g da espuma e 10 mL de água destilada em um béquer. Em seguida, a solução foi agitada até que as partículas estivessem uniformemente suspensas. Após a diluição realizou-se a medição do pH da solução aquosa. As análises foram realizadas a temperatura ambiente e em triplicata.

4.5.7. Acidez total titulável (ATT)

A acidez por volumetria foi realizada de acordo com metodologia adaptada do Instituto Adolfo Lutz (2008) pesou-se 1 g de espuma das folhas do mastruz, em erlemeyer de 125 mL e adicionou-se 50 mL de água destilada. A solução foi agitada em agitador

magnético por aproximadamente 5 minutos e coada em filtro de nylon. Foram adicionadas 4 gotas de solução de fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M até atingir coloração rósea.

A acidez total titulável é dada pela Equação 5:

$$\%ATT = \frac{V_{NaOH} * f}{P * c} * 100 \quad (6)$$

Onde:

$\%ATT$: acidez em solução molar por cento v/m;

V_{NaOH} : é o volume de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL);

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

P: massa de amostra usada na titulação (g);

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Preliminarmente foram realizados testes para a definição da concentração de emulsificante com relação à massa de folhas para definição da faixa operacional. O emulsificante Portogel® foi então adicionado ao suco e a mistura foi agitada na batedeira (Arno deluxe inox SX84 com 8 velocidades) na velocidade máxima para a obtenção da espuma nos tempos testados para definição da faixa operacional.

Na Tabelas 1 são mostradas as variáveis independentes, com os níveis codificadas, definidas em testes preliminares.

Tabela 1 - Valores codificados e reais das variáveis independentes.

Variáveis Independentes	Níveis		
	-1	0	1
Concentração (%)	3	5	7
Tempo de agitação (min)	3	5	7
Temperatura (°C)	50	60	70

Simões (2017) no estudo da definição dos parâmetros para a secagem das folhas do mastruz em camada de espuma definiu as variáveis independentes para concentração de Emustab®: 10%, 20% e 30% e tempo de agitação: 4min, 5min e 6min.

Visando a redução da concentração do agente espumante, neste trabalho foram usadas menores concentrações de 3%, 5% e 7% e o emulsificante Portogel®, muito utilizado atualmente principalmente na indústria de sorvetes, fornecendo ao produto final cremosidade, estabilidade e melhor rendimento.

Os valores do tempo de agitação foram baseados em trabalhos mais recentes que utilizaram menor concentração de emulsificante como definidos por Oliveira (2017) para secagem de sangue bovino usando Emustab® e Oliveira (2019) para secagem das folhas de arruda usando Portogel®, com os mesmos valores das variáveis: 50, 60 e 70 °C para a temperatura; 3, 5 e 7 minutos para o tempo de agitação e 2%, 4% e 6% para a concentração. As temperaturas foram escolhidas com base na literatura.

Na Tabelas 2 está representada a matriz do planejamento experimental fatorial completo.

Tabela 2 - Matriz do planejamento experimental fatorial completo $2^3 + 3$ pontos centrais.

Experimentos	Concentração (%)	Tempo de agitação (min)	Temperatura (°C)
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0

5.2. DENSIDADE DA ESPUMA

Na Tabela 3 são mostrados os valores obtidos para as densidades das espumas de acordo com as condições dos pontos fatoriais de máximo, de mínimo e do ponto central.

Tabela 3 - Valores para densidades das espumas.

Condições	Densidade (g/cm ³)	DP
3% e 3 min	0,1526	0,0075
7% e 3 min	0,1086	0,0007
3% e 7 min	0,1223	0,0023
7% e 7 min	0,1005	0,0040
5% e 5 min	0,1021	0,0028

De acordo com os dados da Tabela 3, o menor valor de densidade média foi de 0,1005 g/cm³ para o experimento de maior concentração de espumante e maior tempo de

agitação (7% e 7 min), já o maior valor foi de 0,1526 g/cm³ para o experimento de menor concentração e menor tempo de agitação. Comparando a densidade para os experimentos com o mesmo tempo de agitação (3% e 3 min e 7% e 3 min) e (3% e 7 min e 7% e 7 min) percebe-se que ela diminui com o aumento da concentração e que também diminui com o aumento do tempo de agitação para as mesmas concentrações (7% e 3 min e 7% e 7 min), porém nota-se que para a concentração de 7% a variação na densidade é muito pequena alterando o tempo de agitação. Ou seja, a densidade aumenta com a diminuição do tempo de agitação e da concentração do agente espumante, sendo esta a que mais influência.

Comportamento semelhante foi descrito por Oliveira (2019) na secagem em camada de espuma da folha de arruda utilizando Portogel® obteve a menor densidade média (0,0904 g/cm³) com as condições máximas experimentais (6% e 7 min) e a maior (0,1651 g/cm³) para o experimento com as condições mínimas (2% e 3 min).

De acordo com Germano (2016) a densidade da espuma deve estar compreendida entre 0,1 e 0,6 g/cm³. Então, os valores obtidos são considerados satisfatórios.

5.3. PERCENTUAL DE EXPANSÃO DA ESPUMA

A média para densidade do suco foi igual a 0,9789 g/cm³. Com isso, foi possível calcular o percentual de expansão utilizando a Equação 2.

Na Tabela 4 são mostrados os resultados encontrados para os percentuais de expansão da espuma para diferentes condições experimentais.

Tabela 4 - Valores para os percentuais de expansão da espuma.

Condições	Expansão (%)
3% e 3 min	541,4810
7% e 3 min	801,3812
3% e 7 min	700,4088
7% e 7 min	874,0298
5% e 5 min	700,4088

Foi observado na Tabela 4 que os maiores valores obtidos são referentes aos experimentos com os maiores níveis das variáveis, assim como a densidade. As espumas

que apresentaram os maiores valores de expansão foram as com maior concentração de Portogel®, para os experimentos 7% e 7 min e 7% e 3 min com 874,0298% e 801,3812%, respectivamente. O menor valor de expansão foi para o experimento com 3% e 3 min igual a 541,4810% o que indica que o percentual de expansão aumenta com o aumento das duas variáveis, mas a variável de maior influência foi a concentração de Portogel®.

De acordo com Dantas (2010), a expansão da espuma acima de 100% é ideal para o processo de secagem. Então os valores obtidos são satisfatórios quando comparados ao valor estabelecido como ideal.

Simões (2017) ao estudar a secagem da folha de mastruz utilizando como emulsificante o Emustab®, a maior porcentagem foi obtida nas condições 30% e 6 min (430%) e a menor em 10% e 4 min (210%). Comparado esses resultados com os obtidos nesse trabalho usando Portogel® pode-se apontar que o Portogel® teve melhor desempenho, pois, em menores concentrações (3, 5 e 7%) proporcionou maior expansão do que o Emustab® em maiores concentrações para a secagem da mesma matéria prima e tempos de agitação próximos.

5.4. CAPACIDADE DE INCORPORAÇÃO DE AR (*OVER RUN*) DA ESPUMA

De maneira similar as análises da densidade e do percentual de expansão da espuma, a capacidade de incorporação de ar leva em conta apenas a concentração de Portogel® e o tempo de agitação em bate-deira, já que a temperatura que é realizada o experimento é a temperatura ambiente. Na Tabela 5 estão apresentados os resultados obtidos na análise de incorporação de ar nos diferentes tempos de agitação e velocidades de agitação.

Tabela 5 - Valores de *over run* nas diferentes condições.

Condições	<i>Over run</i> (%)
3% e 3 min	500
7% e 3 min	500
3% e 7 min	550
7% e 7 min	1100
5% e 5 min	600

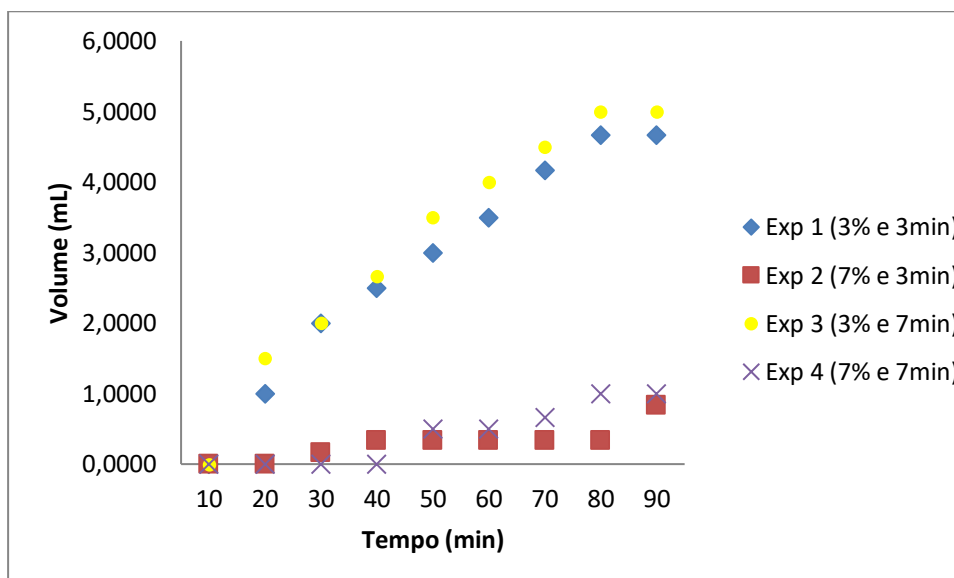
O experimento 7% e 7 min apresentou o maior valor de *over run* que foi de 1100%. Os menores valores de *over run* (500%) ocorreram para as condições mínimas de tempo de agitação (3%/ e 3 min e 7% e 3min), porém observa-se que a variação nos valores de todos os experimentos (exceto 7% e 7 min) é pequena, apenas de 50%. De acordo com Oliveira (2017) o ideal é que se obtenham valores a partir de 200%, então os resultados obtidos neste trabalho foram satisfatórios quando comparados ao valor estabelecido.

Simões (2017) obteve de 210 a 430% de *over run* para seu estudo de secagem em camada de espuma das folhas do mastruz. No trabalho de secagem das folhas de arruda de Oliveira (2019) são apresentados valores de *over run* bem semelhantes aos que foram mostrados nesse trabalho, 440%, 430%, 470%, 1140%, 620% nas condições de 2% e 3min, 6% e 3min, 2% e 7min, 6% e 7min e 4% e 5min, respectivamente. Embora as concentrações de Portugel® sejam ligeiramente diferentes das usadas nesse trabalho, os resultados apresentam o mesmo comportamento.

5.5. ESTABILIDADE DA ESPUMA

Os volumes drenados obtidos por meio da análise de estabilidade estão dispostos nas Figuras 9, 10 e 11 para os experimentos realizados nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C, respectivamente.

Figura 9 - Comportamento da estabilidade dos experimentos para 50 °C.



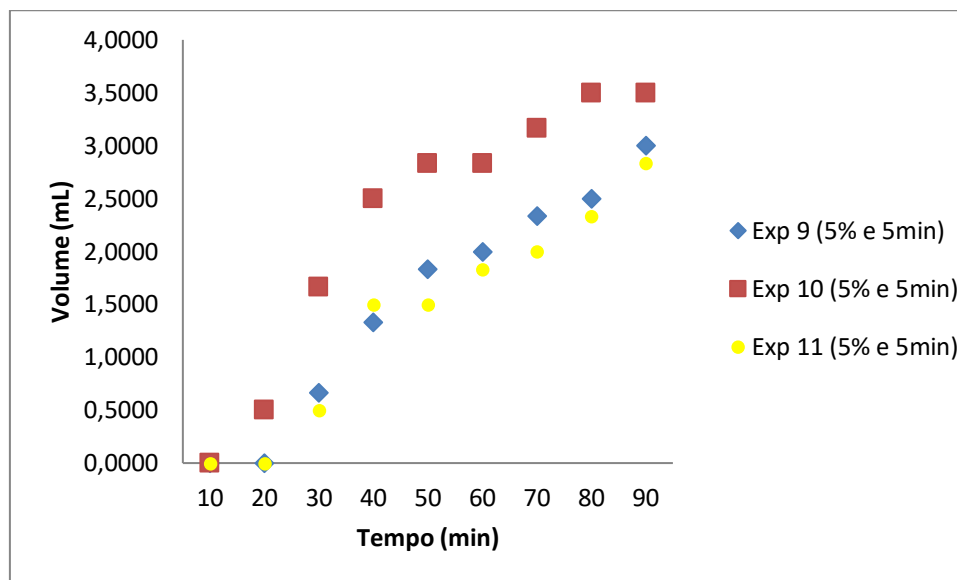
Segundo Dantas (2010) a estabilização do volume desprendido das espumas, sob aquecimento, demonstra que na continuidade do aquecimento e evaporação da água a integridade do material poroso é mantida, facilitando a sua secagem.

Os experimentos com menor concentração (1 e 3) tiveram mais perda de líquido, portanto menor estabilidade, sendo o experimento 3 (3% e 7 min) o que teve a maior perda, aproximadamente 5 mL no decorrer do tempo. Já os experimentos 2 e 4 tiveram estabilidades semelhantes, o experimento 4 (7% e 7 min) com uma perda de líquido ao final do tempo em torno de 1 mL, e o experimento 2 (7% e 3 min) menor que 1 mL. Nessa temperatura o tempo de agitação não influencia muito na estabilidade ao contrário da concentração do agente espumante que em maiores concentrações implicam em menor volume drenado, portanto espumas mais estáveis dado que a estabilidade da espuma é inversamente proporcional ao volume drenado.

Oliveira (2019) em seu estudo da determinação dos parâmetros para a secagem em camada de espuma da folha da arruda usando também o Portogel® como emulsificante, analisando a estabilidade da espuma na temperatura de 50 °C obteve maiores perdas de líquido nos experimentos com menores concentrações, sendo o experimento 1 (2% e 3 minutos) o que teve maior volume com 6,5 mL drenados, e o experimento 7 (6% e 7 min) a menor perda média de líquido ao longo dos 90 min, chegando a apenas 0,16 mL drenados.

Foi observado na Figura 10 que os experimentos dos pontos centrais apresentaram a mesma tendência de perda de volume. Os valores obtidos para os volumes drenados ficaram entre 2,8 e 3,5 mL e apresentam boas estabilidades, entre todos as condições teve os menores volumes seguida apenas dos experimentos 2 e 4 na temperatura de 50°C.

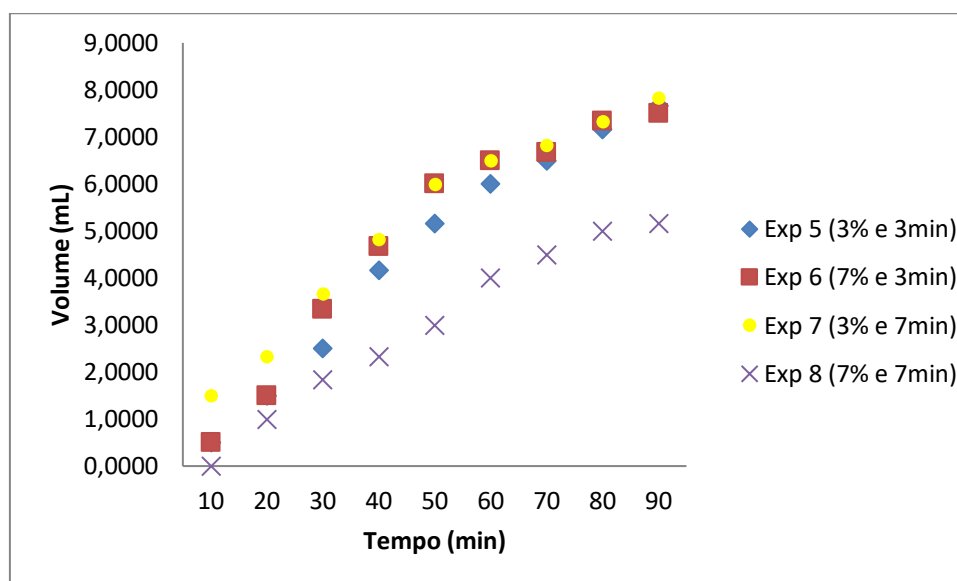
Figura 10 - Comportamento do volume de líquido drenado para 60 °C.



Para a drenagem de líquido das espumas dos experimentos realizados a 60 °C Oliveira (2019) obteve valores de volumes médios de aproximadamente 3,5 mL, apresentando boa estabilidade para o ponto central.

Como pode ser observado na Figura 11, os experimentos 5, 6 e 7 apresentaram comportamentos semelhantes e quase o mesmo volume drenado em torno de 7,5 mL ao final dos 90 minutos, contudo as menores estabilidades foram para os experimentos com menor concentração (3%). O experimento 8 (7% e 7 min) apresenta o menor volume perdido, aproximadamente 5 mL, assim a maior estabilidade nesta temperatura. O que possibilita dizer que tanto o aumento da concentração do emulsificante quanto a do tempo de agitação aumentam a estabilidade da espuma.

Figura 11 - Comportamento do volume de líquido drenado para 70 °C.



Comparando os experimentos 5 e 7 e 6 e 8, nota-se que mantendo a concentração, a variação no tempo de agitação tem influência apenas no experimento 8, o que é validado com a observação de Oliveira (2019) ao comparar as estabilidades a 70 °C na secagem em camada de espuma da folha da arruda, que o aumento das duas variáveis em conjunto provoca melhora mais efetiva da estabilidade do que quando apenas uma é modificada.

No trabalho de Simões (2017) da determinação dos parâmetros para a secagem em camada de espuma com folhas do mastruz obteve a 70 °C ao avaliar os experimentos a 70°C com mesmo tempo de agitação (6 min e 10%) e (6 min e 30%) concluiu que quanto maior a concentração do espumante mais estável será a espuma formada.

5.6. UMIDADE DA ESPUMA

Na Tabela 6 são apresentados os dados obtidos para as análises de umidade e o desvio padrão.

Tabela 6 - Teor de umidade em base seca e base úmida da espuma.

Condições	Umidade (base seca)	DP	Umidade (base úmida)	DP
3% e 3 min	4,51	0,00046	95,68	0,00042
7% e 3 min	4,96	0,00083	95,28	0,00075
3% e 7 min	3,75	0,00176	96,38	0,00164
7% e 7 min	5,54	0,00740	94,75	0,00333
5% e 5 min	4,88	0,00179	95,34	0,00163

De acordo com os dados da Tabela 6 os percentuais de umidade em base úmida são altos e isso está relacionado à etapa anterior a preparação da espuma, a preparação do suco, na qual é adicionada água para triturar as folhas. Nota-se que para as variações nas condições as espumas apresentaram umidades bem próximas entre 94,75% e 96,38% para base úmida e de 3,75% a 5,54% em base seca.

Esses teores de umidade em base úmida estão próximos dos determinados por Gurgel (2014) para espumas da polpa da graviola, que encontrou entre 86,35 e 86,78% e também dos obtidos por Simões (2017) que obteve entre 97,20 e 99,00%, para as espumas da folha de mastruz.

5.7. pH DA ESPUMA

Na Tabela 7 são mostrados os valores médios de pH das espumas nas diferentes condições.

Tabela 7 - Valores de pH para a espuma.

Condições	pH	DP
3% e 3 min	8,337	0,055
7% e 3 min	7,813	0,625
3% e 7 min	7,827	0,193
7% e 7 min	7,890	0,062
5% e 5 min	7,787	0,239

Observa-se na Tabela 7 que o pH é praticamente o mesmo para os experimentos (aproximadamente 7,8), exceto para o de 3% e 3 min (8,337), entretanto o seu valor ainda

se encontra próximo dos outros. Verifica-se então que o pH da espuma é alcalino, está na faixa de 7,787 a 8,337, possui maior alcalinidade para a condição de mínimo e não é influenciado significativamente quando alteradas as condições.

Na literatura é escassa a avaliação do pH das espumas, geralmente esse parâmetro é estudado apenas para o pó. Neste trabalho foi avaliado com o intuito de possibilitar futuras comparações com o pH dos pós e assim ter a compreensão do comportamento do potencial hidrogeniônico ao longo de todo o processo (OLIVEIRA, 2019)

5.8. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)

Na Tabela 8 estão mostrados os resultados obtidos para acidez titulável das espumas.

Tabela 8 - Valores da acidez da espuma.

Condições	ATT (%)	DP
3%/3min	0,2989	0,0998
7%/3min	0,2987	0,0988
3%/7min	0,2737	0,0214
7%/7min	0,3198	0,0658
5%/5min	0,2984	0,0010

Os experimentos com tempo de agitação igual a 3 minutos tiveram praticamente a mesma acidez. A maior acidez foi para o experimento de 7% e 7min com 0,3198% e a menor para o de 3% e 7 min com 0,2737%. No entanto, os valores não variam muito para todas as condições, ficando em torno de 0,3%.

Assim como não se encontram análises na literatura de pH da espuma, o mesmo é válido para a acidez titulável. A determinação de acidez pode fornecer dados importantes na avaliação do estado de conservação de um produto alimentício. Essas avaliações podem ser comparadas futuramente com as do pó em outros trabalhos, proporcionando o conhecimento do comportamento de todas as etapas do processo.

6. CONCLUSÕES

Por meio de testes preliminares foram determinadas as faixas operacionais das variáveis, para concentração do agente espumante: 3%, 5% e 7% e para o tempo de agitação: 3 min, 5 min e 7 min.

Para a densidade, o experimento de maior concentração e maior tempo de agitação (7% e 7 min), obteve o menor valor 0,1005 g/cm³ e para o experimento de menor concentração e menor tempo de agitação o maior valor de 0,1526 g/cm³, entende-se que a diminuição do tempo de agitação e da concentração do agente espumante implica no aumento da densidade.

Seguindo a linha da densidade, a expansão da espuma teve maiores valores para os experimentos com 7% e 7 min e menores valores para 3% e 3 min, sendo 874,0298% o maior percentual e 541,4810% o menor. Analogamente, o *over run* teve maior valor de 1100% para o experimento de 7% e 7 min, esse valor representa o dobro do que foi obtido na maioria das outras condições.

As espumas apresentaram umidade em torno de 95,6% em base úmida e boa estabilidade tanto na temperatura de 50 °C quanto na de 70 °C, as mais estáveis tiveram agente espumante em maiores concentrações e maior tempo de agitação que resultaram menos volume drenado.

O pH da espuma é alcalino na faixa de 7,787 a 8,337. E a acidez é em média 0,3%.

A melhor condição para formação da espuma foi então com 7% de Portogel® e 7 minutos de agitação, promovendo a espuma mais estável com menor densidade e umidade e os maiores percentuais de expansão e incorporação de ar.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; OLIVEIRA, R. F. Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 113, n. 1, p.156–170, 2007.
- ALMEIDA, J. M. M. **Avaliação do potencial antioxidante e osteoindutor do extrato do mastruz**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.
- ALMEIDA, M. G. Cultura ecológica e biodiversidade. **Mercantor- Revista de Geografia da UFC**, v. 2, n. 3, p. 71-82, 2003.
- BAG, S. K.; SRIVASTAV, P. P.; MISHRA, H. N. Optimization of process parameters for foaming of bael (*Aegle marmelos* L.) fruit pulp. **Food and bioprocess technology**, v. 4, n. 8, p. 1450-1458, 2011.
- BEZERRA, T. S. **Desidratação de hortaliças: Aspectos teóricos**. 54 f. Curso de Especialização em Tecnologia de Alimentos – Universidade de Brasília, Brasília. 2007.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC N° 26: Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 26**, de 13 de maio de 2014. [s.l.]: Diário Oficial da União, 2014. 34 p. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2694583/RDC_26_2015_.pdf/b0a1e89b-e23d-452f-b029-a7bea26a698c. Acesso em: 10 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Direção de Administração e Finanças. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS)**. 2009. 1p. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do instituto adolfo lutz: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2020.
- BRASIL. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica, Série B. Textos Básicos de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60 p.
- BRASILEIRO, B. G.; PIZZIOLO, V. R.; MATOS, D. S.; GERMANO, A. M.; JAMAL, C. M. Plantas medicinais utilizadas pela população atendida no "Programa de Saúde da Família", Governador Valadares, MG, Brasil. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, v. 44, n. 4, p. 629-636, 2008.

BRYGIDYR, A. M.; RZEPECKA, M. A. MCCONNEL, M. B. Characterization and drying of tomato paste foam by hot air and microwave energy. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 10. n. 4, p. 313-319, 1977.

CAMACHO, D. G.; ; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 603-608, 2004.

CAMARGO, M. T. R. A. **Contribuciones a los estudios etnofarmacobotánicos de espécies vegetales usados en los ritos afrobrasileiros**. Caracas: Ed. Arte, 1998.

CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 314-319, 2008.

CARVALHO, M. S. **Produção de polpa de abóbora em pó pelo processo de secagem em leito de espuma**. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. 2010. 49 f., Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 33-46, 2010.

CHANG, Y.; HARTEL, R. W. Measurements of air cell distribution in dairy foams. **International Dairy Journal**, v.12, p. 463-472, 2002.

CORREA, M. P.; PENNA, L. A. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Defesa Florestal, v. 4, p. 172, 1984.

CRUZ, G. V. B.; PEREIRA, P. V. S.; PATRÍCIO, F. J.; COSTA, G. C.; SOUSA, S. M.; FRAZÃO, J. B.; ARAGÃO-FILHO, W. C.; MACIEL, M. C. G.; SILVA, L. A.; AMARAL, F. M. M.; BARROQUEIRO, E. S. B.; GUERRA, R. N. M.; NASCIMENTO, F. R. F. Increase of cellular recruitment, phagocytosis ability and nitric oxide production induced by hydroalcoholic extract from *Chenopodium ambrosioides* leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 148–154, 2007.

CRUZ, W. F. **Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método da secagem em camada de espuma**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

CUNHA, M. A. **Anestesia em jundiás (*Rhamdia quelen*) expostos a substâncias isoladas de plantas**. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DANTAS, S. C. M., **Desidratação de polpas de frutas pelo método *foam-mat***. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2010.

DEGENHARDT, R. T.; FARIAS, I. V.; GRASSI, L. T.; FRANCHI JR., G. C.; NOWILL, A. E.; BITTENCOURT, C. M. DA S.; WAGNER, T. M.; SOUZA, M. M. DE; CRUZ, A. B.; MALHEIROS, A. Characterization and evaluation of the cytotoxic potential of the

essential oil of *Chenopodium ambrosioides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 56-61, 2016.

DELESPAUL, Q.; BILLERBECK, V. G.; ROQUES, C. G.; MICHEL, G.; MARQUIER-VIÑUALES, C.; BESSIÈRE, J. M. The antifungal activity of oils as determined by different screening methods. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 2, p. 256-66, 2000.

DELMIRO, T. M. **Secagem da cenoura (*Daucus carota* L.) pelo método foam-mat**. 2016. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

DI STASI, L.C. & HIRUMA-LIMA, C.A. Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica. 2. ed. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 2002. 604p.

FALADE, K. O.; OKOCHA, J. O. Foam-mat drying of plantain and cooking banana (*Musa* spp). **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 4, p. 1173-1180, 2012.

FRANCIS, F. J. **Encyclopedia of food science and technology**. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, Inc. v. 1, p. 2907, 2000.

FRANCO, T. S. **Desidratação do suco de yacon pelo método de camada de espuma**. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GERMANO, L. M. L. P. **Métodos alternativos de secagem de banana verde**. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

GILLE, Lars et al. Toxicity of ascaridole from *Chenopodium ambrosioides* in mammalian mitochondria. In: **BMC pharmacology**. BioMed Central, 2010. p. A10.

GONELI, A. L. D.; VIEIRA, M. C.; VILHASANTI, H. C. B.; GONÇALVES, A. A. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 56-64, Mar. 2014.

GRASSI, L. T. ***Chenopodium ambrosioides* L. – Erva de santa maria (amaranthaceae): estudo do potencial anti-inflamatório, antinociceptivo e cicatrizante**. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2011.

GUERRA, A. M. N. M.; PESSOA, M. F.; SOUZA, C. S. M.; MARACUJÁ, P. B. Utilização de plantas medicinais pela comunidade rural Moacir Lucena, Apodi-RN. **Biosci. J.**, v. 26, n. 3, p. 442-450, 2010.

GURGEL, C. E. M. R. **Secagem da polpa da graviola (*Annonamuricata* L.) em camada de espuma - desempenho do processo e características do produto**. 93 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

GURGEL, C. E. M. R. **Secagem da polpa da graviola (*Annonamuricata*L.) em camada de espuma - desempenho do processo e características do produto**. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

HMAMOUCI, M.; LAHLOU, M.; AGOUMI, A. Molluscicidal activity of some Moroccan medicinal plants. **Fitoterapia**, v. 71, n. 3, p. 308-314, 2000.

KARIM, A. A.; WAI, C. C. Foam-mat drying of star fruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v. 64, n. 3, p. 337-343, 1999.

KEEY, R. B. Drying: principles and practice. International Series of Monographs in Chemical Engineering, **Oxford: Pergamon Press**. v. 13, p. 358, 1972.

KRASAEKOOPT, W.; BHATIA, S. Production of yogurt powder using foam-mat drying. **AU Journal of Technology**, v. 15, n. 3, p. 166-171, 2012.

KUMAR, R.; MISHRA, A. K.; DUBEY, N. K.; TRIPATHI, Y. B. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxigenic and antioxidant activity. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, n. 2, p. 159–164, 2007.

LALL, N.; MEYER, J. J. M. *In vitro* inhibition of drug-resistant and drug-sensitive strains of *Mycobacterium tuberculosis* by ethnobotanically selected South African plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 66, n. 3, p. 347-354, 1999.

LAWRENCE, B. M. Progress in essential oils. **Perfumer and flavorist**, v. 24, n. 6, p. 45-53, 1999.

LISBÔA, C. G. C.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento de figo-da-índia em pó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 216–221, 2012.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Plantarum, 2002. 512p.

MARQUES, G. M. R. **Secagem de caldo de cana em leito de espuma e a avaliação sensorial do produto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009. 84p.

MELO, E. C.; RADUNNZ, L. L.; MELO, R. C. A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – revisão. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n. 4, p. 307-315, 2004.

MIQUELIM, J. N. **Avaliação Reológica e Macroscópica de espumas tipo Marshmallow**. 116 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MONZOTE, L.; MONTALVO, A. M.; SCULL, R.; MIRANDA, M.; ABREU, J. Activity, toxicity and analysis of resistance of essential oil from *Chenopodium ambrosioides* after intraperitoneal, oral and intralesional administration in BALB/c mice infected with *Leishmania amazonensis*: A preliminary study. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 61, n. 2-3, p. 148-153, 2007.

MORAIS, S. M.; DANTAS, J. D. P.; SILVA, A. R. A.; MAGALHÃES, E. F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 169-177, 2005.

NASCIMENTO, F. R. F.; CRUZ, G. V. B.; PEREIRA, P. V. S.; MACIEL, M. C. G.; SILVA, L. A.; AZEVEDO, A. P. S.; BARROQUEIRO, E. S. B.; GUERRA, R. N. M. Ascitic and solid Ehrlich tumor inhibition by *Chenopodium ambrosioides* L. treatment. **Life Sciences**, v. 78, n. 22, p. 2650–2653, 2006.

OLIVEIRA, W. E. S. **Determinação dos parâmetros para a secagem em camada de espuma (from-mat drying) das folhas da arruda (Rutagraveolens L.)**. 63 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

OLIVEIRA, B. F. **Secagem da folha da graviola (*Annona muricata* L.) pelo método de camada de espuma (foam-mat drying)**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

OLIVEIRA, G. L.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. H. C. Plantas medicinais utilizadas na comunidade urbana de Muribeca, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. São Paulo, v. 24, n. 2, p. 571-577, 2010.

OLIVEIRA, R. F. **Estudo da secagem em camada de espuma do sangue bovino**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo da secagem de pêra barlett (*Pyrus sp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SARAIVA, M. E.; OLIVEIRA, S. F.; SOUZA, M. M. A.; MENEZES, I. R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

RONCHETI, E. F. S. **Estudo do processo de secagem em leito de espuma da cenoura, tomate, beterraba e morango**. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.

SANTOS, E. P. **Secagem em camada de espuma da polpa do fruto Noni (*Morinda citrifolia* Linn) – Estudo preliminar**. 64f. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SEGURA, E.; MONROY, L. A.; MANRIQUE, G. Aplicación de la Tecnología de Deshidratación por el Método de Secado de Espumas (Foam-Mat) en Jugos de Frutas Tropicales II (Naranja, Piña, Mora y Maracuyá). **Revista Colombiana de Ciências Químico Farmacêuticas**, v. 18, n. 2, p. 47-52, 1990.

SÉRVIO, E. M. L.; ARAÚJO, K. S.; NASCIMENTO, L. R. S.; COSTA, C. L. S.; MENDES, L. M. S.; FILHO, A. L. M. M.; SANTOS, Í. M. S. P. Cicatrização de feridas com a utilização do extrato de *Chenopodium ambrosioides* (mastruz) e cobertura secundária estéril de gaze em ratos. **ConScientiae Saúde**, v. 10, n. 3, p. 441-448, 2011.

SILVA, A. B.; ARAUJO, C. R. F.; MARIZ, S. R.; MENESES, A. B.; COUTINHO, M. S.; ALVES, R. B. S. The use of medicinal plants for elderly users of a basic family health unit. **J Nurs UFPE online**, v.9, n. 3, p.7636-7643, 2015.

SILVA, M. I. G.; GONDIM, A. P. S.; NUNES, I. F. S.; SOUSA, F. C. F. Utilização de fitoterápicos nas unidades básicas de atenção à saúde da família no município de Maracanaú (CE). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 455-462, 2006.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIREDO, R. M. F; QUEIROZ, A. J. M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1179-1184, 2005.

SIMÕES, Thiago Batista. **Definição de parâmetros para a secagem em camada de espuma (foammatdrying) das folhas do mastruz (*chenopodiumambrosioides* L.)**. 90 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes** – série publicações técnicas do centro de informação em alimentos. Campinas: ITAL. v. 1, p. 63, 2001.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-42, 2006.

SOUZA, V. C. **Efeito da liofilização e desidratação em leito de espuma sobre a qualidade do pó de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinha, 2011.

VEGA-MERCADO, H.; GONGORA-NIETO, M. M.; BARBOSA-CANOVAS, G. V. Advances in dehydration of foods. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 4, p. 271-289, 2001.

VEIGA JUNIOR, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Rev. bras. Farmacogn**, v. 18, n. 2, p. 308-313, 2008.

VIEIRA, M. J. **Análise do setor de plantas medicinais e fitoterápicos – como alternativa de desenvolvimento regional para o estado de Santa Catarina.** 111p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional), Universidade do Contestado, Canoas, 2008.