

Estudo do processo de obtenção da polpa de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) em pó, pelo método *foam mat drying* visando a formulação de um corante natural

*Study of the process of obtaining the pulp of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) in powder by the method of foam mat drying complete in group of a natural dye*

Carlos Eduardo de Faria Cardoso¹, Francine Albernaz T. Fonseca Lobo¹

¹Centro Universitário Arthur Sá Earp Neto - UNIFASE

E-mail para contato: Carlos Eduardo de Faria Cardoso - caedufariac@gmail.com

Resumo

Objetivo: Estudar o processo de obtenção da polpa de beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) em pó pelo método foam mat drying. Métodos: Foram realizados ensaios experimentais com o intuito de avaliar os efeitos da concentração de carboximetilcelulose (CMC), lecitina de soja e clara de ovo in natura na estabilização de espuma em duas formulações, sobre sua cinética de estabilidade, pH e sólidos solúveis totais (STT). Aos dados experimentais, a formulação escolhida foi submetida ao processo de secagem por espuma, avaliando a remoção de umidade em função do tempo de exposição. Ao final do processo a polpa em pó foi caracterizada quanto ao seu índice de solubilidade em água (ISA%). Resultados: Os resultados revelaram que a formulação que continha a clara de ovo in natura como agente estabilizante, apresentou melhor desempenho nos ensaios experimentais, quando comparada a formulação contendo CMC e lecitina de soja, mostrando baixa perda de massa na superfície da espuma na análise de estabilidade. Além disso, a formulação apresentou um baixo tempo de secagem total (175 min) e o pó, uma baixa umidade de equilíbrio ($\pm 2g\%$) ao final do processo. A solubilidade do produto em pó foi de 96,95% com excelente perfil de reconstituição. Conclusão: A secagem por espuma da beterraba vermelha produz um produto com boas características tecnológicas para ser incorporado na formulação de alimentos com foco promissor de designação de substituição aos corantes alimentícios sintéticos.

Palavras-chave: Secagem de alimentos. Beterraba vermelha. Betalaínas.

Abstract

*Objective: To study the process of obtaining red beet pulp (*Beta vulgaris* L.) in powder using the foam mat drying method. Methods: Experimental tests were carried out in order to evaluate the effects of the concentration of carboxymethylcellulose (CMC), soy lecithin and egg white in natura on foam stabilization in two formulations, on their stability kinetics, pH and total soluble solids (STT). To the experimental data, the chosen formulation was submitted to the foam drying process, evaluating the removal of moisture as a function of the exposure time. At the end of the process, the powdered pulp was characterized according to its water solubility index (ISA%). Results: The results revealed that the formulation containing fresh egg white as a stabilizing agent, presented better*

performance in experimental tests, when compared to the formulation containing CMC and soy lecithin, showing low loss of mass on the foam surface in the analysis of stability. In addition, the formulation showed a low total drying time (175 min) and the powder, a low equilibrium humidity ($\pm 2g\%$) at the end of the process. The solubility of the powder product was 96.95% with an excellent reconstitution profile. Conclusion: The foam drying of the red beet produces a product with good technological characteristics to be incorporated in the formulation of foods with a promising focus of substitution designation for synthetic food colors.

Keywords: *Drying food. Red beet. Betalains.*

INTRODUÇÃO

A manutenção do espectro de cor natural de um alimento ou produto alimentício constitui-se como um importante fator na aplicação de técnicas de marketing frente ao mercado consumidor, em virtude da primeira impressão do cliente¹. Alcançar à satisfação deste, através da formulação de alimentos é uma tarefa muito árdua e traduz muito bem a importância no qual as indústrias alimentícias dão em torná-los mais “apetitosos” e “vistosos” levando a lógica de que o consumo desses produtos se inicia pelos olhos, sendo justificado o emprego de corantes alimentícios para sua aceitabilidade².

Os corantes alimentícios são aditivos definidos como substâncias ou mistura de substâncias que possuem como propriedade inerente de sua ação, conferir ou intensificar a coloração de alimentos e bebidas quando aplicado, sendo sua utilização um dos mais polêmicos avanços da indústria alimentícia³. Os corantes artificiais são amplamente utilizados pelas indústrias, minimizando a variação de cor de seus produtos frente ao processamento no qual são submetidos, contribuindo para a durabilidade, estabilidade e resistência da pigmentação ao oxigênio e variações de temperatura e pH, que se caracterizam como fatores chave para a manipulação e manejo de corantes^{4,5}.

Em geral, estas características são determinantes para o grande e positivo interesse e uso difundido desse grupo de aditivos na formulação alimentícia, entretanto, o sucesso da aplicação dessas substâncias em alimentos, não repercutem de forma tão positiva na saúde do consumidor⁶.

Diversas pesquisas atuam na hipótese de que estas substâncias são causadoras de reações adversas no ser humano, seja de forma aguda ou crônica, caracterizando que o uso indiscriminado e de forma cumulativa destas substâncias seja responsável por

reações tóxicas ao organismo humano, podendo causar anomalias fetais, distúrbios cardíacos, reações como, asma, alergias, hiperatividade e também atuar no desenvolvimento tumoral, além de observados efeitos genotóxicos^{6,7,8,9,10}.

Em todo o mundo tem sido evidenciado um forte movimento caracterizado por um perfil de consumidores mais conscientes em relação aos aspectos de saúde, reconhecidos pelo aumento da demanda por alimentos de características mais naturais, se configurando como uma das principais tendências na fabricação alimentícia. Nesta perspectiva, as organizações industriais percebem o apontamento para a necessidade de substituição dos corantes artificiais utilizados em suas formulações. Para isso, têm sido utilizados pigmentos naturais extraídos de matrizes botânicas, microrganismos e animais⁵. No entanto, ao se falar da utilização de corantes alimentícios obtidos a partir de fontes naturais, é reconhecido que estes não são os preferidos para uso em alimentos, por questões limitadoras justificadas como, a falta de brilho, baixa estabilidade, fraca fixação e escassez nas gradações de cor, além de possíveis episódios de precipitação em bebidas¹⁰.

A beterraba refere-se a um dos cultivares da espécie *Chenopodiaceae*, muito utilizada e consumida em todo o mundo. Os diversos cultivares desta família produzem frutos com diferentes colorações, sendo a mais conhecida e também consumida a beterraba vermelha. No Brasil, ela se destaca como uma das mais importantes hortaliças cultivadas, sendo amplamente reconhecida e valorizada principalmente pela sua cor atraente e sabor marcante, além de ser uma boa fonte de compostos bioativos, como as betalainas¹¹.

As betalainas são uma classe de pigmentos alcaloides, atóxicos e solúveis em água, contendo nitrogênio em sua estrutura química, que são produzidas a partir do aminoácido tirosina de forma natural no metabolismo secundário de espécies como a beterraba. Esses pigmentos podem ser empregados como elementos corantes em alimentos, no entanto, diversos fatores como o pH, temperatura, oxigênio e luminosidade prejudicam sua utilização como tal propósito de aditivo alimentar¹².

Uma vez que as indústrias reconhecem estas fragilidades, isso faz com que elas atuem no estudo e busca de tecnologias que visem estabilizar e otimizar a sua ação colorante. Neste cenário, surgem as técnicas de secagem, que oferecem ao final de sua aplicação a obtenção de ingredientes de fácil manuseio e de forma diversificada de apresentação¹³.

Atualmente existem vários métodos de secagem utilizados com o objetivo de reduzir os teores de água no alimento, e conseqüentemente obter subprodutos, tais como a liofilização, atomização, secagem convencional e secagem em leito de espuma (*foam mat drying*). Os diferentes métodos apresentam significativas diferenças, como metodologia de obtenção, tempo e condições de secagem, qualidade e características do produto final, além da utilização de equipamentos diversos, sendo eles sofisticados ou não¹³.

A técnica de secagem por *foam mat drying* tem se destacado atualmente, na secagem de líquidos e semilíquidos, onde através de seu processamento, são formadas espumas associadas a utilização de agentes espumantes, que em seguida são transformadas em um pó com característica finamente pulverizada de fácil incorporação na formulação de alimentos, apresentando menor tempo de secagem, utilização de baixas temperaturas e promessa de maior preservação de suas características físicas, atribuindo propriedades sensoriais importantes quando aplicada^{13,14}.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi estudar o processo de obtenção da polpa de beterraba vermelha (*Beta vulgaris L.*) em pó pelo método *foam mat drying*, visando otimizar o processamento da hortaliça, favorecendo a obtenção de um subproduto com características tecnológicas favoráveis para sua aplicação na formulação de alimentos a nível industrial.

MÉTODOS

Foram adquiridos 3kg de beterraba vermelha (*Beta vulgaris L.*) no comércio varejista local da cidade de Petrópolis, RJ em completo estágio de maturação. Em ensaios pré – preliminares foram utilizados 2kg da matéria prima adquirida. Estes ensaios tinham como objetivo delimitar as formulações a serem testadas no presente trabalho. A matéria prima restante (1 kg), foi utilizada para realização dos ensaios experimentais propostos pela metodologia descrita no estudo.

A pesquisa trata-se um estudo experimental realizado nos Laboratórios de Tecnologia de Alimentos e Técnica Dietética do curso de Nutrição, do Centro Universitário Arthur Sá Earp Neto (UNIFASE) no município de Petrópolis – RJ, sendo seccionado em 3 macro etapas, sendo elas: a obtenção e caracterização da polpa de beterraba, a realização dos ensaios preliminares e por último a designação do produto.

Obtenção e processamento da polpa de beterraba vermelha (Beta vulgaris L.)

Na etapa 1, a beterraba de variedade vermelha em estágio de maturação para comercialização foi pesada (± 1 kg) e lavada em água corrente, para que fossem retiradas sujidades externas da matriz. Em seguida foi higienizada em solução de hipoclorito de sódio à 200 ppm por 20 minutos, descascada manualmente com auxílio de uma faca de aço inox gourmet, rendendo um total líquido de ± 800 g, sendo retirada uma pequena alíquota da hortaliça ainda in natura (150g) para ensaios experimentais posteriores. Em seguida, o restante da hortaliça (650g) foi processado em liquidificador doméstico (Mondial® power 2i 500w) por 10 minutos em 2 ciclos de repetição (tempo total = 20 min) com o auxílio de uma fração aquosa (100mL) para otimizar o processo, em potência máxima.

Na sequência, a polpa foi refinada por peneiragem manual com Peneira Brinox® Top Pratic em aço inox com abertura de 1,2 mm por três ciclos de repetição, sendo os resíduos sólidos sobrenadantes da beterraba (corpo fibroso), separado da porção líquida sobressalente (550mL). Após o processo de peneiragem foi retirada uma segunda alíquota (100mL) agora já no formato de polpa líquida in natura para ensaios experimentais subsequentes. Posteriormente a polpa restante (450mL), foi condicionada em refratário de vidro temperado com capacidade de 500 mL, vedado com tampa e mantida sob refrigeração ($- 6^{\circ}\text{C}$) revestido com papel alumínio por 24h, a fim de evitar exposição à luz, oxigênio e altas temperaturas, visando a preservação dos pigmentos presentes na matriz até sua posterior manipulação nos ensaios experimentais.

Determinação de umidade da beterraba in natura e polpa líquida

A partir das duas alíquotas retiradas na fase anterior, no início e no final do processo de obtenção da polpa líquida, foi determinado o teor de umidade da hortaliça in natura (ainda com o corpo fibroso e sem adição de líquido, antes do processo de liquidificação) e da polpa da hortaliça (após liquidificação e peneiragem), de acordo com a perda de peso do produto através do método da estufa ao aquecimento a 105°C , até o peso constante, assim como descrito pelas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz – IAL15.

Seleção da formulação de espuma

Na etapa 2 da seção metodológica foram realizados os ensaios preliminares, que tiveram como objetivo definir a formulação que melhor se adequasse ao processo de

secagem da beterraba vermelha pelo foam mat drying. A realização desta etapa do estudo foi efetuada respeitando três fases, que didaticamente foram divididas em: elaboração das formulações da espuma utilizando diferentes agentes espumantes, caracterização das espumas pelas análises experimentais e por fim as análises estatísticas dos resultados obtidos.

Formulações

Na fase 1 da etapa dos ensaios preliminares, foram elaboradas duas formulações distintas de espumas, preparadas a partir da polpa peneirada (líquida), utilizando-se de diferentes agentes, tais como a lecitina de soja (LS – agente que atua estabilizando a espuma), carboxmetilcelulose (CMC) e clara de ovo *in natura*.

O delineamento e escolha das proporções dos agentes utilizados para compor as formulações foram feitos de acordo com os dados encontrados na literatura para a formulação 1 (F1), tais como os descritos por Lobo (2017)¹³ que utilizou 0,3g/100g como elemento formador de espuma na secagem de polpa de manga Tommy pelo método foam mat. Já na formulação 2 (F2) as proporções ideais de clara de ovo *in natura* foram estabelecidas através de testes preliminares, no qual foram testadas diferentes concentrações em 100g de polpa. Nestes testes, a espuma que continha a proporção de 15% foi a única que conseguiu formar uma espuma que se sustentava por mais de 10 minutos, sendo ela a escolhida para dar continuidade no estudo.

A tabela 1 mostra as concentrações de cada agente utilizado em cada condição das formulações testadas.

Tabela 1 – Formulações testadas em 100g de polpa de beterraba

Formulação	Lecitina de Soja	CarboxMetilCelulose (CMC)	Clara de Ovo
F1	0,3%	0,3%	-
F2	-	-	15%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para o processamento da polpa de beterraba por *foam mat drying* foram seguidos os procedimentos descritos por Lobo (2007)¹³. A polpa de beterraba anteriormente obtida, foi dividida em duas partes iguais (100mL), sendo adicionada dos agentes espumantes previamente definidos nas proporções corretas e transformadas em espuma através da batedura mecânica pelo uso de uma batedeira doméstica Planetária Mondial Premium® BP – 01P.

Caracterização das espumas

Na fase 2, para caracterização das espumas foram realizadas as seguintes análises em triplicata: cinética de estabilidade, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST) e cinética de secagem.

Cinética de estabilidade das espumas

Para a determinação da cinética de estabilidade da espuma foi utilizado o método descrito por Dantas¹⁶, que visa avaliar o volume de líquido drenado em 30 minutos quando a espuma exposta à temperatura ambiente, sendo esse volume aferido de 5 em 5 minutos para ambas as formulações em triplicata. Na sequência os dados obtidos foram utilizados na construção de uma curva de volume drenado (mL) em função do tempo em minutos de exposição.

Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH das amostras foi utilizado o pHmetro de bancada digital Kasvi[®], modelo K39-2014B devidamente calibrado com as soluções tampões (4, 7 e 9) de acordo com as normas analíticas do IAL¹⁵.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por leitura refratométrica direta em °Brix em refratômetro portátil da marca Kasvi[®] com precisão de $\pm 0,2$ % Brix conforme metodologia adaptada proposta pelo Instituto Adolfo Lutz¹⁵.

Cinética de secagem

A espuma que apresentou os melhores resultados nas análises anteriores, foi espalhada manualmente em placas de petri, sendo mantida a espessura de 4 mm sendo submetida a secagem em desidratador de alimentos à 70 °C (temperatura média utilizada neste método de desidratação) e acompanhada a variação de peso das placas em intervalos de 25 minutos, visando a plotagem da curva de secagem em função do tempo de exposição. As pesagens das placas foram realizadas em balança de precisão Mettler Toledo[®], modelo AB204.

Análise estatística

Na última fase (3) da etapa 2, foram realizadas as análises estatísticas, sendo os dados tabulados no programa Microsoft Excel 2016 e PAST software. Os resultados foram avaliados por ANOVA e valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

Designação do produto

Na última etapa do processo metodológico, após definição do modelo de experimento e obtenção da espuma, foi realizada a secagem do material e a obtenção do pó de beterraba pelo método *foam mat*. As espumas foram distribuídas uniformemente em placas de vidro temperado medindo 25 cm x 30 cm x 1,0 cm respeitando a espessura média de 4 mm, pré-estabelecida. O vidro foi previamente pesado, em seguida colocada a espuma em sua superfície, após passou por nova pesagem para identificar o peso da amostra ($p_{\text{Vidro}} + p_{\text{Amostra}} - p_{\text{Vidro}}$). Posteriormente, as placas de vidro contendo a espuma foram colocadas no desidratador de alimentos PardalTec®, modelo Hobby à 70 °C. Ao término do processo de desidratação, o material foi retirado manualmente da bandeja, com uma espátula e envasado em pote de vidro com capacidade para 10g identificado com informações como: data de obtenção, horário de envase, temperatura e peso, com vedação hermética. Em seguida, o produto foi conservado sob refrigeração à - 6 °C em saco ziplock metalizado evitando a exposição à luz.

Índice de solubilidade em água (ISA%)

Em tempo visando delimitar o índice de solubilidade em água (ISA) do produto quando em solução aquosa, foi utilizado uma adaptação do método descrito por Astolfi-Filho et al. 17 que consistiu em medir a dissolução de 2g do produto em 20mL de água destilada no tempo de um minuto sob agitação com bastão de vidro. Após o processo, peneirou-se a solução com um coador fino de gaze, previamente pesado e o material retido foi submetido a secagem em estufa e em sequência pesado para saber quanto do material não foi solúvel em um minuto, sendo calculado o ISA expresso em porcentagem.

RESULTADOS

Determinação do teor de umidade da beterraba in natura e polpa de beterraba

Foi verificado teor de umidade de 89,8g% na beterraba in natura e 93,03g% na polpa peneirada de beterraba vermelha, de acordo com a perda de peso do produto através do método da estufa, sendo este o maior constituinte da composição centesimal das amostras. É válido ressaltar ainda, que para obtenção da polpa peneirada foi necessário adicionar uma fração líquida (água) vislumbrando facilitar o processamento, contribuindo para essa variação de valor.

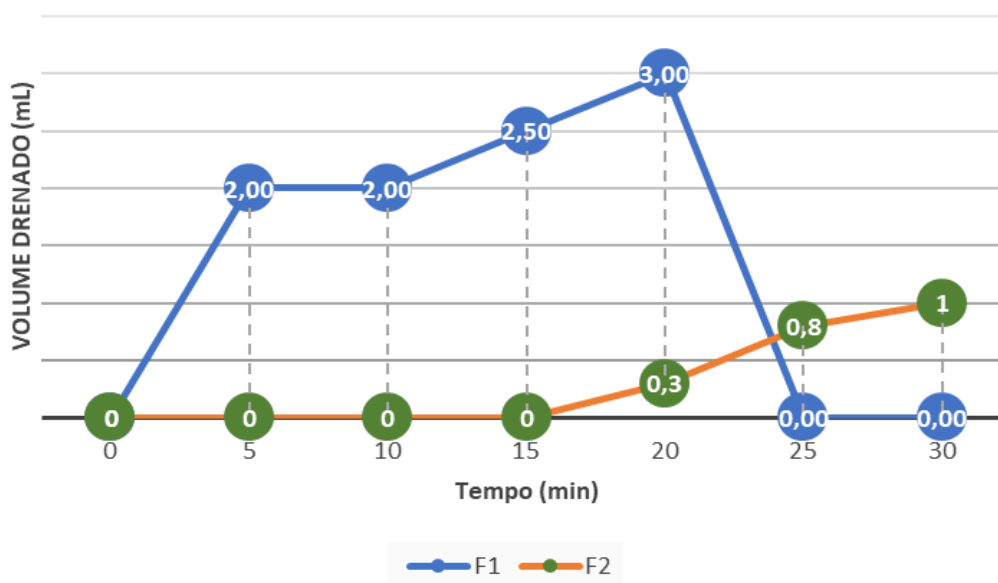
Ensaio preliminares

Cinética de estabilidade das espumas

No teste de estabilidade das espumas em temperatura ambiente, é possível observar na figura 1 o grande desprendimento de líquido da espuma da F1 nos primeiros 5 minutos, sendo observado, um crescente desprendimento ao longo do experimento atingindo seu limiar máximo de desprendimento aos 20 minutos. Já para a espuma da F2 esse desprendimento só teve início aos 20 minutos de experimento, mantendo a crescente taxa até o tempo final de estudo com 30 minutos totais.

Nota-se que a F1 apresentou drenagem total do conteúdo líquido presente em 25 minutos, apresentando baixa estabilidade durante o experimento. Já a F2 permaneceu estável por um período superior ao tempo de experimento por cerca de uma hora, tornando-a elegível para replicação.

Figura 1 – Curvas da cinética de estabilidade das espumas da polpa de beterraba vermelha em diferentes formulações em exposição na temperatura



F1: Polpa de beterraba vermelha + CarboxMetilCelulose (0,3%/100g) + Leticina de Soja (0,3%/100g) / F2: Polpa de beterraba vermelha + clara de ovo in natura (15%/100g)

Fonte: Autoria própria

pH

Para as análises de pH, a tabela 2 mostra os valores médios encontrados na caracterização da polpa *in natura* e de ambas as formulações testadas.

Tabela 2 - Análise do potencial hidrogeniônico da polpa in natura e espumas de beterraba

Componente Analisado	Polpa Peneirada	Espuma F1	Espuma F2
pH	5,7 ± 0,93	6,56 ± 0,77	6,05 ± 0,01

*F1: Polpa Peneirada de beterraba vermelha + CarboxMetilCelulose (0,3%/100g) + Lecitina de Soja (0,3%/100g) / F2: Polpa Peneirada de beterraba vermelha + clara de ovo in natura (15%/100g);

** Médias de três repetições ± desvio padrão;

*** As amostras analisadas não apresentam diferença significativa ANOVA pelo p-value = 0,4 (p > 0,05);

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que os resultados encontrados para pH, nas espumas e também na polpa in natura, apresentam uma variação não significativa (p>0,05) nas análises estatísticas.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

Em relação aos sólidos solúveis nas amostras analisadas, na tabela 3 é possível verificar em valores absolutos, que nas diferentes formas de apresentação da hortaliça (in natura, peneirada e espuma em diferentes formulações), a forma *in natura* obteve o maior teor de sólidos solúveis, justificado pela maior concentração de açúcares da matriz alimentar (9,33 °Brix).

Tabela 3 - Sólidos Solúveis (°Brix) das amostras de beterraba em diferentes formas de apresentação

Amostra	Polpa de Beterraba Vermelha <i>in natura</i>	Polpa de beterraba vermelha peneirada	Espuma de Beterraba - F1	Espuma de Beterraba - F2
Média amostral	9,66°Brix ± 0,47	6°Brix ± 0,0	5,33°Brix ± 0,94	3,33°Brix ± 1,24

*F1: Polpa Peneirada de beterraba vermelha + CarboxMetilCelulose (0,3%/100g) + Lecitina de Soja (0,3%/100g) / F2: Polpa Peneirada de beterraba vermelha + clara de ovo in natura (15%/100g);

** Médias de três repetições ± desvio padrão;

*** As amostras analisadas apresentam diferença significativa ANOVA p-value = 0,0004 (p < 0,05).

Fonte: Autoria própria.

Na análise da polpa peneirada de beterraba foi encontrado um menor teor de SST (6 °Brix) quando comparado à análise da hortaliça in natura, este fato não é algo esperado neste ponto da análise, uma vez que a concentração destes sólidos não tende a diminuir como resposta ao processo de peneiramento. Portanto, pode-se apontar a hipótese de partículas presentes na amostra interferirem na correta leitura e interpretação do índice de refração. A F1 apresentou média de 5,33 °Brix na avaliação de sólidos totais destacando uma perda considerável do valor da polpa peneirada (6 °Brix). Já a F2 apresentou média de 3,33 °Brix, configurando expressiva redução no teor de sólidos solúveis quando comparado às outras amostras avaliadas, apontando condições satisfatórias para sua eleição na etapa de secagem.

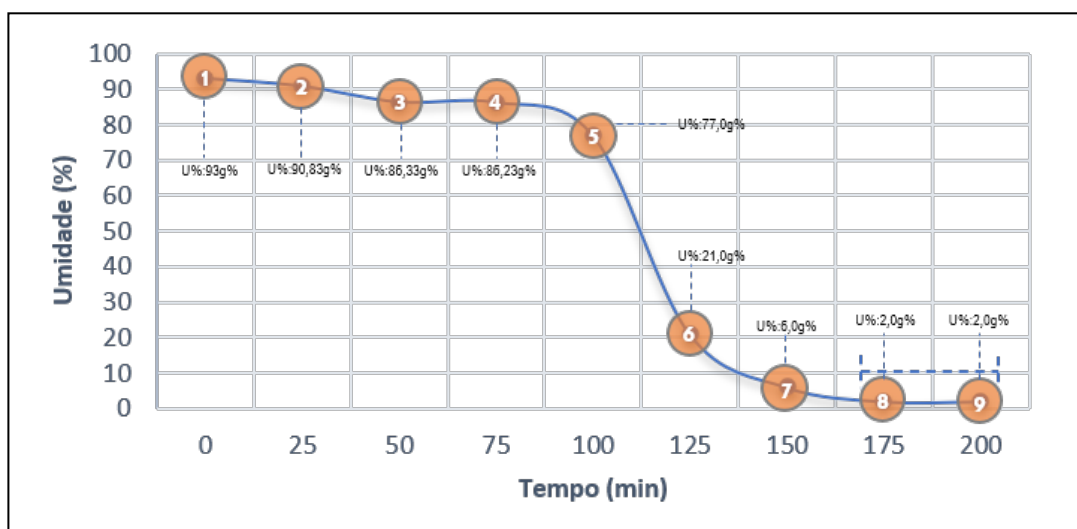
A análise estatística indicou uma diferença significativa ($p = 0,0004$) entre as condições de apresentação das amostras avaliadas.

Plotagem da curva de secagem

Diante dos resultados obtidos nos experimentos de caracterização da espuma sobre pH, SST e estabilidade em temperatura ambiente, escolheu-se como aditivo a clara de ovo in natura para dar prosseguimento aos estudos de secagem da beterraba vermelha por *foam mat drying* uma vez que dentre as formulações produzidas a F2 apresentou melhores resultados experimentais.

A figura 2 mostra a curva de secagem da polpa de beterraba vermelha nas condições de secagem pré-determinadas à 70 °C.

Figura 2 - Curva de secagem da formulação contendo clara de ovo in natura (0,30 g/100 g de polpa de beterraba vermelha) em 70 °C.



*Pontos de umidade: 1 = 93g%; 2 = 90,83g%; 3 = 86,33g%; 4 = 86,23g%; 5 = 77,0g%; 6 = 21,0g%; 7 = 6,0g%; 8 = 2,0g% e 9 = 2,0g%.

Beterraba vermelha em pó

A polpa de beterraba vermelha desidratada na forma de pó, segundo demonstrado pela curva de secagem apresentou baixo teor de umidade plotado em uma umidade de equilíbrio de cerca de 2g%.

A figura 3 mostra o pó de beterraba vermelha obtido ao final do processo de secagem da espuma.

Figura 3 - Beterraba vermelha desidratada por foam mat drying após secagem à 70 °C.



(A) Pó de beterraba na placa de petrí após secagem; (B) Pó de beterraba vermelha acondicionado em frasco de vidro.

Índice de solubilidade em água

A tabela 4 mostra os resultados obtidos na análise em triplicata da solubilidade do pó de beterraba vermelha em água. Reitera-se que todas as análises foram realizadas nas mesmas condições experimentais. A temperatura usada para o teste foi a temperatura da água ambiente igual 23,0 °C.

Tabela 4 - Índice de solubilidade das partículas do pó de beterraba vermelha obtidas por *foam mat drying* submetidas à agitação

AMOSTRAS	ISA %
Média	96,95% ± 1,35

* Matéria bruta 2 g/20 mL

** Médias de três repetições ± desvio padrão

Para o índice de solubilidade do pó obtido da beterraba vermelha em todos os experimentos, observou-se um valor acima de 90 % demonstrando média geral de 96,95% nas análises em triplicata, com alto potencial de reconstituição.

DISCUSSÃO

Obtenção da polpa de beterraba

Mesmo cursando com o descasque manual, o rendimento da polpa peneirada reservada para utilização nos ensaios experimentais, foi satisfatório ao final do processo, observando valor de 61,9% em comparação ao peso líquido (800g) da matéria prima utilizada, o que viabiliza o seu aproveitamento e utilização nos experimentos seguintes.

Foam mat drying

A técnica de secagem por *foam mat drying* é uma metodologia relativamente antiga, embora tenha ganhado especial atenção mais recentemente quando o assunto é

tecnologia aplicada na conservação de alimentos, principalmente por conta de suas inerentes vantagens quando comparado a outras técnicas de secagem. Diversos são os métodos de secagem de alimentos existentes atualmente e, é bem elucidado que algumas das metodologias utilizadas acarretam significativas perdas nutricionais e funcionais das matrizes alimentares¹³.

Neste contexto, o processamento de alimentos através da utilização da metodologia de desidratação por *foam mat drying* surge como uma alternativa viável para realização, por conta de sua simplicidade metodológica e garantia de obtenção de um produto com as qualidades almejadas, em um largo espectro e com tempo de produção reduzido, graças a facilidade de difusão das moléculas de água livre pelos poros da espuma de baixa densidade que é formada^{13,14}.

Essa facilidade encontrada para a difusão de líquidos através da espuma, é que garante um menor tempo de exposição e contato as altas temperaturas que envolvem a secagem de alimentos, o que conseqüentemente, leva a menores modificações organolépticas.

Estabilidade da espuma

O processo de secagem de polpas de frutas e produtos hortícolas sob a forma de espumas é mais veloz, devido a elevada porosidade e aeração encontrada no produto a ser seco¹³. As espumas são sistemas instáveis, termodinamicamente falando e por isso, além da capacidade de incorporação de ar, ou seja, a formação da espuma propriamente dita é importante avaliar sua estabilidade, ou seja, sua habilidade de resistir à perda de bolhas de ar quando expostas a temperaturas ditas normais¹⁸.

No teste de estabilidade das combinações de polpa de beterraba vermelha, com todos os aditivos e concentrações testadas, observou-se que a formulação contendo a clara de ovo in natura (F2) apresentou resultados satisfatórios e significativamente melhores que a formulação utilizando CMC e LS (F1). Este fato pode ser atribuído ao aumento da viscosidade, dado à ligação direta entre a estabilidade da espuma e viscosidade da mistura proporcionada pelas proteínas da clara do ovo, sendo desprendido menor volume no tempo de experimento.

O CMC e a lecitina de soja também desempenham um papel viscoso quando em uma solução, entretanto é importante destacar que as proporções dos agentes utilizados no presente estudo não são similares para ambos os aditivos, sendo a proporção polpa/aditivo de 94% de polpa para a F1 e 85% de polpa para a F2, não favorecendo

o estabelecimento de um ponto comparativo pareado entre as formulações, o que justifica a realização de diferentes experimentos para escolha final da formulação a ser escolhida.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme descrito na RDC nº 45/2010 que dispõe sobre a utilização de aditivos alimentares de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), o agente carboxmetilcelulose deve ser utilizado na quantidade limítrofe de 5,0 g/100g. Já para o aditivo lecitina de soja, a resolução não estabelece um limítrofe de utilização¹⁹.

No caso da utilização da clara do ovo, pode-se dizer que as proteínas que fazem parte da composição agem como emulsificantes anfifílicos entre a fase gasosa e a fase aquosa estabilizando a espuma²⁰. Nas espumas, proteínas como as encontradas na clara de ovo, servem para estabilizar uma rede formada ao redor das bolhas, criando condições para prevenir os fenômenos de coalescência. A adsorção (concentração/acúmulo de átomos ou íons na superfície sólida de um líquido ou gás) espontânea das proteínas da solução na interface ar/água contribui para a dispersão e organização do ar, melhorando seu desempenho levando a espumas mais estáveis com bolhas de ar de diâmetro menor, o que corrobora os achados nos resultados apresentados, apontando uma importante vantagem para a formulação que continha a clara de ovo como agente formador de espumas²¹.

Em tempo, como anteriormente citado, é importante ressaltar que a diferença na concentração dos agentes estabilizantes na composição das formulações, não foram propositais. O preparo da F1 seguiu uma padronização de concentração já delimitada em estudos que utilizaram desta metodologia na secagem de um produto hortícola (manga tommy)¹³, enquanto, a F2 seguiu uma padronização de concentração delimitada em ensaios preliminares, no presente estudo.

pH

As betalaínas são totalmente estáveis em pH que varia do 4 ao 5 e razoavelmente estáveis em pH variáveis do 5 ao 7 e instáveis na presença de luz, atividade de água e oxigênio¹². Huang e Von Elbe (1987)²² mediante análise de seus estudos, identificaram que o pH ótimo para a máxima estabilidade do pigmento pertencente ao grupo das betalaínas, a betanina, na presença de oxigênio está centralizada entre 5,5 e 5,8. Segundo Delgado-Vargas et al.²³, em relação ao tempo de meia vida, a estabilidade das betalaínas é maior em pH 5 e 6 na presença de oxigênio.

Com isso observou-se que os resultados encontrados para pH, nas espumas estão dentro da faixa necessária para que haja uma possível estabilidade dos pigmentos de betalaínas, apresentando uma variação pouco significativa ($p > 0,05$) de pH entre polpa peneirada in natura (pH: 5,7) para a polpa adicionada de agente estabilizante, após agitação mecânica em batedeira, em ambas as formulações (F1 – pH: 6,56 e F2 – pH: 6,05), sendo favorável a manutenção do pigmento. Entretanto, é importante apontar que de acordo com o cenário encontrado na análise de pH das espumas, a F2 foi a que apresentou maior proximidade ao cenário encontrado na polpa in natura sendo este fato levado em consideração na escolha da formulação para o processo de secagem.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

O conteúdo de açúcares pode variar na espécie *Beta vulgaris L.* em virtude da diferença de maturação entre os frutos utilizados no experimento, pois os teores de açúcares totais aumentam durante o amadurecimento da hortaliça¹¹.

Convencionalmente os açúcares possuem uma maior capacidade em reter o conteúdo líquido quando em uma solução, exercendo uma importante ação higroscópica nos componentes químicos ali presentes¹². O elevado conteúdo de açúcares da polpa de beterraba foi fator de interesse no presente estudo, configurando-se como um fator determinante ao dificultar ou aumentar o tempo de remoção do conteúdo líquido quando submetido a espuma ao processo de secagem.

Dados resultados das três etapas de tratamento no qual a beterraba foi submetida no presente estudo (in natura, polpa e espumas), pode-se destacar que a redução do conteúdo de SST evidenciado na F2 (3,33^oBrix), contribuiu de forma significativa para otimizar a estabilidade da espuma, configurando-se um fator beneficiador na etapa de secagem, uma vez que o conteúdo de água ligada da matriz alimentar tenderá a ser menor. Em tempo, é possível destacar que a adição do conteúdo aquoso, na fase de obtenção da polpa da hortaliça, contribuiu para diminuir a concentração de sólidos da amostra, uma vez que a relação entre a concentração de umidade da amostra e SST é inversamente proporcional, ou seja, quanto maior o conteúdo de líquido naquela solução, menor tenderia a ser a concentração de sólidos.

Betalaínas: relação temperatura x degradação do pigmento

No presente estudo, não foram realizadas análises específicas para o mapeamento da concentração de betalaínas do produto. Entretanto, ao falarmos de uma

metodologia que se utiliza de calor para sua realização, não se pode negar ao fato de pontuar, sobre a estabilidade dos pigmentos de interesse uma vez que é reconhecido, que a estabilidade das betalaínas é influenciada pela temperatura inferida sobre sua estrutura, desde o processamento (pós colheita) ao armazenamento²⁴.

Devido a esta característica os pigmentos extraídos da beterraba seriam adequados apenas para inserção em produtos que não sofram tratamentos térmicos muito agressivos como sorvetes e gelatinas⁵. O tratamento térmico, quando aplicado sob condições severas, pode originar numerosas alterações físico-químicas no alimento, acarretando características deletérias às propriedades organolépticas, além de reduzir a biodisponibilidade de determinados nutrientes²⁵.

Bastos et al. estudaram a cinética de degradação térmica das betalaínas extraídas da beterraba vermelha e concluíram que a degradação térmica destes pigmentos segue uma cinética de reação de primeira ordem, sendo mais rapidamente degradada em 80 °C²⁶.

Neste contexto, quando se aplica a técnica de secagem por *foam mat drying* tem-se a hipótese de manutenção da qualidade final do produto obtido após exposição térmica, por conta da otimização do processo aplicado, utilizando-se de baixa temperatura de secagem e um menor tempo de exposição da matéria, devido à maior área de superfície de contato.

Plotagem da curva de secagem

Realizando um paralelo com a curva de secagem plotada no presente estudo, com os trechos encontrados em uma típica curva de secagem (A, B, C e D) é possível identificar uma significativa semelhança. Ao avaliar a curva, identifica-se o trecho AB nos primeiros 25 minutos de experimento onde ocorre o período de aquecimento do material, onde este apresenta-se em uma temperatura inferior à temperatura de secagem, neste período também, comumente ocorre uma significativa elevação da pressão de vapor de água^{13,14}.

O trecho BC é representado nos 50 minutos, onde é encontrado o período de taxa constante, ou seja, é o período regido pela convecção (transmissão de calor que ocorre em virtude dos movimentos ascendentes e descendentes de um fluido). Neste ponto a superfície da espuma se encontra na temperatura do bulbo úmido (T_{bu}) apresentando ainda alta taxa de umidade^{13,14}.

O terceiro período representado na curva pelo restante do tempo de exposição (50 – 200 min) da espuma no desidratador até umidade (%) constante descreve o trecho

CD, representando o início da taxa de secagem decrescente. Nesta etapa a cinética de secagem é mais veloz em comparação ao segundo período (BC), onde pode ser explicado pela rápida migração da água do interior do material para a superfície. Neste trecho pode ocorrer uma divisão em duas zonas, sendo elas a zona de superfície de secagem não-saturada e a zona em que o fluxo de água da parte interna do material controla o processo de secagem^{13,14}.

Na zona de superfície de secagem não-saturada (trecho CD) da curva, a superfície do sólido apresenta áreas secas que se ampliam de forma constante na proporção em que o processo de secagem prossegue. Em suma, neste trecho a taxa de secagem da espuma diminui significativamente uma vez que a mesma é relativa à área da matéria seca em contato com o ar ambiente. A evaporação do conteúdo líquido ocorre na superfície da matéria, apresentando baixa resistência para evaporação²⁷.

Já na zona em que o fluxo de água é quem controla a operação do processo de secagem na porção final do trecho CD, caracteriza-se pelo controle exercido pelo fluxo de líquidos internos sobre a taxa de secagem.

Quando a curva atinge o ponto D, em que o comportamento da taxa de secagem está em declínio, acontece a evaporação do restante de conteúdo líquido existente no interior do material e a secagem tende a se estabilizar atingindo o que chamamos de umidade de equilíbrio (U_{eq}). O ponto D encontrado na curva representa que a amostra atingiu a U_{eq} (2%) no período de 175 – 200 min e que o material sólido não sofrerá mais variações de umidade e isso independe do tempo em contato com o ar de secagem, ou seja, este é o menor teor de umidade atingível no processo de secagem deste produto.

É importante ressaltar, que a umidade desejada para este tipo de produto (vegetais secos), segundo a legislação vigente em território nacional é abaixo de 12g%²⁸, logo, assim que o produto atingisse um ponto de equilíbrio no teor de umidade (como demonstrado no trecho D da curva plotada) abaixo deste valor exigido, não era mais necessário mantê-lo em exposição a temperatura, sendo definido o tempo médio de secagem da beterraba pelo método *foam mat* em 175 min.

Beterraba em pó

A alta taxa de remoção de umidade na espuma da polpa de beterraba vermelha e o fato da água presente no conteúdo material está na forma de películas finas e gotículas aeradas, que facilmente vaporizam, justificam o menor tempo (175 min)

de secagem por *foam mat drying*¹³. O produto seco apresenta interessantes características e propriedades, como a reidratação ser facilitada por conta da forma de pó obtida ao final (o que seria perdido em processos de secagem de cunho mais convencional sem ser na forma de espuma) e baixo teor de umidade, atingindo valores de próximos à 2g%/100g.

A polpa de beterraba vermelha desidratada no presente estudo apresentou teor de umidade dentro do limite preconizado para produtos de vegetais secos, como anteriormente citado.

Segundo a RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005, o teor de umidade máximo para produtos de vegetais secos ou desidratados deve ser de 12g %²⁸. Vale lembrar, que o presente experimento conseguiu baixo teor de umidade (2%), da polpa de beterraba em pó pelo processo de secagem por espuma, o que pode contribuir para sua conservação uma vez que se cria a hipótese de a atividade enzimática ser baixa não ocorrendo o crescimento de fungos filamentosos¹². Mas vale ainda destacar a importância de investigar a relação de umidade com a atividade de água do produto formulado, visto que é nesse tipo de parâmetro que podemos relacionar a redução de crescimento microbiano e reações químicas e enzimáticas.

Índice de Solubilidade em Água (ISA) %

Na química, a solubilidade é a medida da capacidade de uma determinada substância dissolver-se num líquido¹². A solubilidade é um critério bastante confiável para avaliar o comportamento do pó em solução aquosa, subsidiando o desenvolvimento de modelos preditivos, para a obtenção de dados experimentais de qualidade para aplicação em indústrias alimentícias como corante alimentício.

Dantas (2010)¹⁶, utilizando o método de *foam mat drying*, encontrou solubilidade de 98% e 91% para os pós de abacaxi e manga respectivamente, o que demonstra resultados similares aos encontrados no presente estudo.

Em contramão aos achados nos produtos secos derivados da aplicação do método *foam mat drying*, Pires et al. (2017)²⁹, ao avaliar o ISA% na caracterização de farinha da banana nanica madura obtida por secagem convencional direta, encontrou ISA = 25,20% configurando-se um potencial de reconstituição muito baixo, quando em solução.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que o processo de secagem pelo método *foam mat drying* é uma alternativa viável de aplicação para se obter a beterraba desidratada no formato de um pó, com característica finamente pulverizada, com alto potencial de solubilidade em soluções, apontando para uma favorável eleição na aplicação em formulações alimentícias, utilizando-se de um baixo tempo de processo (175 min) e baixas temperaturas (70 °C).

Reitera-se, que à adição de aditivos corretos, tais como a clara de ovo in natura, pode contribuir para um melhor desempenho no processo de secagem, uma vez que atua de forma efetiva na formação e estabilidade mecânica das espumas. No presente estudo a F2 foi a que apresentou melhores resultados em todas as análises testadas, sendo ela eletiva para obtenção do produto final.

Entretanto, é válido apontar que, futuras investigações poderão centrar-se na elaboração de estudos mais específicos e focados nas propriedades físico-químicas do pó obtido, com ênfase na atividade de água, padrão L*, a*, b* de colorimetria, quantificação de betalainas totais por métodos espectrofotométricos e atividade antioxidante do produto, debruçando-se na busca pela caracterização dos compostos fenólicos e outros compostos bioativos na polpa de beterraba de variedade vermelha utilizando a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) caracterizando a retenção destes compostos bioativos após o processamento por *foam mat drying* em ambas as formulações testadas.

Por fim, salienta-se que uma vez utilizada a clara de ovo como agente espumante na formulação das espumas, tal informação deve estar de forma explícita para o consumidor quando aplicado em alimentos, através de rotulagem específica como descrito na RDC nº 26, de 2 de julho de 2015 na qual dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos causadores de alergias alimentares, através da declaração “Alérgicos: Contém ovo”³⁰.

REFERÊNCIAS

1. PRADO, M. A.; GODAY, H. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. *Quim. Nova*, Vol. 30, No. 2, p268-273, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/04.pdf>.
2. SOUZA, R. M. Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde. 2012. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia – Obtenção do grau de Bacharel em Farmácia) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro.

- Janeiro, 2012. Disponível em:
<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/ccbs/Rosilane%20Moreth%20de%20Souza.pdf>.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Estabelece Regulamento Técnico: Aditivos alimentares – definições, classificação e emprego. Diário Oficial da União, 28 outubro de 1977. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/PORTARIA_540_1997.pdf/3c55fd22-d503-4570-a98b-30e63d85bdad.
 4. QUEIROZ, M. B.; NABESHIMA, E. H. Naturalidade e Autenticidade. In: Brasil Bakery & Confectionery Trends. Campinas, ITAL, 2014, cap. 8, p. 158 – 195.
 5. GOMES, L. M. M. Inclusão de carotenoides de pimentão vermelho em ciclodextrinas e avaliação da sua estabilidade, visando aplicação em alimentos. 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em:
<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/3313/1/Gomes%2c%20Lidiane%20Martins%20Mendes%20%5bDisserta%2c%202012%5d.pdf>.
 6. POLÔNIO, M. L. T.; PERES, F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro, v. 25, n.8, p. 1653 – 66, 2009. Disponível em:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009000800002.
 7. PASSOS, A. L. P; NETO, D. P. C; LEMOS, I. Emprego de corantes, flavorizantes e adoçantes como agentes sensoriais. In: Aditivos em alimentos. Monte Carmelo, MG, Editora FUCAMP, 2013, cap. 4, p. 78 – 96. Disponível em:
<https://www.unifucamp.edu.br/wp-content/uploads/2019/06/editora-fucamp-livro-boscolli-3-2019.pdf>.
 8. CUNHA, F. G. Estudo da Extração Mecânica de Bixina das Sementes de Urucum em Leito de Jorro. 2008. 92p. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15111/1/Fabiano%20G.pdf>.
 9. FREITAS, I. V. Avaliação do consumo de corantes alimentares vermelhos por lactentes e crianças em idade pré-escolar. 2014. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos), Departamento de alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em:
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5219/1/CM_COEAL_2014_2_07.pdf.
 10. ZANELLA, W. C. Efeito da temperatura e do pH na estabilidade de corantes naturais utilizados em alimentos. 2014. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014. Disponível em:
https://www.unifalmg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2014_1/Wismar%20Zanella.pdf.
 11. TIVELLI, S. W. et. al. Boletim técnico. Beterraba: do plantio à comercialização. 2011. 45p. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210. Disponível em:
http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/bt_210.pdf.

12. SCHWARTZ, S. J. et al. Corantes. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de Alimentos de Fennema. 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. cap. 10, p. 677 – 748.
13. LOBO, F. A. T. F. Desidratação de polpa de manga da variedade Tommy Atkins por Foam Mat Drying, visando à retenção de compostos bioativos e à formulação de alimentos com apelo de funcionais. 2017. 158 p. Tese (Doutorado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/5610>.
14. FREITAS, R. C. P. Caracterização do processo de secagem em leito de espuma para obtenção de pó de manga ubá. 2016. 100 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10388/texto%20complete.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
15. IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4^a ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf
16. DANTAS, S. C. M. Desidratação de polpas de frutas pelo método foam mat. 2010. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15794/1/SuzianiCMD_DISSERT.pdf
17. ASTOLFI-FILHO, Z. et al. Encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: Cinética de cristalização e propriedades físicas. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 25(4), p. 795–801, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612005000400027&script=sci_abstract&tlng=pt.
18. PEREIRA, T. S. Estudo da secagem da clara de ovo em camada de espuma (foam mat drying). 2015. 95 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/832/TAMIRE S%20DOS%20SANTOS%20PEREIRA%20-%20DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20PPGSA%20PROFISSIONAL%202015..pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
19. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 45 de 03 de novembro de 2010. Regulamento Técnico sobre aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Diário Oficial da União, Brasília, 3 de novembro de 2010. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/rdc0045_03_11_2010.html
20. MLEKO, S.; KRISTINSSON, H. G.; GUSTAW, W. Rheological properties of foams generated from egg albumin after pH treatment. Food Science and Technology, [S.l.], v. 40, n.5, p. 908–914, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643806001265>.
21. CHAVES-MONTES, B. E.; CHPLIN, L.; SCHAER, E. Rheological characterization of wet food foams. Journal of Texture Studies. [S.l.], v. 38, p. 236–252, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2007.00096.x>

22. HUANG, A. S.; VON ELBE, J. H. Effect of pH on the degradation and regeneration of betanine. *Journal of Food Science*. Chicago, v. 52, n.6, p. 1689-93, 1987. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230531297_Effect_of_pH_on_the_Degradation_and_Regeneration_of_Betanine.
23. DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. F.; PAREDES-LÓPE, O. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins and Betalains – Characteristics, Biosynthesis, Processing and Stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. [S.l], v.40, n.3, p. 173 – 289, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408690091189257>.
24. AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. *International Journal of Food Science and Technology*. [S.l], v. 44, p. 2365 –2376, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>.
25. ARSLANOGLU, S. et al. Donor human milk for preterm infants: Current evidence and research directions. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. [S.l], v. 57, n. 4, p. 535–542, 2013. Disponível em: <https://insights.ovid.com/article/00005176-201310000-00026>
26. BASTOS, B. M et al. Avaliação da cinética de degradação térmica de betalaínas extraídas de *Beta vulgaris L.*, p. 3916–3923 . In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ 2014* [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0765-24116-172169.pdf>
27. PARK, K.J. et al. *Conceitos de processo de equipamentos de secagem*. Unicamp, Campinas, ed.1, 121p. 2007. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>.
28. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis, revogando a resolução – CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0272_22_09_2005.html
29. PIRES, F. C. S et al. Obtenção, caracterização e utilização de farinha de banana nanica (musa sp.) semi-madura na produção de um produto de base láctea. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.19, n.1, p.61–72, 2017. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev191/rev1919.pdf>
30. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 26 de 2 julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. *Diário Oficial da União*, 03 de julho de 2015. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2694583/RDC_26_2015_.pdf/boa1e89b-e23d-452f-b029-a7bea26a698c

Submissão: 21/06/2020

Aprovação: 12/02/2021