



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

CHRISTIAN CARLOS DE SOUSA

**DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (*FOAM-MAT DRYING*) DA CLARA E GEMA DO OVO DE PATA
(*ANAS PLATYRHYNCHOS DOMESTICUS*)**

JOÃO PESSOA - PB

2017

CHRISTIAN CARLOS DE SOUSA

**DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (*FOAM-MAT DRYING*) DA CLARA E GEMA DO OVO DE PATA
(*ANAS PLATYRHYNCHOS DOMESTICUS*)**

Trabalho Final de Curso apresentado à Coordenação
do Curso de Engenharia Química como requisito
parcial para obtenção do título de **Bacharel em
Engenharia Química**

Orientadora: Profa. Dra. Josilene de Assis
Cavalcante.

JOÃO PESSOA - PB.

2017

S725d Sousa, Christian Carlos de

Definição de parâmetros para a secagem em camada de espuma
(*Foam-mat drying*) clara e gema do ovo de pata (*Anas Platyrhynchos*
Ddomesticus)./Christian Carlos de Sousa. – João Pessoa, 2017.

54f. il.

Orientador: Profa. Dra. Josilene de Assis Cavalcante.

Monografia (Curso de Graduação Bacharel em Engenharia Química)
Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Secagem 2. Tempo de Secagem 3. Umidade Final I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 661(043)

CHRISTIAN CARLOS DE SOUSA

**DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS PARA A SECAGEM EM CAMADA DE
ESPUMA (FOAM-MAT DRYING) DA CLARA E GEMA DO OVO DE PATA
(ANAS PLATYRHYNCHOS DOMESTICUS)**

Trabalho Final de Curso apresentado à Coordenação
do Curso de Engenharia Química como requisito
parcial para obtenção do título de **Bacharel em
Engenharia Química**

Aprovado em 14 de Junho de 2017.



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



Profa. Dra. Veruscka Araújo Silva – DEQ/CT/UFPB
(Examinadora)



Profa. Dra. Julice Dutra Lopes- DEQ/CT/UFPB
(Examinadora)

Dedico este trabalho à minha mãe, Ana Cristina, por sempre estar ao meu lado e apoiar minhas decisões, por me confortar e por não medir esforços para que meus sonhos se tornassem realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sua imensa bondade, por sempre olhar e cuidar da vida de todos.

À minha família, em especial, minha mãe Ana Cristina por todo apoio durante toda minha vida, por fazer meus sonhos possíveis e por todo amor que sempre me foi dado.

Aos meus avós paternos, Dona Inácia e Seu Josias, e maternos, Dona Raimunda por sempre me ajudarem e estarem presentes em minha vida, por todo amor e carinho.

À professora Josilene por todo o conhecimento que me foi compartilhado, pelas sábias orientações, pelo apoio, incentivo e dedicação, assim como todo o carinho que não me faltou em nenhum momento dessa longa caminhada.

A todos os profissionais da educação que passaram por essa minha fase de formação e contribuíram para o meu engrandecimento intelectual.

A todos amigos e companheiros que dividiram comigo momentos bons e ruins durante essa longa jornada. Em especial Júlia Bandeira, Luiz Fernando, Luiz Henrique, Douglas Magno, Beliza Patrícia, Alan Breno, Jaciclene Costa, Lucas Barbosa.

À Eudézia por ter me auxiliado na realização dos testes e dos ensaios de secagem, e aos Laboratórios de Termodinâmica e de Operações Unitárias pela disponibilidade dos equipamentos.

A todos os que são e já foram integrantes do Centro Acadêmico de Engenharia Química junto comigo, pelos eventos e atividades sempre voltadas para o estudante de engenharia química.

Aos meus amigos e companheiros do LASOB (Laboratório de Síntese Orgânica e Biocatalise), André Patrício, João Batista, João Marcos, Luan Crispim, Poliane Karenine, Edvaldo Alves, pelos momentos de descontração e aprendizagem durante meus projetos de iniciação científica.

RESUMO

O ovo é considerado um dos alimentos, mais nutritivos da dieta humana sendo sua composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas de excelente valor biológico. O ovo em sua forma integral ou a clara e gema apresentam-se como ingrediente fundamental em inúmeros produtos alimentares ao agregar propriedades nutricionais e funcionais, além de conter substâncias promotoras de saúde e preventiva de doença. O ovo de pata apesar de apresentar um nível mais elevado de colesterol, o consumo mínimo é recomendado, uma vez que oferecem benefícios significativos e complementares a uma boa nutrição. De uma forma simples, a secagem é um processo no qual o calor é fornecido para o material desejado para evaporar o teor de umidade que existe, obtendo então um produto livre de tal umidade, ou seja, seco. A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) aplica-se à secagem de alimentos líquidos ou semilíquidos, os quais são transformados em espuma estável pela incorporação de ar em sua estrutura e adição de agentes emulsificantes/estabilizantes e tem a característica de manter alta qualidade dos produtos, oferecendo grandes possibilidades comerciais. Esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) da clara e da gema dos ovos de pata para a obtenção da clara e da gema em pó. Os experimentos foram feitos de acordo com um planejamento experimental fatorial completo $2^3 + 3$ pontos centrais. As variáveis independentes (entrada) foram tempo de agitação; velocidade de agitação e temperatura de secagem e as variáveis dependentes (saída) foram umidade e tempo de secagem. A utilização desse método para a secagem da clara do ovo de pata apresentou bons resultados. Verificou-se que todas as variáveis estudadas (tempo de agitação, velocidade de agitação e temperatura de secagem) influenciaram no comportamento de secagem da clara do ovo de pata. A temperatura é a variável que mais influencia a secagem da clara do ovo de pata.

Palavras-chaves: Secagem, tempo de secagem, umidade final

ABSTRACT

The egg is considered one of the most nutritious foods in the human diet and its composition is rich in vitamins, minerals, fatty acids and proteins of excellent biological value. The egg in its integral form or the clear and yolk present as a fundamental ingredient in numerous food products by adding nutritional and functional properties, as well as contain health promoting and disease preventive substances. Paw's egg have a higher level of cholesterol, minimal consumption is recommended as they offer significant and complementary benefits to good nutrition. In a simple manner, drying is a process in which heat is supplied to the desired material to evaporate the existing moisture content, thereby obtaining a product free of such moisture, ie dry. Foam-mat drying is applied to the drying of liquid or semi-liquid foodstuffs, which are transformed into stable foam by the incorporation of air into their structure and the addition of emulsifying / stabilizing agents and has the characteristic of maintaining High quality products, offering great commercial possibilities. The objective of this work was to carry out a study on the foam-mat drying of egg white and egg yolk to obtain the white and the powdered yolk. The experiments were done according to an experimental design factorial complete $2^3 + 3$ central points. The independent variables (input) were agitation time; Agitation speed and drying temperature and the dependent variables (output) were humidity and drying time. The use of this method for the drying of the paw egg white showed good results. It was found that all variables studied (stirring time, stirring speed and drying temperature) influenced the drying behavior of the paw egg white. The temperature is the variable that most influences the drying of the white of the paw egg.

Keywords: Drying, drying time, final moisture

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivo Específico.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 O ovo.....	14
3.2 Estrutura e composição do ovo.....	14
3.3 Valor Nutricional do ovo.....	16
3.4 O ovo de pata.....	17
3.5 Contaminação e conservação do ovo.....	20
3.6 Propriedades Físico-químicas.....	21
3.6.1 Propriedades emulsificantes.....	21
3.6.2 Formação de Espuma.....	22
3.6.3 Umidade.....	23
3.6.4 Cor da Gema.....	23
3.7 Ovoprodutos.....	23
3.7.1 Utilização e Classificação dos ovoprodutos.....	24
3.8 Secagem.....	25
3.8.1 Secagem em camada de espuma.....	26
4. MATERIAIS E METODOLOGIA.....	29
4.1 Matéria-prima.....	29
4.2 Metodologia.....	29
4.2.1 Planejamento experimental.....	29
4.2.2 Produção de espuma.....	31
4.2.3 Caracterização da Espuma.....	32
4.2.3.1 Densidade e percentual de expansão.....	32
4.2.3.2 Incorporação de ar (<i>over run</i>)	33
4.2.3.3 Avaliação da estabilidade da espuma.....	34

4.2.3.4 Umidade.....	35
4.2.4 Secagem em camada de espuma.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Planejamento experimental.....	37
5.2 Densidade e percentual de expansão.....	40
5.3 Incorporação de ar.....	42
5.4 Estabilidade da espuma.....	43
5.5 Secagem em camada de espuma.....	46
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	50

1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista alimentício, o ovo é um alimento proveniente de animais, podendo ser de diversas espécies, tais como, répteis, anfíbios e peixes. Ovos de aves e répteis consistem basicamente de casca, da clara e da gema do ovo. Já do ponto de vista da biologia, o ovo é o zigoto dos animais. É uma célula que se forma após a fusão do núcleo do óvulo (pronúcleo feminino, haploide) com o núcleo do espermatozoide (pronúcleo masculino, haploide) por cariogamia, o que dá origem à célula diploide denominada ovo ou zigoto.

O ovo é um dos alimentos mais nutritivos da dieta humana, sendo sua composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas de excelente valor biológico (RÊGO et al., 2012). O ovo em sua forma integral, ou a clara e gema separadas apresenta fundamental importância em diversos alimentos, agregando propriedades nutricionais e funcionais, além de apresentar substâncias que promovem saúde e previnem doenças.

Em geral quando nos referimos ao termo “ovo”, entende-se pelo ovo proveniente da galinha (*Gallus gallus domesticus*), os demais ovos devem ser denominados procedidos pela espécie ao qual pertencem. O ovo desempenha diversas propriedades funcionais, que proporcionam aos alimentos, cor, viscosidade, emulsificação, geleificação e formação de espuma, além de ser excelente fonte de proteínas e servir como referência para medir o valor proteico de outros alimentos (MENDES, 2002).

A produção de ovos de galinha no Brasil alcançou a marca de 725,72 milhões de dúzias no 2º trimestre de 2015, sendo um recorde da evolução da produção de ovos, alcançando, no 2º trimestre de 2015, o nível mais alto da série desde 1987, quando a pesquisa foi iniciada pelo IBGE (IBGE, 2015).

Ainda segundo o IBGE (2015), no período de um ano (jul/2014 a jun/2015) foram produzidas no Estado da Paraíba 24.564 mil dúzias de ovos, havendo no mês de Julho/2015, no estado, um total de 973.161 galinhas poedeiras. O ovo de pata, não é tão comum quanto o ovo de galinha, apesar de também ser um alimento popular, não está à venda em muitos mercados. Apesar de ovos de pata possuírem um nível mais elevado de colesterol, o consumo mínimo é recomendado, uma vez que oferecem benefícios significativos e complementares a uma boa nutrição (MARTINS, 2002).

Mesmo sendo uma excelente fonte de nutrientes, o ovo não está fora de perigo quando se trata de contaminação, isto por conta do seu ambiente propício a propagação de bactérias e fungos. Essa contaminação pode ocorrer antes ou logo após a postura do ovo.

Antes da postura a contaminação acontece devido à incorporação de bactérias no ovário ou no oviduto durante a sua formação, isto é consequência do estado de saúde das aves, tal como sua alimentação. Após a postura ocorre quando há penetração de microrganismo através da casca, que é considerada extragenital, e é consequência da higiene do ambiente onde as aves em produção ficam alojadas, assim como também do local onde os ovos ficam armazenados (STADELMAN; COTTERILL, 1995). Porém a contaminação após a postura é a principal forma de ovos serem contaminados, tendo em vista que há uma rigorosa fiscalização sanitária nas granjas criadoras de aves.

Então, o homem sentiu a necessidade de criar técnicas que fossem capazes de aumentar a segurança alimentar dos alimentos, tendo em vista a perecibilidade dos mesmo. E uma das técnicas desenvolvidas foi a desidratação. A desidratação consiste na remoção da água livre presente, tornando o alimento mais seguro (CARNEIRO, 2008).

O processo de secagem trata-se de um processo onde a água, ou qualquer outro líquido, é retirado de um determinado material. Este difere-se do processo de evaporação, pois é realizado em uma temperatura menor que a temperatura de ebulição do líquido, o que não ocorre na evaporação. Quando se faz um tratamento térmico de um alimento, deve-se tomar cuidado, pois esse tipo de tratamento pode alterar a composição nutricional dos alimentos, assim como suas características sensoriais.

Logo, é de suma importância que o método de secagem seja bastante estudado para que o mesmo altere o mínimo possível as características do produto final. Mesmo apresentando essas desvantagens em relação à composição nutricional dos alimentos, a secagem apresenta diversas vantagens, entre elas: o aumento da vida útil do produto, facilidade no transporte e comercialização, redução nas perdas, entre outros. Trata-se de um processo econômico e, mesmo com alguma perda, o processo concentra os nutrientes presentes. (CELESTINO, 2010).

A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) é uma técnica que transforma alimentos líquidos ou semilíquidos em espumas estáveis, por meio de uma forte agitação e incorporação de agentes espumantes, para em seguida serem desidratados. Muitos

alimentos naturalmente contêm proteínas e monoglicerídeos e produzem espumas quando batidos. Quando o material não produz a espuma necessariamente estável para a secagem, agentes espumantes são adicionados. (SANKAT; CASTAIGNE, 2004). Uma das vantagens da secagem em camada de espuma é a capacidade de manter a alta qualidade dos produtos, apresentando grandes possibilidades para a indústria alimentícia.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar as melhores condições para a secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) da clara e da gema dos ovos de pata.

2.2 Objetivos Específicos

- Fazer testes preliminares para determinar as melhores faixas operacionais das variáveis a serem estudadas no planejamento experimental fatorial completo.
- Produzir e caracterizar a espuma da clara dos ovos de pata em termos de densidade, expansão, capacidade de incorporação de ar e estabilidade;
- Realizar um planejamento experimental fatorial completo $2^3 + 3$ pontos centrais (11 experimentos) e avaliar a influência das variáveis de entrada (tempo de agitação, velocidade de agitação e temperatura de secagem), sobre as variáveis resposta (tempo de secagem; umidade final);
- Definir as melhores condições para a realização da secagem em camada de espuma da gema do ovo de pata.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

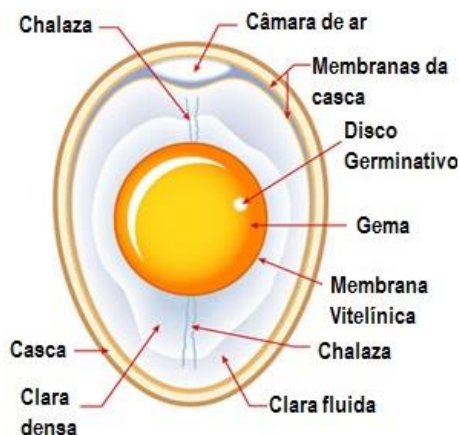
3.1 O ovo

Os ovos são importantes fontes protéicas, sendo considerado alimentos ricos em proteína e com baixo teor de gordura, tendo na porção lipídica maiores concentrações de ácidos graxos insaturados. Sob a denominação geral de ovo são entendidos apenas aqueles provenientes de galinha e os demais devem ser indicados segundo a espécie de que procedem (ORNELLAS, 2001). O ovo é um dos alimentos mais completos que existe e cada um dos seus componentes exerce uma função específica. Além de ser um alimento de alto valor nutricional e baixo custo, que vem sendo utilizado por indústrias nos mais diversos produtos, devido a suas características funcionais e tecnológicas (PLETI et al., 2009).

3.2 Estrutura e composição do ovo

A principal e mais conhecida composição do ovo é que o ovo é composto pela casca, pela clara e gema. Contudo, além destas, ele possui outras partes em menor volume, como o disco germinativo, as calazas, a câmara de ar, a cutícula e as membranas da casca. Na Figura 1 é mostrada essa divisão na composição do ovo.

Figura 1 – Estrutura do ovo



Fonte: Góes (2013)

A casca do ovo é considerada a sua embalagem natural, uma casca resistente proporciona uma melhor proteção para a parte interna do ovo. Ela é constituída por substâncias orgânicas (escleroproteína e colágeno) e minerais (carbonato de cálcio e de magnésio) (ORNELLAS, 1985). A casca externa do ovo possui pequenos poros para a troca dos gases. Estes poros estão cobertos por uma cutícula composta de cera que protege o ovo contra a perda de água e impede a penetração de microrganismos (PROUDLOVE, 1996). A membrana interna e a casca externa, formadas por queratina, agem como camadas protetoras contra rompimentos e invasões microbianas (MADRID et al., 1996).

A casca do ovo contém de 7.000 a 17.000 poros, possui de 0,5 a 12,8 μm de diâmetro, esses poros servem para permitir a respiração do embrião e perda de umidade, porém eles facilitam a entrada de microrganismos quando os ovos são armazenados incorretamente (MORENG e AVENS, 1990). A parte externa da casca é recoberta por uma estrutura glicoproteica denominada cutícula e que possui um aspecto similar ao de uma esponja, o que facilita a entrada de ar, mas dificulta a entrada de microrganismos. A casca e cutícula são as principais barreiras que impedem a entrada dos microrganismos no interior do ovo. A lavagem, a abrasão, os golpes, o envelhecimento, entre outros fatores, podem ocasionar a perda da integridade da cutícula e da casca.

A clara é constituída, principalmente, por água e proteína, contendo de 88,5% de água e 13,5% de proteínas, vitaminas do complexo B (Riboflavina – B2) e traços de gorduras (ALCÂNTARA, 2012). Suas principais proteínas são: ovalbumina, conalbumina, ovomucóide, ovomucina e lisozima. Dentre estas proteínas a ovalbumina e a conalbumina representam 70% do total de proteínas presente na clara e são responsáveis pela gelatinização do albúmen (RAMOS, 2008). Ela, também, é responsável pela proteção da gema contra choques e variações de temperatura.

A clara é constituída de três camadas: uma fluida e fina camada externa, que corresponde a 23% da clara, a segunda é uma camada grossa, espessa e densa, que corresponde a 57% da clara e a terceira é uma fina camada interna que corresponde a 20% da clara. A clara é pobre em gorduras, o que resulta em baixo valor calórico (MADRID et al., 1996). Na clara, entre os dois polos existentes e a gema, encontram-se as chalazas, que são responsáveis pela manutenção e fixação da gema ao centro do ovo (SALINAS,

2002). E devido à alta concentração de proteínas, a clara é muito utilizada em alimentos como agente espumante e anticristalizante.

A gema é a parte amarela e central do ovo, que pode ter a tonalidade variada de acordo com a alimentação da ave, mas essa cor não indica valor nutritivo. Essa coloração está ligada a quantidade de carotenoides presentes nela. A gema é uma dispersão de fosfoproteínas e lipoproteínas. Na gema é encontrada a maior parte da gordura do ovo, incluindo o colesterol, e sua composição que pode variar de acordo com o tipo de alimentação oferecida às aves (MADRID et al., 1996). Ela é uma emulsão de gordura em água (52%) composta por proteínas (16%), lipídios (34%), vitaminas solúveis em lipídios A, D, E e K, glicose, lecitina e sais minerais e é envolvida pela membrana vitelina. Sua porção lipídica é constituída por 66% de triacilgliceróis, 28% de fosfolipídios e 5% de colesterol.

3.3 Valor Nutricional do ovo

O ovo representa uma importante fonte nutricional e possui nutrientes essenciais para dieta humana, especialmente por ser rico em proteínas de alto valor biológico com nutrientes como os carotenóides luteína, zeaxantina, vitaminas e minerais essenciais à saúde humana (AGUIAR, 2009), com elevada concentração de aminoácidos, como a lecitina, que atua no metabolismo humano reduzindo o colesterol considerado prejudicial à saúde, e aumentando o colesterol considerado benéfico à saúde. Possui vitaminas A, B2 e B12, D e minerais, como ferro, manganês, zinco, fósforo e magnésio, essenciais à saúde humana.

A proteína contida no ovo apresenta um valor nutricional maior do que proteínas contidas em outras fontes como, por exemplo, leite, peixes, feijão e contém, também, quantidades significativas de ácidos graxos insaturados (linoléico e oléico), minerais (ferro, fósforo, magnésio, sódio, potássio, cloro, iodo, manganês enxofre, cobre e zinco), vitaminas (A, D, E, K e do complexo B) e gorduras (SARCINELL, 2007). Na Tabela 1 são mostrados os nutrientes presentes no ovo.

A composição do ovo pode variar de acordo com vários fatores, como: a idade, o tamanho, alimentação e estado sanitário das aves. A alimentação das aves influencia na composição da proteína, ácidos graxos e no colesterol da gema. (SARCINELLI et al., 2007).

Tabela 1- Nutrientes de um ovo grande fresco e cru

Nutrientes	Unidade	2010	2012
Energia	Kcal	72	143
Proteína	g	6,3	12,56
Carboidrato	g	0,4	0,72
Gordura total	g	4,8	9,51
Monoinsaturada	g	1,8	3,6
Polinssaturada	g	1	1,9
Gordura trans	g	0	0
Colesterol	mg	186	372
Colina	mg	126	293
Riboflavina (B2)	mg	0,2	0,45
Cianocobalina (B12)	µg	0,5	0,89
Ácido fólico (B5)	µg	24	0
Vit. D	IU	41	82
Vit. A	IU	270	540
Pirodoxina (B6)	mg	0,1	0,17
Tiamina (B1)	mg	0	0,04
Vit. E	mg	0,5	1,05
Selenium	µg	15,4	30,7
Fosforo	mg	99	198
Ferro	mg	0,9	1,75
Zinco	mg	0,7	1,29
Cálcio	mg	28	56
Sódio	mg	71	142
Potássio	mg	69	138
Magnésio	mg	6	12
Gordura saturada	g	1,6	3,1

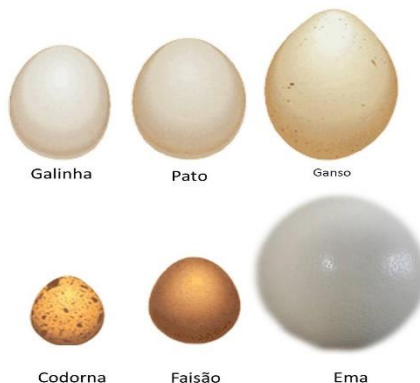
Fonte: Adaptado (ALCÂNTARA, 2012)

3.4 O ovo de pata

O ovo de pata, assim como o ovo de galinha, é bastante consumido no mundo todo, contudo, no Brasil, não está à venda em muitos mercados. Esse ovo é um pouco menor

que um ovo de ganso, mas é maior que um ovo de galinha (Figura 2), seu sabor é mais intenso que ovos de galinha. A gema do ovo de pata é mais gordurosa e oleosa se comparada com o ovo de galinha, porém, sua clara apresenta um maior teor de proteína.

Figura 2 – Comparação entre os tamanhos dos ovos



Fonte: Barreiros (2012)

Apesar de ovos de pata possuir um nível mais elevado de colesterol, o consumo mínimo é recomendado, uma vez que oferecem benefícios significativos e complementares a uma boa nutrição. Esse ovo contém pequenas quantidades de cobre, selênio, manganês, vitaminas D e E e é uma boa fonte de vitaminas do complexo B. Abaixo seguem tabelas com valores nutricionais dos ovos de pata. Nas Tabela 2 e 3 são mostradas a comparação entre as composições dos ovos de galinha e pata e valores nutricionais para o ovo de pata cru, respectivamente.

Tabela 2 - Comparação da composição centesimal dos ovos produzidos pela galinha e pela pata

Componente	Galinha	Pata
Tamanho (g)	50	70
Calorias (cal/100g)	155	185
Umidade (%)	74,57	70,83
Proteínas (%)	12,14	12,81
Lipídios (%)	11,15	13,77
Carboidratos (%)	1,20	1,45
Fibras (%)	0	0
Cinzas (%)	0,94	1,14

Fonte: SARCINELLI, 2007

Tabela 3 - Valores nutricionais do ovo de pata

Nutrientes	Unidade	Valor para 100 g	Valor para um ovo (70g)
Água	g	70,83	49,58
Energia	Kcal	185	130
Proteína	g	12,81	8,97
Gordura total	g	13,77	9,64
Fibra	g	0	0
Açúcares totais	g	0,93	0,65
Cálcio	mg	64	45
Ferro	mg	3,85	2,69
Magnésio	mg	17	12
Fosforo	mg	220	154
Potássio	mg	222	155
Sódio	mg	146	102
Zinco	mg	1,41	0,99
Vit. C	mg	0	0
Riboflavina (B2)	mg	0,404	0,283
Tiamina (B1)	mg	0,156	0,109
Niancina (B3)	mg	0,200	0,140
Vit. B6	mg	0,250	0,175
Vit. B12	µg	5,40	3,78
Vit. A	IU	674	472
Vit. E	mg	1,34	0,94
Vit. D	IU	69	48
Gordura Saturada	g	3,681	2,577
Monoinsaturada	g	6,525	4,567
Polinsaturada	g	1,223	0,856
Colesterol	mg	884	619

Fonte: USDA *National Nutrient Database for Standard Reference*, 2016.

3.5 Contaminação e conservação do ovo

Um ovo contaminado tem sua vida útil reduzida, além de afetar a saúde do consumidor. A contaminação pode acontecer antes da sua postura, por incorporação de bactérias durante a formação do ovo no ovário ou oviduto, podendo ser considerada de origem congênita. E também pode ocorrer após sua postura, quando as bactérias penetram através da casca, sendo chamada de extragenital. (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

A contaminação logo após a postura acontece por diferentes fatores dentre eles: umidade e a higiene na qual o ambiente em que a postura acontece se encontra. A contaminação dos ovos pode ocorrer pelo manuseio dos operadores. Pode haver diversas bactérias na pele e mucosas do homem que irá recolher os ovos postos, e essas bactérias podem ser transferidas para o alimento, se não houver um manuseio adequado. A redução de contaminação de equipamentos e instalações em granjas pode reduzir a contaminação dos ovos em 80%. (STRINGHINI, 2008). Aves de granja têm rigorosa fiscalização sanitária e rigoroso controle de doenças por vacinas, por tanto, o principal meio de contaminação dos ovos é após postura, pelo contato do mesmo com fezes e sujeiras na mesa de postura e favorecido pela temperatura e umidade do ambiente.

O ovo possui muitas barreiras naturais contra bactérias. Porém, os cuidados devem ser tomados assim que o ovo é posto. As patas normalmente põem os ovos pela manhã, diferente das galinhas que põem os seus ovos a qualquer hora do dia. O ideal é que esses ovos sejam recolhidos o mais rápido possível após a postura, pois facilita assim a limpeza e a acomodação em lugar fresco, para conservação.

Essas barreiras previnem que bactérias penetrem o interior do ovo e se multipliquem. A primeira barreira física encontrada no ovo é a casca, que possui a mucina que, quando seca, obstrui os poros não permitindo a entrada de fungos e bactérias, porém ela não combate totalmente a ação das bactérias, principalmente quando é retirada a cutícula externa por processo de lavagem. Outra barreira física é o albúmen, que, devido à sua densa viscosidade, impede que microrganismos que passaram pela casca cheguem até a gema. O albúmen, além de barreira física, é também uma barreira química já que possui substâncias que podem inibir o crescimento microbiológico, que são a lisozima, a coalbumina, a ovomucóide, a avidina e a riboflavina. (ALLEONI, 2006).

Por ser rico em nutrientes o ovo exige alguns cuidados para não perder a qualidade e se transformar em meio para crescimento de microrganismos e se deteriorar (RÊGO et

al., 2012). A perda de qualidade ocorre de forma contínua ao longo do tempo e pode ser agravado por diversos fatores (BARBOSA et al., 2012).

O armazenamento dos ovos é de suma importância para a conservação dos mesmo, pois nesse período ocorrem diversas trocas físicas, químicas e microbianas. Portanto, ter um controle sobre a temperatura de armazenamento e no tempo de armazenamento é muito importante. Vários fatores intrínsecos são preponderantes para a manutenção da qualidade do ovo, dentre eles destacam-se o valor nutricional, sabor, odor, cor da gema, palatabilidade e aparência não sendo facilmente determinados na aquisição do produto (SCATOLINI-SILVA, 2013). Os principais microrganismos envolvidos na deterioração dos ovos são: *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *P. maltophilia* e espécies de *Alcaligenes*, *Proteus*, *Escherichia*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Sporotrichium*, *Mucor* e *Alternaria*. (EMBRAPA, 2004).

Os ovos líquidos pasteurizados ou desidratados oferecem uma maior segurança e facilidade, já que os fornecedores realizam análises de controle desta matéria prima. O armazenamento de produtos secos devem ser feitos em recipientes que impeçam a permeação de vapor de água. A clara em pó é estável durante o armazenamento, já o ovo inteiro pode perder por falta de glicose, tanto em sabor como em solubilidade, assim como em suas qualidades de cocção.

3.6 Propriedades Físico-químicas

3.6.1 Propriedades emulsificantes

A clara possui uma grande porcentagem das proteínas totais do ovo. E em geral as proteínas são consideradas boas agentes emulsificantes porque possuem numa mesma molécula regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, as quais reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão. Emulsificação é uma propriedade funcional das proteínas. Propriedades funcionais de proteínas são definidas como as propriedades físico-químicas que afetam o seu comportamento no alimento durante o preparo, processamento e armazenamento, e contribuem para a qualidade e atributos sensoriais dos alimentos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007). Contudo a maioria das proteínas apresenta uma redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao

ponto isoelétrico da proteína, onde a carga líquida e a solubilidade apresentam-se reduzida.

Já as propriedades emulsificantes da gema de ovo são atribuídas aos fosfolipídios e, sobretudo, às lecitinas presentes na forma de complexos lipoprotéicos. As livetinas e as lipovitelininas contribuem para diminuir a tensão superficial e facilitam a formação da emulsão, pois não tem influência sobre a estabilidade. Existe uma relação linear entre a estabilidade da emulsão e a raiz quadrada da viscosidade. A adição de clara à gema de ovo diminui a estabilidade das emulsões formadas e este efeito está essencialmente ligado a um decréscimo na viscosidade da gema, já que a estabilidade da emulsão está diretamente ligada à viscosidade.

3.6.2 Formação de espuma

A capacidade de formar espumas também é uma propriedade funcional das proteínas. As espumas são um estado, onde bolhas de gás se dispersam e ficam suspensas dentro de um sólido ou de um líquido. A espuma formada a partir da clara exercem um importante papel em inúmeros produtos alimentares pois os torna leves em textura e contribui para seu crescimento. A espuma é formada a partir de uma agitação, onde bolhas de ar são cercadas por albumina que passou por uma desnaturação da superfície líquido-ar. Essa desnaturação é causada pela desidratação e estiramento da albumina durante o batimento, tornando-se parte dessa proteína insolúvel, endurecendo e estabilizando a espuma.

A agitação excessiva incorpora muito ar, distendendo a proteína tornando-a fina e menos elástica. A clara do ovo é sensível ao batimento excessivo. Um batimento de clara que ultrapasse a faixa dos oito minutos provoca uma agregação-coagulação parcial das proteínas na interface ar/água. Desse modo, as proteínas não são adsorvidas corretamente na interface e não formam uma película coerente.

A capacidade de formação e estabilização da espuma é uma propriedade muito valiosa do albúmen, através de diversas proteínas, enquanto as globulinas facilitam a formação de espuma, a ovomucina promove a estabilização, a ovalbumina e a conalbumina permitem a fixação através de coagulação térmica.

3.6.3 Umidade

A maior porção de água encontrada no ovo se localiza na clara, e corresponde a 88% de seu conteúdo. A gema é constituída de 51-52% de água. Durante o armazenamento, ocorre perda de massa dos ovos, devido à transferência de umidade da clara para o ambiente, por meio da casca. Também ocorre a difusão da água da clara para a gema em decorrência de uma maior pressão osmótica na gema. Isso resulta no alargamento da gema e na diminuição da viscosidade, enfraquecendo, assim, suas membranas vitelinas.

3.6.4 Cor da gema

Um dos processos que mais diferem a coloração entre as gemas dos ovos é a alimentação que a ave recebe. A coloração da gema pode variar do amarelo pro alaranjado, dependendo do tipo de criação e alimentação que a ave tem. Independentemente da coloração de uma gema, a gordura e a proteína presente nesse alimento são iguais. No entanto, gemas com cores mais escuras apresentam em sua composição ômega 3 e xantofilas, nutrientes que também são encontrados em grãos e em legumes que possuem importante valores nutricionais. Os componentes principais que naturalmente ocorrem na gema do ovo e que caracterizam a sua coloração são a luteína e zeaxantina, carotenóides de cor amarela ou laranja e pequenas quantidades de β -caroteno ou criptoxantina também são encontradas (STADELMAN, 1997).

3.7 Ovoprodutos

Ovo produto é denominado como os produtos obtidos a partir do ovo e dos seus diferentes componentes, clara ou gema, após a remoção da casca para algum processamento, e que são destinados à alimentação humana. Esses produtos podem se apresentar de forma líquida, congelada ou desidratada. Em comparação com o ovo *in natura*, o ovoproduto apresenta uma melhor e mais fácil maneira de conservar, transportar, manejar, utilizar, etc. Ele se apresenta não somente como um produto prático, seguro e sano, mas também como um produto que não perde suas qualidades naturais. (ACTINI, 2017).

Os ovoprodutos são amplamente utilizados na indústria alimentícia por suas propriedades funcionais, os quais possuem excelentes propriedades espumante e

coagulante da clara e emulsificante da gema (LINDEN; LORIENT, 1996). A fabricação de ovosprodutos, anteriormente, era um recurso para aproveitar ovos que não eram aptos para consumo humano, ovos sujos e quebrados por exemplo, e ovos que não eram comercializáveis, ovos com tamanhos inferiores aos padrões. Porém atualmente é uma alternativa importante e de interessante potencial para as avícolas produzirem ovos de qualidade. O potencial dessa indústria pode ser avaliado pelo fato de que em outros países, como o Japão, a parcela industrializada chega a 50% do ovo consumido, e esta é utilizada basicamente na indústria alimentícia. Assim a indústria poderá vir a ter um importante papel como estabilizadora de preços do produto in natura, ao absorver os excessos ocasionais de oferta (MARTINS, 2002).

3.7.1 Utilização e classificação dos ovosprodutos

A classificação dos ovosprodutos é feita de acordo com seus componentes, sendo classificado em: líquidos ou primários, como ovo inteiro, gema, clara e misturas de ambas; secos concentrados, que possui cerca de 20-25% de umidade ou desidratados com uma variação de 3-5% de umidade e compostos que incorporam outros ingredientes distintos (AQUINO, 2007).

De acordo com sua forma física e tratamento, sendo: líquidos frescos/refrigerados, pasteurizados ou não pasteurizados; líquidos concentrados, pasteurizados ou não pasteurizados; congelados (normalmente ultracongelados) e dessecados ou desidratados, seja por calor ou por liofilização (AQUINO, 2007).

Uma das vantagens da utilização dos ovosprodutos é a redução da atividade de água, dificultando assim, a proliferação de microrganismos e o desenvolvimento de reações bioquímicas indesejáveis.

A utilização do ovo na indústria alimentícia, é de uma gama de variedades. Pois quando submetidos à uma intensa agitação formam uma película que ajuda a incorporação de ar em formulações alimentícias, fornecendo, assim, características desejáveis ao consumidor, como cor e textura. Na indústria (Tabela 4) ele é bastante utilizado da forma integral, apenas a clara ou apenas a gema. (PEREIRA, 2015).

Tabela 4 - Possibilidades da utilização de ovoprodutos

Produto	Tipo de ovo		
	Inteiro	Gema	Clara
Confeitaria	X	X	
Pastelaria	X	X	
Produtos lácteos	X	X	X
Sorvetes	X	X	X
Bebidas	X	X	X
Alimentos infantis	X	X	X
Crems e sopas	X	X	X
Maionese e molhos	X	X	X
Massas alimentícias	X	X	
Pratos preparados	X	X	
Charcutaria	X	X	
Produtos cosméticos			X
Colas	X	X	X
Curtidos		X	X
Indústria farmacêutica			X

Fonte: PELAEZ et al. (2003)

3.8 Secagem

A secagem é uma operação unitária em que um líquido é removido do produto, e é realizado em condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controlado, envolvendo de maneira simultânea as transferência de calor e massa. É um processo utilizado desde a antiguidade na conservação de alimentos, já que os microrganismo que provocam a decomposição não crescem sem a presença da água.

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 et al., 2001).

O ar é o meio de secagem mais utilizado, devido a sua abundância, conveniência e por que seu controle no aquecimento do alimento não traz maiores problemas. Na secagem adiabática é utilizada a condução de calor por meio de ar quente. Como exemplo

tem-se o secador de cabine, secador de túnel, atomizador (*spray dryer*), leito fluidizado, fornos secadores, *puff-dryer* e secador de camada de espuma (*foam-mat dryer*). No método de secagem geralmente são utilizados secadores com circulação forçada de ar quente. Onde esse ar é utilizado para a transferência de calor para o alimento e consequentemente a vaporização de água contida nele, ocorrendo então a desidratação. O fluxo de ar pode ser contracorrente, em paralelo, em transversal, ou a combinações dos dois primeiros fluxos (duplo estágio), ou mesmo dos três fluxos (múltiplo estágio) (SANTOS, 1998). De modo geral, a secagem de alimentos com circulação forçada de ar sob condições controladas oferece inúmeras vantagens como: concentração do sabor dos alimentos; facilidade de transporte, manipulação e preparo, além de aumentar a vida útil.

A combinação do processo de pasteurização com algum outro tratamento térmico do líquido antes da secagem permite que um produto final possua uma baixíssima população de microrganismos. Esta combinação é recomendada principalmente em relação à destruição de *Salmonella*, como forma de prevenção, já que se utilizará métodos de conservação combinados (STADELMAN e COTERRIL, 1995).

O método mais utilizado atualmente para a obtenção do ovo em pó é o processo denominado de *spray-drying* ou, também denominado, secagem por atomização. Nesse processo o produto é atomizado por uma corrente de ar quente, tendo uma evaporação muito rápida. A velocidade de secagem de um produto depende, além do sistema de secagem, das características do material a ser seco. (SILVA, 2012).

3.8.1 Secagem em camada de espuma

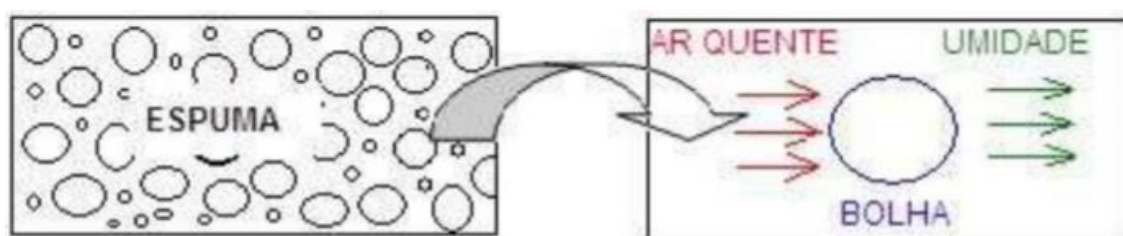
No método de secagem em camada de espuma o material líquido ou semilíquido é transformado em uma espuma estável através de incorporação de ar, ou de outro gás, onde essa espuma é submetida à secagem com ar aquecido, até uma baixa atividade de água que impeça o crescimento de microrganismos, reações químicas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

O método de secagem em camada de espuma (*foam-matdrying*) é técnica aplicada à secagem de alimentos líquidos ou semilíquidos, os quais são transformados em uma espuma estável pela incorporação de ar em sua estrutura e adição de agente emulsificante/estabilizante (RAJKUMAR et al., 2007; THUWAPANICHAYANAN et al., 2008).

Como vantagens desse método, têm-se as baixas temperaturas e curtos tempos de secagem, ocasionado pela maior área superficial exposta ao ar. Esse aumento da área superficial é provocada pela formação da espuma, incrementando, assim, a transferência de calor e massa. Ao utilizar altas temperaturas na secagem, pode ocorrer a desnaturação das proteínas. E uma desvantagem é que para conseguir-se uma grande taxa de produção uma grande área superficial é requerida, o que pode tornar o processo economicamente inviável. Essa técnica vem sendo estudada cada vez mais por conta da sua habilidade em transformar matérias primas de difícil secagem em produtos com qualidade e características finais desejáveis, como a fácil reidratação, preservação da cor e sabor e retenção de compostos voláteis que geralmente são perdidos se aplicando outro método de secagem. (FRANCO, 2015).

Na Figura 3 é observado 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 3 – Esquema da secagem em camada de espuma



Fonte: Dantas (2010)

A secagem em camada de espuma consiste basicamente de três etapas: modificação na consistência líquida do suco ou polpa em uma espuma estável, pela adição de agentes espumantes, secagem do material em camada fina e pulverização do material desidratado (TRAVAGLINI et al., 2001). A eficiência do método vai depender diretamente da estabilidade da espuma formada. A espuma deve se manter mecânica e termodinamicamente estável, pois o seu colapso acarreta na desestruturação celular tornando ineficiente a remoção da água da superfície e reduz a qualidade do produto final obtido. (FRANCO, 2015).

As espumas que suportam pelo menos uma hora sem sofrer colapso a temperatura ambiente são consideradas mecanicamente ou termicamente estáveis, o que ajuda na

melhoria das propriedades de reconstituição do produto seco. (BAG et al., 2011). Dentre os fatores que mais influenciam o poder de formação e estabilidade da espuma podem ser citados: teor de sólidos totais; tensão superficial; a temperatura da amostra durante a formação de espuma; tempo de batimento; e o tipo e a quantidade dos agentes formadores e estabilizadores de espumas; tamanho das gotículas das emulsões (pequenas geram maior estabilidade) e viscosidade newtoniana. O produto obtido por esse método é um pó com boas propriedades de reidratação, e tem qualidade comparável ao obtido pela secagem a vácuo ou por liofilização, tendo como vantagens o baixo custo de processamento aliado a boa retenção do aroma e sabor.

4. MATERIAL E METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Operações Unitárias do Departamento de Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (DEQ/CT/UFPB).

4.1 Matéria-prima

Para a realização dos experimentos foram utilizados ovos de pata adquiridos em comércio local da cidade de João Pessoa-PB. Após adquiridos os ovos foram sanitizados conforme o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (MAPA, 2005) que diz que os ovos destinados a industrialização devem ser previamente lavados, sendo que é recomendada a utilização de compostos de cloro em níveis inferiores a 50 ppm na água de lavagem.

Após a sanitização os ovos foram quebrados, e separadas a clara e a gema, para um posterior batimento com batedeira e obtenção das espumas para a realização dos experimentos.

4.2 Metodologia

4.2.1 Planejamento experimental

Para a realização dos experimentos foram elaborados dois planejamentos fatoriais completos $2^3 + 3$ pontos centrais, um para os experimentos realizados com a clara e o outro para os experimentos realizados com a gema. Totalizando assim 11 experimentos para a clara e 11 experimentos para a gema.

Para a clara a determinação das variáveis independentes, bem como a faixa operacional de cada variável a ser estudada, foi baseada em trabalhos já realizados para o ovo de galinha (PEREIRA, 2015). As variáveis independentes estudadas no trabalho de Pereira (2015) foram: tempo de agitação (t_{ag}), espessura da espuma (E) e temperatura de secagem (T). Porém, com realização de testes preliminares, nesse trabalho as variáveis foram um pouco diferentes. Mantendo-se a espessura fixa, definimos as variáveis independentes (Tabela 5) tempo de agitação (t_{ag}), velocidade de agitação (v_{ag}) e

temperatura de secagem (T). As variáveis dependentes (variáveis de saída) foram tempo de secagem e teor umidade final.

Tabela 5- Matriz do planejamento fatorial para a clara

Nº do Experimento	Variáveis Independentes		
	v_{ag}	t_{ag} (min)	T (°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

v_{ag} - velocidade de agitação

t_{ag} – tempo de agitação

T – temperatura de secagem

Já para os experimentos com a gema, a determinação das variáveis independentes e suas respectivas faixas operacionais foi baseada em um trabalho que utilizou a gema do ovo de galinha (NEGREIROS, 2016). Testes preliminares foram realizados afim de determinar as variáveis independentes: temperatura de agitação (t_{ag}); concentração de clara (C) e temperatura de secagem (T) do processo bem como a faixa operacional de cada variável a ser estudada (Tabela 6).

Os testes preliminares mostraram que a gema pura não é capaz de produzir espuma necessária para secagem. Então foi necessário utilizar um aditivo para auxiliar a obtenção de espuma. A princípio, foi escolhida a própria clara do ovo de pata, já que devido a quantidade de proteínas presente nela, a capacidade espumante é significativa, além de ser uma alternativa economicamente viável. Porém os resultados não foram satisfatórios, obtendo uma espuma pouco estável. Então, foram estudadas a utilização de emulsificantes e estabilizantes comerciais: o Portogel e o Emustab.

Figura 4 – Emulsificantes utilizados: a) Portogel e b) Emustab



Tabela 6- Matriz do planejamento fatorial para a gema

Nº do Experimento	Variáveis Independentes		
	t_{ag} (min)	C (%)	T (°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

 t_{ag} – tempo de agitação

C- concentração de emulsificante

T – temperatura de secagem

4.2.2 Produção de espuma

Para a produção da espuma, as claras (Figura 5) e gemas dos ovos de pata foram processados em batedeira comum (Planetária Deluxe SX80 da Arno) com tempos de agitação distintos, a que foram definidos em testes preliminares, assim como a concentração de clara na gema.

Como determinado em testes preliminares, a agitação da gema pura não produz a espuma necessariamente estável para a secagem, com isso, foi necessária a adição de um agente espumante. O agente espumante escolhido foi a clara do ovo (NEGREIROS, 2016).

Figura 5 – Espuma da clara obtida após agitação



Fonte: O autor (2017)

4.2.3 Caracterização da espuma

Para a caracterização da espuma (clara e gema), foram analisados a densidade e percentual de expansão, a capacidade de incorporação de ar e a avaliação da estabilidade da espuma. Todos os testes descritos foram realizados em triplicata.

4.2.3.1 Densidade e percentual de expansão

A determinação da densidade das espumas (clara ou gema) foi realizada pela medição da massa e do volume da mesma (Figura 6). Os dados foram obtidos utilizando provetas de 25 mL previamente calibradas com água destilada. O valor da densidade é obtido utilizando a Equação 1:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

onde: ρ = densidade $\left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right)$;

m = massa (g);

V = volume (mL);

Com os valores das densidades foi possível obter o percentual de expansão das espumas a partir da Equação 2:

$$Exp(\%) = \frac{\frac{1}{\rho_{espuma}} - \frac{1}{\rho_{amostra}}}{\frac{1}{\rho_{amostra}}} \times 100 \quad (2)$$

Figura 6 – Sistema utilizado para determinação da densidade



Fonte: O autor (2017)

4.2.3.2 Incorporação de ar (*over run*)

O volume de ar introduzido em uma solução está diretamente ligado com a capacidade de incorporação de ar (*over run*). Essa capacidade pode ser determinada pelo volume da espuma formada. Para a determinação do *over run* foi avaliado o volume de clara e gema em um béquer antes e depois da batidura (Figura 7). Para a clara a análise foi realizada para diferentes valores de velocidade de agitação e tempo de agitação, já para a gema foi analisado para diferentes valores de concentração de clara e tempo de agitação. Foram utilizadas aproximadamente 50 mL de clara para a realização desse teste.

Figura 7 – Incorporação de ar da clara



Fonte: O autor (2017)

Para o cálculo da porcentagem foi utilizada a Equação 3:

$$\%over\ run\ da\ espuma = \frac{V_{espuma} - V_{amostra}}{V_{amostra}} \times 100 \quad (3)$$

4.2.3.3 Avaliação da estabilidade da espuma

A estabilidade da espuma foi avaliada segundo método citado em Karin e Chee-wai (1999). O método consiste em depositar de 15 a 20 g de espuma em um funil com filtro de nylon em uma proveta graduada (Figura 8), mantida nas temperaturas extremas de secagem (50 e 70 °C) em uma estufa com circulação de ar por 90 minutos.

O método baseia-se no princípio de que a estabilidade da espuma é inversamente proporcional ao volume do líquido drenado na proveta. À medida que a espuma era desfeita, o volume drenado era medido em intervalos regulares.

Figura 8 – Sistema utilizado na determinação da estabilidade da espuma



Fonte: O autor

4.2.3.4 Umidade

O teor de umidade em base seca foi analisado nas espumas obtidas com as diferentes velocidades e tempo de agitação para a clara e concentrações de clara e tempo de agitação para a gema. A determinação do teor de umidade foi realizada por método gravimétrico (LUTZ, 2008).

Um grama (1 g) de amostra foi pesado em uma cadinho previamente tarado, e foi anotado o peso. O sistema é levado à uma estufa de esterilização à 105 °C e deixado por 24h. Depois disso, o cadinho é levado ao dessecador até temperatura ambiente e pesado, obtendo-se o valor de massa de sólido seco.

A determinação do teor de umidade em base seca ($X_{b,s}$) foi obtida utilizando a seguinte Equação 4:

$$X_{b,s} = \frac{m_i - m_f}{m_{ss}} \quad (4)$$

onde: m_i = massa inicial do sistema;

m_f = massa final do sistema;

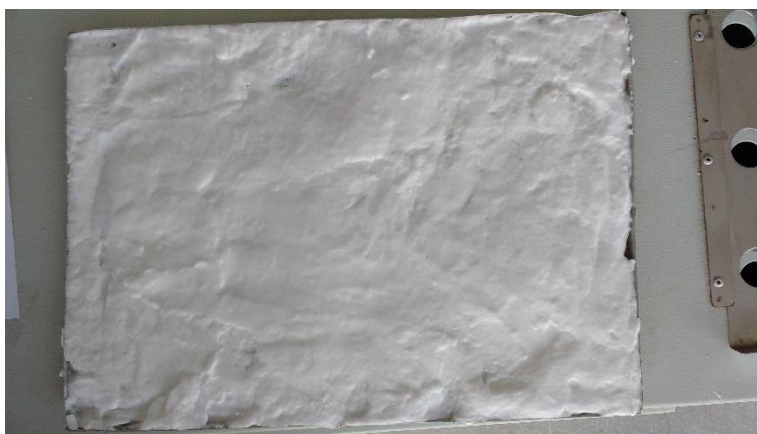
m_{ss} = massa de sólido seco .

4.2.4 Secagem em camada de espuma

Após obtida a espuma, a mesma é disposta em bandeja de alumínio (Figura 9) com a espessura da camada de espuma fixada em 0,5 cm. Posteriormente a bandeja foi colocada em estufa com circulação de ar nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C. Em intervalos de tempo regulares, as bandejas foram pesadas em balança digital semianalítica, com precisão de duas casas decimais até atingirem massa constante do produto. O material seco foi removido da bandeja com o auxílio de espátulas e acondicionado em sacos de polietileno e fechados para posterior realização de análises.

Os ensaios de secagem foram realizados de acordo o planejamento fatorial descrito na Tabela 5. Os experimentos foram feitos de maneira aleatória a fim de evitar tendenciosidade.

Figura 9 – Espuma disposta na bandeja antes da secagem



Fonte: O autor (2017)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Planejamento experimental

Após a realização de testes preliminares e baseado em estudos anteriores para o ovo de galinha, as variáveis de entrada para o planejamento fatorial completo 2^3 foram definidas. No estudo base (PEREIRA, 2015) verificou-se que a variável Espessura (E) tinha uma influência considerável nas variáveis de resposta que mascarava a influência de variáveis mais significativa para o processo, no caso a Temperatura (T). Por tanto, optou-se por manter a espessura fixa ($E = 0,5$ cm), e escolher uma outra variável para estudar o seu comportamento no processo.

A variável escolhida foi a velocidade de agitação da batedeira. A batedeira disponibiliza 8 velocidades, então testes foram feitos para definir a faixa que seria usada no planejamento. Notou-se que velocidades inferiores à velocidade “6” produzia espumas com pouca estabilidade. Então, optou-se por utilizar a faixa de operação para a velocidade de agitação varia entre 6, 7 ,8, ponto mínimo, ponto central e ponto máximo, respectivamente. Por tanto, para a clara os valores codificados e reais das variáveis independentes são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7- Valores codificados e reais das variáveis independentes para a clara do ovo de pata

Variáveis independentes	Níveis		
	-1	0	1
Velocidade de agitação	6	7	8
Tempo de agitação (min)	4	5	6
Temperatura de Secagem ($^{\circ}\text{C}$)	50	60	70

Assim como para a clara, baseando-se em pesquisas anteriores optou-se em deixar fixa a espessura da camada de espuma e estudar a influência de diferentes concentrações de aditivo. Então a espessura foi mantida fixa em 0,5 cm. Inicialmente foram utilizadas as concentrações de 7, 15, 23 e 30% (NEGREIROS, 2016). O resultado de teste utilizando

tais concentrações é mostrado na Figura 10. Como observado, não foi obtido êxito no teste de secagem. Ent aumentou-se a concentração de clara para 30% para estudar os resultados obtidos, e mais uma vez uma espuma instável e sem características necessárias para a realização da secagem foi obtida.

Figura 10 – Resultados obtidos utilizando clara como agente espumante na concentração de 15%



Fonte: O autor (2017)

Com esses resultados insatisfatórios, optou-se por utilizar estabilizantes comerciais. Posteriormente à clara foi utilizado o Portogel usando as concentrações de 3, 5 e 7%. Os resultados obtidos foram melhores que utilizando a clara, porém a espuma obtida não possuía características necessárias ao processo de secagem, e o pré-teste de estabilidade realizado também não foi satisfatório. Por fim, optou-se por utilizar o Emustab, que é o emulsificante de alimentos mais utilizado no mercado (Figuras 11 e 12).

Figura 11– Espuma da gema após utilização de 6% de Emustab com 4 minutos de agitação



Fonte: o autor (2017)

Figura 12 – Pó de gema obtido após pré-teste de secagem, nas condições de $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$, $C = 6\%$ e $t_{\text{ag}} = 4\text{ min}$



Fonte: O autor (2017)

Foi observada uma melhoria na consistência da espuma obtida, portanto uma melhor estabilidade e características necessárias para a realização da secagem. Definido o estabilizante que auxiliaria a formação de espuma da gema, testes preliminares foram realizados para a determinação das concentrações utilizadas. Esses valores são mostrados na Tabela 8, assim como os demais valores das variáveis independentes

Tabela 8 - Valores codificados e reais das variáveis independentes para a gema do ovo de pata

Variáveis independentes	Níveis		
	-1	0	1
Concentração de estabilizante (%)	7	10	13
Tempo de agitação (min)	4	5	6
Temperatura de Secagem (°C)	50	60	70

5.2 Densidade e percentual de expansão

A densidade da espuma da clara foi obtida para os diferentes valores de tempo de agitação e velocidade de agitação. O resultado é mostrado na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 - Resultados da análise de densidade

Velocidade de agitação, V_{ag}	Tempo de agitação, t_{ag} (min)	m (g)	V (mL)	Densidade (g/mL)	Expansão (%)
8	4	2,66	25	0,106	863
6	4	6,26	25,3	0,247	315
6	6	3,33	25,6	0,129	691
8	6	3,65	25,3	0,144	611
7	5	3,58	24,7	0,145	607

A expansão é dada utilizando a densidade da clara do ovo de pata de 1,026 g/mL. Foi possível observar que a densidade da espuma diminui com o aumento do tempo de agitação. Ao analisar a Tabela 9 para uma velocidade de agitação igual a 6, a densidade diminui se aumentarmos o tempo de agitação de 4 minutos para 6 minutos.

Segundo Cruz (2013) a redução na densidade das espumas ocorre devido à incorporação de ar durante a etapa de agitação, uma vez que muito tempo de agitação promove um aumento na taxa de cisalhamento, favorecendo a divisão das bolhas de ar, resultando na incorporação de maior quantidade de gás à mistura e, portanto na diminuição da densidade da espuma. Os resultados obtidos estão de acordo com Van Arsdell e Copley (1964), que afirma que é de fundamental importância observar a densidade da espuma obtida, cujo valor mínimo deve ser de 0,1 g/cm³. No geral, a estrutura, a capacidade de expansão e a estabilidade da espuma são de grande importância durante a secagem e, consequentemente, na qualidade do produto final (BAG; SRIVASTAV; MISHRA, 2011).

A clara de ovo de pata possui percentuais de expansão bem significativos. Tendo seu melhor teste um resultado de 863% de expansão. De acordo com Dantas (2010), a expansão da espuma acima de 100% é ideal para o processo de secagem.

Dantas (2010) em seu estudo sobre desidratação de polpas de frutas pelo método *foam-mat*, com o auxílio de agentes espumantes, encontrou expansão de 101,4% para polpa de umbu, expansão mínima de 77,4% e máxima de 189,5% para polpa de manga, para seriguela valores variando de 47,8% e 173,9% e para polpa de abacaxi um percentual de expansão de 183,4%. Thuwapanichayan et al. (2008 apud PEREIRA, 2015) testaram espumas com densidades de 0,3, 0,5 e 0,7 g/cm³ e observaram secagens mais rápidas para as espumas menos densas.

5.3 Incorporação de ar (*over run*)

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados obtidos na análise de incorporação de ar nos diferentes tempos de agitação e velocidades de agitação. Esses resultados foram obtidos dos experimentos realizados com a clara.

Tabela 10 - Resultados obtidos da incorporação de ar (*over run*) para a clara do ovo de pata

Velocidade de agitação, v_{ag}	Tempo de agitação, t_{ag} (min)	Volume inicial (ml)	Volume final (ml)	<i>Over run</i> (%)
8	4	50	253	406
6	4	50	300	500
8	6	40	400	900
6	6	50	325	550
7	5	50	550	1000

Foi verificado que o tempo de agitação tem influência considerável no *over run* (%). Para os tempos de agitação de 5 e 6 minutos, os melhores resultados foram obtidos. Quanto maior o tempo de agitação, maior será a capacidade de incorporação de ar da espuma. O experimento que possui os pontos máximos de velocidade de agitação e tempo de agitação, ou seja, velocidade de agitação igual a 8 e tempo de agitação de 6 minutos só obteve um *over run* menor, pois foi utilizado uma menor quantidade de clara para o teste.

O teste de *over run* não foi realizado para a gema do ovo de pata, já que os parâmetros para o planejamento fatorial ainda não estavam definidos. Negreiros (2016) mostrou em seu trabalho que a concentração de aditivo na gema do ovo de galinha tem influência significativa na incorporação de ar da mesma. Seus resultados mostraram que para um mesmo tempo de agitação o *over run* aumenta com a concentração de estabilizante.

Em seu estudo Cruz (2013) observou que a capacidade de incorporação de ar da espuma de polpa de goiaba com a adição de 5% de emulsificante, apresentou valor acima

de 100%. Isso indica que um valor mínimo de emulsificante é necessário para que ocorra a redução da tensão superficial e interfacial a um nível suficientemente baixo para formar o filme que excede a espessura crítica (KARIM e CHEE-WAI, 1999).

5.4 Estabilidade da espuma

A estabilidade da espuma é inversamente proporcional ao volume drenado, isto é, quanto menos volume de líquido desprendido da espuma, mais estável ela é ao processo de secagem em camada de espuma.

Nas Figuras 13 e 14 são apresentadas a estabilidade da espuma quando a velocidade de agitação é alterada e a temperatura é mantida fixa. Nessas figuras foi analisada a influência da velocidade de agitação.

Figura 13 - Estabilidade da espuma nas condições a) $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 4 min de agitação e b) $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 6 min de agitação

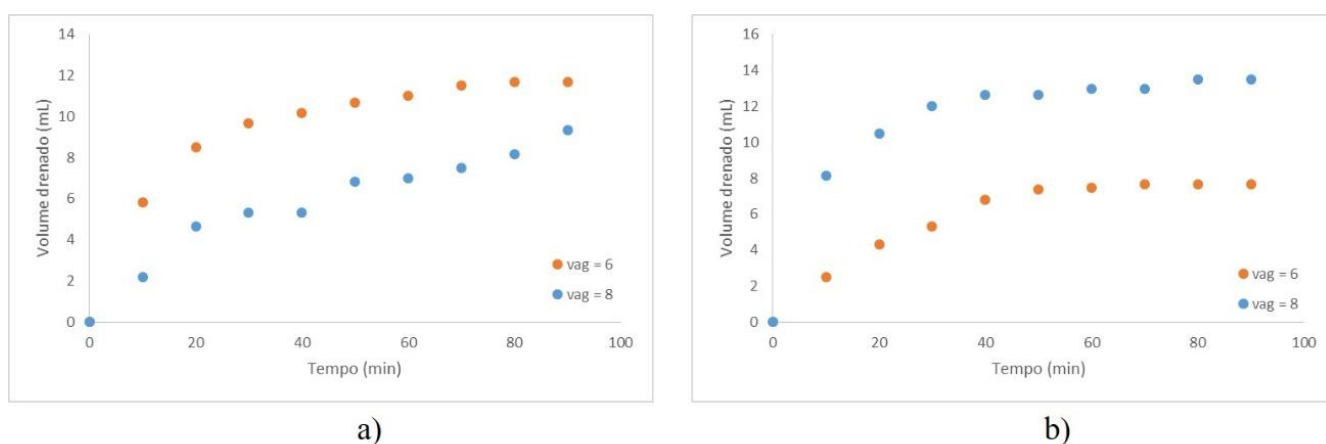
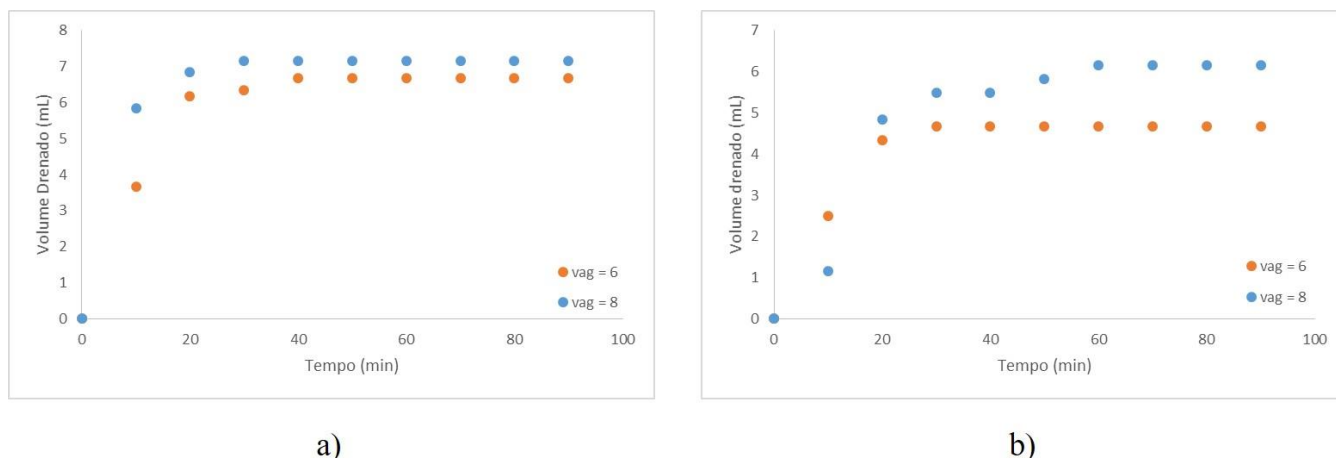


Figura 14 - Estabilidade da espuma nas condições a) $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 4 min de agitação e b) $T = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 6 min de agitação



Como pode ser observado nas Figuras, o volume de líquido drenado foi maior para uma velocidade de agitação de 8, com exceção do resultado da Figura 13a. O que resulta em uma maior estabilidade da espuma quando se usa a velocidade de agitação de 6. Estudos mais profundos utilizando-se modelos estatísticos devem ser realizados para descobrir a influência dessa variável na estabilidade da espuma formada. Esse resultado pode ser consequência de uma maior força na agitação, onde pode ocorrer uma má distribuição do ar adicionado à superfície da espuma, obtendo-se uma espuma menos instável.

Também foi analisada a interferência do tempo de agitação na estabilidade da espuma e os resultados obtidos estão dispostos nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 - Estabilidade da espuma nas condições de a) $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $v_{ag} = 6$ e b) $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $v_{ag} = 8$

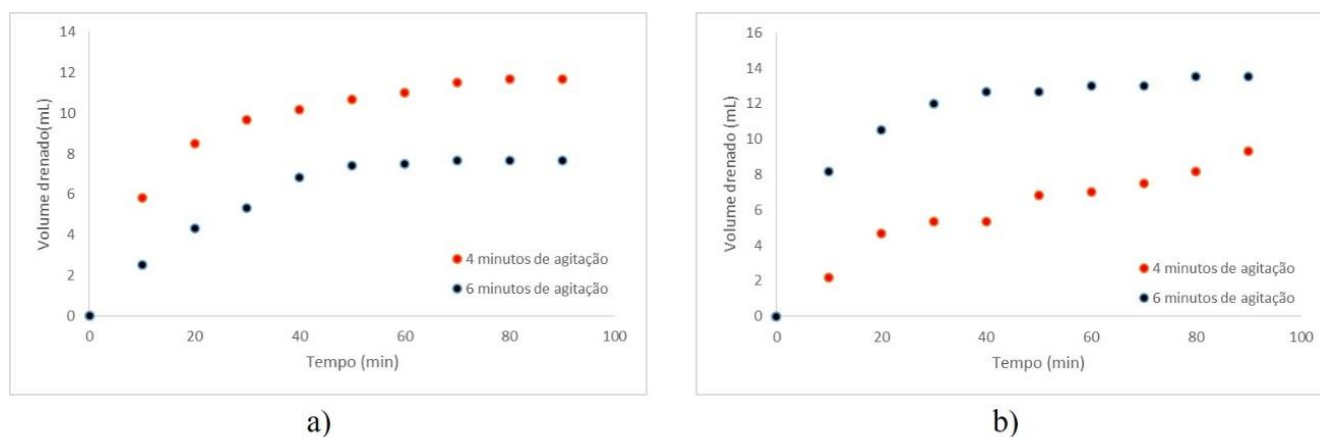
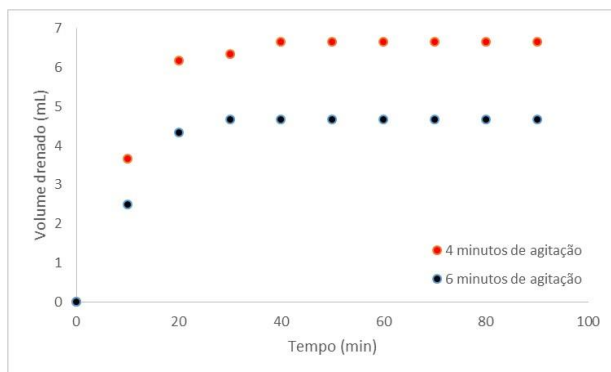
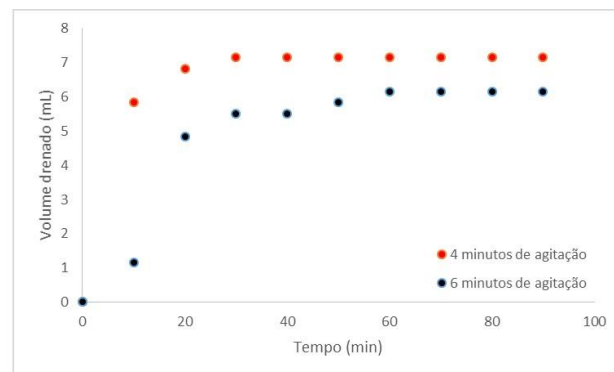


Figura 16- Estabilidade da espuma nas condições de a) $T = 70^{\circ}\text{C}$ e $v_{\text{ag}} = 6$ e b) $T = 70^{\circ}\text{C}$ e $v_{\text{ag}} = 8$



a)

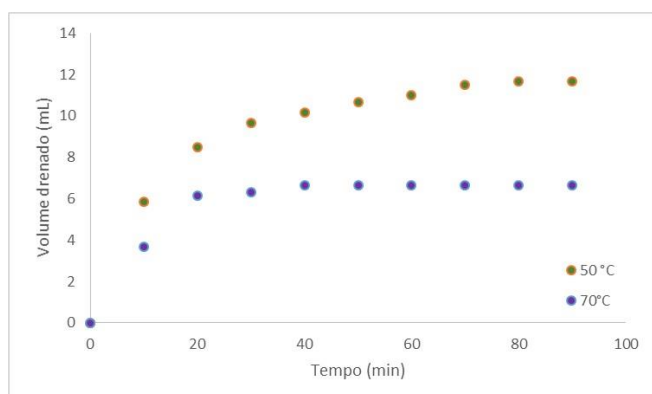


b)

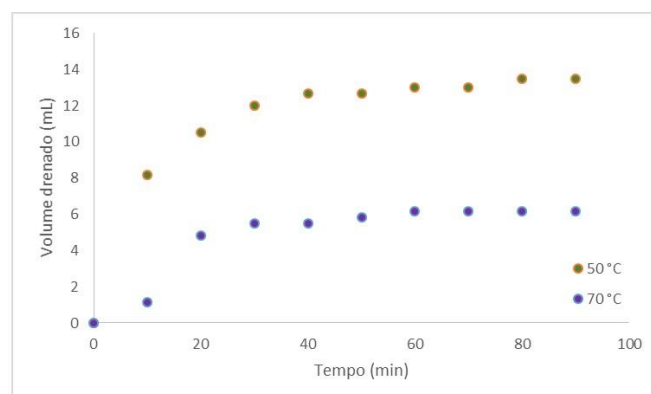
Foi possível observar nas Figuras 15a, 16a e 16b que o menor tempo de agitação apresenta um maior volume de líquido drenado e consequentemente possui a espuma menos estável. Isso ocorre por que a agitação é o mecanismo responsável por introduzir ar no material, por tanto, quanto maior for esse tempo em que a clara é submetida a agitação, maior será a aeração do material, obtendo-se, assim, uma espuma mais estável.

Também foi observado o comportamento da espuma nas duas temperaturas de secagem e os resultados estão dispostos na Figura 17.

Figura 17 - Estabilidade da espuma variando a temperatura para: a) $t_{\text{ag}} = 4$ min e $v_{\text{ag}} = 6$ e b) $t_{\text{ag}} = 6$ min e $v_{\text{ag}} = 8$.



a)



b)

Analisando os Figuras é possível observar que em ambas as condições de fatoriais inferiores ($t_{\text{ag}} = 4$ min e $v_{\text{ag}} = 6$) e superiores ($t_{\text{ag}} = 6$ min e $v_{\text{ag}} = 8$) de produção de espuma

a temperatura de 50 °C resultou numa maior drenagem de espuma, chegando em média a 12 mL. Esse resultado é devido a secagem da espuma utilizada no teste, já que com uma temperatura mais elevada, o material deve sua desidratação mais acelerada se comparado com os testes realizados à 50 °C. Diminuindo, assim, a quantidade de espuma que era filtrada para a proveta.

Pereira (2015) conclui que em temperaturas menores (50 °C) a estabilidade da clara do ovo de galinha é menor, enquanto que em temperaturas maiores (70 °C) ocorre uma redução de líquido drenado, e a estabilidade média da sinérese ocorreu aos 40 minutos de experimento. Contudo, para a clara do ovo de pata, a estabilidade média foi obtida em 20 minutos para a temperatura de 70 °C e 40 minutos para a temperatura de 50 °C. Mostrando que a clara do ovo de pata possui uma estabilidade maior se comparada a clara do ovo de galinha. Negreiros (2016), em seu trabalho, mostra que para a gema do ovo de galinha, a temperatura na qual ocorre o teste de estabilidade não interfere significativamente no valor do líquido drenado.

5.5 Secagem em camada de espuma da clara

Na Tabela 11 são mostrados os valores das variáveis de processo bem como os valores das variáveis reposta, o tempo de secagem final e a umidade em base seca final.

Tabela 11- Resultados dos experimentos do planejamento fatorial completo.

Nº do Experimento	Variáveis independentes			Variáveis dependentes	
	v_{ag}	t_{ag} (min)	T (°C)	Tempo de secagem final (min)	Teor de Umidade final (X_{bs})
1	6 (-1)	4 (-1)	50 (-1)	250	6,8686
2	8 (1)	4 (-1)	50 (-1)	210	8,4173
3	6 (-1)	6 (1)	50 (-1)	250	5,6616
4	8 (1)	6 (1)	50 (-1)	250	6,9345
5	6 (-1)	4 (-1)	70 (1)	150	6,6304
6	8 (1)	4 (-1)	70 (1)	110	10,093
7	6 (-1)	6 (1)	70 (1)	110	5,9386
8	8 (1)	6 (1)	70 (1)	150	6,9494
9	7 (0)	5 (0)	60 (0)	180	4,0347
10	7 (0)	5 (0)	60 (0)	210	4,0744
11	7(0)	5 (0)	60 (0)	150	4,0499

Como esperado, a temperatura de secagem tem grande influência nos resultados dos experimentos. Quanto maior a temperatura de secagem, mais rápido a desidratação do alimento ocorre. Porém é bom ressaltar que essa temperatura não deve ultrapassar os 80 °C, já que várias proteínas se degradam nessa faixa de temperatura. Mesmo apresentando valores de umidade melhores, as espumas submetida à temperatura de 70 °C tiveram os melhores tempos de secagem.

Por outro lado, os experimentos com menores valores de umidade, estão centrados nos pontos centrais, experimentos 9 e 11, porém com tempos de secagens bem elevados.

Para melhor explicar os efeitos que as variáveis de processo tem sobre as variáveis resposta, análises estatísticas devem ser realizadas. Na Figura 18 é mostrado o material após termino da secagem.

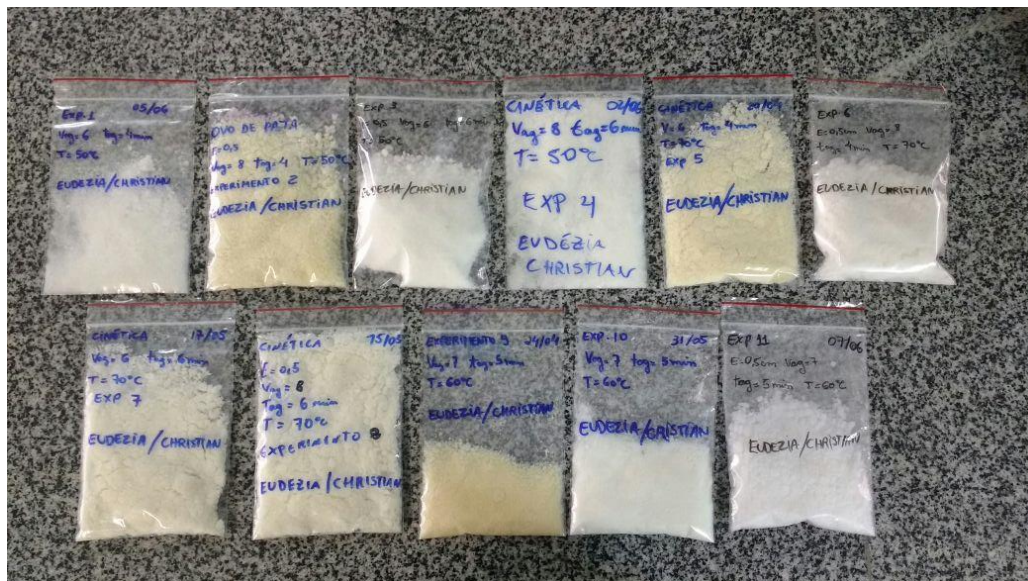
Figura 18 - Pó da clara do ovo de pata obtido após secagem



Fonte: O autor (2017)

Com o término da secagem, o material perde sua umidade, e isto implica em uma perda de massa, com consequente redução de volume. Isso explica as rachaduras presentes no material, tendo em vista que, com a redução de volume, o material não poderá se distribuir de forma uniforme sobre a bandeja. O produto obtido no fim da secagem é um pó compacto, branco e sem um odor forte. Esse material obtido pode ser observado na Figura 19, onde o material de cada experimento foi armazenado em sacos de polietileno.

Figura 19 - Pós da clara do ovo de pato obtidos nas condições do planejamento experimental



Fonte: O autor (2017)

De início o material obtido, visualmente falando, apresentava as mesmas características para cada experimento realizado. Assim que retirados e armazenados nos sacos de polietileno, os materiais possuíam a mesma coloração, porém com o passar do tempo de armazenamento, essa coloração mudava. Naturalmente há presença de glicose em ovos, o que pode ocasionar reações de escurecimento durante o processo de secagem, assim como durante o armazenamento do produto. Estas reações, além de provocar mudanças na cor, também diminuem a solubilidade do produto (STADELMAN, COTERRIL, 1995).

As alterações provocadas pela secagem são pouco evidentes quando o produto é estocado por pouco tempo. Após algumas semanas, entretanto, as alterações são consideráveis tanto na gema como na clara, cujas propriedades estruturais ficam alteradas. Segundo as pesquisas de Liden e Lorient (1996) e de Muller e Tobin (1996), para evitar esta reação, deve-se eliminar do ovo os açúcares redutores, pois as alterações dos ovoprodutos desidratados se devem a reações glicose-proteína e glicose-cefalinas, que se evitam eliminando a glicose do ovo.

6. CONCLUSÃO

A clara de ovo de pata, por conter naturalmente propriedades espumantes devido ao alto teor e estrutura de suas proteínas apresentou resultados satisfatórios em relação a caracterização física das espumas. Fato este que dispensa a necessidade de utilização de agentes espumantes e estabilizantes de espuma que são de uso comum na secagem em camada de espuma.

Verificou-se que todas as variáveis estudadas (tempo de agitação, velocidade de agitação e temperatura de secagem) influenciaram no comportamento de secagem da clara do ovo de pata. Também foi possível verificar que a umidade e o tempo de secagem do material são reduzidos quando a espuma é mais estável e menos densa.

Analisando os resultados obtidos pode-se concluir que o experimento 7 ($v_{ag} = 6$; $t_{ag} = 6$ min e $T = 70$ °C) apresenta uma espuma com melhores características, sendo mais estável, mais aerada e menos densa. As condições dessa espuma são as melhores para a secagem em camada de espuma, logo, o experimento 7 tem as melhores condições de secagem. O tempo total de secagem desse experimento foi de 110 min. Esse tempo é igual ao tempo de secagem do experimento 6, porém o experimento 7 apresentou uma menor taxa de umidade.

Concluímos que o tempo de agitação é uma variável de grande influência na densidade e na capacidade de incorporação de ar das espumas produzidas. O aumento dessa variável produz espumas menos densas e mais aeradas.

Os resultados obtidos mostram que a secagem em camada de espuma é uma alternativa promissora para a obtenção da clara do ovo de pata em pó, onde o produto obtido apresentou boas características. Essa é uma alternativa mais barata para a secagem de alimentos em geral, visando a conservação e segurança microbiológica dos mesmos.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACTINI. (s.d.). Acesso em 05 de maio de 2017, disponível em ACTINI: <http://www.sogranjas.com.br/download/Ovoprodutos.pdf>
- AGUIAR MS, ZAFFARI S, HÜBSCHER GH. **O ovo e sua contribuição na saúde humana**. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal. 2009; p 47-55.
- ALCÂNTARA, J. B. **Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade**. Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.
- ALLEONI, A. C. **Albumen protein and functional properties of gelation and foaming**. Sci. Agric., 63, pp. 291-298, 2006.
- AQUINO, J. S. **Avaliação da viabilidade técnica da industrialização de ovos inférteis de avestruzes**. Dissertação de mestrado. UFPB/CT. João Pessoa, 2007. 85p.
- BAG, S. K.; SRIVASTAY, P. P.; MISHRA, H. N. **Optimization of Process Parameters for Foaming of Bael (Aegle marmelos L.) Fruit Pulp**. Food Bioprocess Techno, 4:1450–1458, 2011.
- BARBOSA, A. A.; SAKOMURA, N. K.; MENDONÇA, M. O.; FREITAS, E. R.; FERNANDES, J. B. K. **Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes**. Arquivos de Veterinária, Jaboticabal, SP, v.24, n.2, 127-133, 2008.
- BARREIROS. (s.d.). Acesso em: 10 de maio de 2017, disponível em BARREIROS: <http://wp.clicrbs.com.br/betobarreiros/2012/10/15/ovos-de-pata-e-de-codorna-buscam-seu-lugar-a-mesa/?topo=67,2,,,77>
- CARNEIRO, D. D. **Desidratação de alimentos por Foam-Mat Drying**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2008.
- CELESTINO, S. M. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planaltina, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010.

CRUZ, W. F.. **Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem em camada de espuma**. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG, 2013.

DANTAS, S. C. **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat**. Dissertação de Mestrado, UFRN, Natal- RN, 2010

EMBRAPA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Avicultura de Postura**. Brasília, DF: Projeto PAS Campo, 2004.

FRANCO, T. S. **Desidratação de suco de yacon pelo método de camada de espuma**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária - Produção de Ovos de Galinha, 2015.

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

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica Agroindustrial. Revalorización Alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza: Acribia, p.43-163, 1996.

LUTZ, A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (IV ed.), 2008.

MADRID, A.V.; CENZANO, J.; VICENTE, J.M. **Manual de Indústria dos Alimentos**. São Paulo: Varela. p. 489-495. 1996.

MAPA, M. d. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. 2005

MARTINS, S. S. **Situação e perspectiva da avicultura de postura**. Informações Econômicas. v.32, n. 12, p. 48-52, 2002.

MENDES, A.A.; **Alimento perfeito**. Avicultura Industrial. N. 3, p. 32-33. 2002.

MORENG, R. E., & AVENS, J. S. **Anatomia e fisiologia das aves**. In: Anatomia e fisiologia das aves (pp. 43-75), 1990.

MORGAN, A. I. Jr; GINETTE, L. F.; RANDALL, J. M.; GRAHAM, R. P.; **Technique for improving instant foods**. Food Engineering, v.31, n.9, p.89-94. 1959.

MULLER, H.G.; TOBIN, G. **Nutrición y ciencia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1996. p. 221-226.

NEGREIROS, J. K. S. **Estudo da cinética de secagem da gema do ovo de granja em camada de espuma (foam-mat drying) e a caracterização do produto obtido**, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; ALDEIRA, L. G. M.; ESSER, L.R. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado**, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012.

ORNELLAS, L.H. **Técnica dietética, seleção e preparo de alimentos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2001. 330p.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética**.4ª edição. São Paulo: Atheneu, p.107-114, 1985.

PARDI, H. S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo**. Dissertação de Mestrado, Escola de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 1977.

PELAEZ, R.; LEON, D.; PERALTA, G.; COELHO, J.R. **Ovoproducto – transformación industrial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Pontificia Universidad Catolica del Perú, Lima, 2003. 137p.

PEREIRA, T. S. **Estudo da secagem da clara de ovo em camada de espuma (foammat drying)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia Agroalimentar, Pombal-PB, 2015.

PLETI, A. K.; LIMA, J. J.; CÂNDIDO, L. M. B. **Qualidade interna do ovo de avestruz após estocagem em temperatura ambiente e refrigerada**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1864-1868, 2009.

PROUDLOVE, K. **Os alimentos em debate: uma visão equilibrada**. São Paulo: Varela. p.108-111. 1996.

RAJKUMAR P. et al. **Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer**. Journal of Food Engineering. v. 79, p, 1452– 1459. 2007

RAMOS, B. F. S. **Gema de ovo composição em aminas biogénicas e influência da gema na fração volátil de creme de pasteleiro**. Dissertação (Mestrado em Controle de qualidade) – Faculdade de farmácia, Universidade do Porto, Porto. 2008.

RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; ALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado**, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. 2012..;

RIBEIRO, E.P., SERAVALLI, E.A.G, **Química de alimentos**, 2a edição, São Paulo, Editora Edgard Blucher LTDA, 2007.

SALINAS, R.D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia**. 3. ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2002. 278 p.

SANKAT, C. K., & CASTAIGNE, F. **Foaming and drying behaviour of ripe bananas**. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 37, pp. 517-525, 2004.

SANTOS, F. B. F. **Obtenção de Cebola Seca Utilizando Pré-tratamento por Secagem Osmótica em Misturas de Solutos**. UFSC: Florianópolis, 1998

SARCINELLI M. F., VENTURINI K. S., SILVA L. C. **Características dos ovos**. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES; Pró-reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão. 2007.

SCATOLINI-SILVA, BORBA, GIAMPIETRO-GANECO, SOUZA, BOIAGO, MELLO E VAZ, **Qualidade física de ovos armazenados em diferentes condições de embalagens sob temperatura ambiente**. Arquivos de zootecnia vol. 62, núm. 238, 2013, p. 254.

SILVA FILHO, E. D. **Obtenção e avaliação da qualidade da polpa da manga CV. Haden em pó, pelo método de secagem em camada de espuma**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Campina Grande, 2012

STADELMAN, W. J., & COTTERILL, O. J. **Egg science & Technology**. New York: Food Products Press(4), p. 591, 1995.

STRINGHINI, M. L. **Perfil socioeconômico e microbiológico de manipuladores e qualidade de ovos de granja comercial. Influência da contaminação experimental por Pseudomonas aeruginosa sobre a qualidade de ovos não-lavados e lavados**. Tese

de doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

THUWAPANICHAYANAN, R.; PRACHAYAWARAKORN, S.; SOPONRONNARIT, S. **Drying characteristics and quality of banana foam mat.** Journal of Food Engineering, 86, 573–583, 2008.

TRAVAGLINI, D. A.; AGUIRRE, J. M.; SIQUEIRA, E. T. F. **Desidratação de frutas.** Campinas: CETEA/ITAL, 40 p. 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA): **Nacional Nutrient for Standard Reference.** Acesso em 10 de maio de 2017. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>

VAN ARSDEL, W. B., and COPLEY M.J.: **Food Dehydration.** Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, v 2, 1964.

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