



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MESOCARPO DE MARACUJÁ AMARELO OSMOCONVECTIVO EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM

Physical and Chemical Characterization of the osmoconvective mesocarps in different temperatures

Fabrcia Santos Andrade¹, Pablícia Oliveira Galdino², Bruno Henrique da Silva Melo³, Myrian Stefany Gomes de Araújo⁴.

RESUMO

Tecnologias empregadas para o reaproveitamento de resíduos têm ocupado espaço no Brasil, que é um grande produtor agroindustrial. O mesocarpo, parte interna do maracujá que envolve a polpa agrega valor nutricional, e pode ser aproveitado por uma tecnologia de desidratação osmótica e secagem convectiva, produzindo uma espécie de fruta passa. Assim, o objetivo geral foi realizar caracterização físico química do mesocarpo de maracujá amarelo in natura e osmoconvectivo, por meio dos parâmetros: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água/sólidos totais, cinzas, ácido ascórbico, açúcares redutores e não redutores, açúcares totais, cor e atividade de água. As fatias do mesocarpo foram cortadas em de 2,5 x 1,5 cm branqueadas e em seguida, imersas em solução desidratante contendo 40, 50 e 60 °Brix de sacarose em água destilada. Estes recipientes para cada concentração foram levados à estufa com circulação de ar nas temperaturas 40, 50 e 60 °C por 1,5 hora, estabelecido por planejamento experimental fatorial $2^2 + 3$ pontos centrais, com variáveis independentes, temperatura (40 a 60 °C) e concentração da solução de sacarose (40 a 60 °Brix). As fatias osmodesidratadas foram submetidas à secagem convectiva nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, apresentando-se como melhor condição de preservação do ácido ascórbico, menor atividade de água e baixo teor de água, as fatias submetidas a temperatura de 60 °C. As fatias secas a 60 °C foram consideradas a melhor amostra, pela conservação de ácido ascórbico, atividade de água abaixo de 0,6 e baixo teor de água.

Palavras-chave: mesocarpo, caracterização físico-química, desidratação osmótica, secagem convectiva.

ABSTRACT

Technologies used for the reuse of waste have occupied space in Brazil, which is a major agro-industrial producer. The mesocarp, the internal part of the passion fruit that surrounds the pulp adds nutritional value, and can be used by osmotic dehydration and convective drying technology, producing a kind of raisin fruit. Thus, the general objective was to perform physical chemical characterization of the yellow passion fruit mesocarp in natura and osmoconvective, using the parameters: pH, total titratable acidity, total soluble solids (°Brix), water / total solids content, ash, ascorbic acid, reducing and non-reducing sugars, total sugars, color and water activity. The mesocarp slices were cut into 2.5 x 1.5 cm blanched and then immersed in a dehydrating solution containing 40, 50 and 60 °Brix of sucrose in distilled water. These containers for each concentration were taken to the oven with air circulation at temperatures 40, 50 and 60 °C for 1.5 hours, established by factorial planning $2^2 + 3$ central points, with independent variables, temperature (40 to 60 °C) and concentration of the sucrose solution (40 to 60 °Brix). The osmodhydrated slices were subjected to convective drying at temperatures of 50, 60 and 70 °C, presenting the best conditions for preservation of ascorbic acid, less water activity and low water content, the slices submitted to a temperature of 60 °C. The slices dried at 60 °C were considered the best sample, due to the conservation of ascorbic acid, water activity below 0.6 and low water content.

Key words: Mesocarp, passion fruit, physical chemical characterization, osmotic dehydration, convective drying.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021; aprovado em 05/06/2021

¹Graduanda em Química Industrial, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande; (83) 9 9907-7664, fabrcia.santos.andrade@hotmail.com

²Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, pabliciagaldino@servidor.uepb.edu.br

³Graduado em Química Industrial, Universidade Estadual da Paraíba, brunohenrique978@gmail.com

⁴Graduada em Química Industrial, Universidade Estadual da Paraíba, myrianstef@gmail.com

INTRODUÇÃO

Além de ser o maior produtor de maracujá do mundo, o Brasil também é o maior consumidor da fruta. Frutífero nativo da América Tropical, oferece uma variedade de cerca de 150 espécies, nas quais 70 são viáveis a comercialização, e duas apenas, utilizadas para consumo no país, o maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) e o maracujá roxo (*Passiflora edulis*). O que gera como consequência um acúmulo de matéria orgânica no ambiente. São produzidas no Brasil, 900 mil toneladas por ano, um total destinado para a fabricação de suco, gerando um passivo ambiental, de 600 mil toneladas de resíduos, cascas e sementes, que são desperdiçados, sem considerar o seu teor nutricional. O fruto do maracujá-amarelo (do gênero *Passiflora edulis f. flavicarpa*) possui alto valor nutritivo, como vitamina C, vitaminas do complexo B e sais minerais. Destinado em maior escala ao processamento de polpa e suco (STENZEL et al., 2019).

As propriedades benéficas do maracujá, não se limitam apenas a polpa, 60% do fruto é formado pela casca composta pelo epicarpo e mesocarpo, que são descartados formando resíduos através das indústrias, no entanto, o mesmo é rico em vitaminas, sais minerais e em pectina, espécie de fibra solúvel, essenciais para o funcionamento do organismo, logo, pode ser aproveitado de maneira a ser consumida trazendo benefício ambiental e na forma de alimento natural. Muito procuradas pelo seu conteúdo vitamínico, as frutas são importantes fontes de nutrientes como o ácido ascórbico, que além de apresentar propriedades que previnem doenças, atua como coenzima e agente antioxidante. O ácido ascórbico além de ser um poderoso agente antioxidante funciona como agente preservativo em alimentos evitando escurecimento e outras reações oxidativas (SILVA, 2015).

Dessa forma, torna-se importante a preservação dessas propriedades nutricionais nos alimentos após sua industrialização. Dentre os métodos industriais de conservação de alimentos, a secagem constitui-se em um dos métodos mais antigos de preservação. A secagem tem como objetivo promover a redução da atividade de água, proporcionando inibição do crescimento microbiano, diminuição da atividade enzimática, possibilitando o aumento da vida de prateleira dos alimentos (LOPES, 2013).

Esse processo baseia-se na remoção da água presente no alimento, no entanto, em determinados alimentos como frutas, também acontece a degradação de nutrientes, como o ácido ascórbico. Sendo assim, o mesocarpo pode ser seco e submetido e outros processos, possibilitando adaptações para o consumo, de maneira que seus nutrientes naturais sejam conservados e mantidos.

A utilização do albedo no pós-colheita pode ser uma alternativa de aproveitamento, por meio da elaboração de um produto desidratado e com sabor conferido por adição da própria polpa do maracujá, onde um pré-tratamento osmótico de solução de sacarose acrescido com 30% de polpa de maracujá, diminuem a perda de nutrientes voláteis e sensíveis durante a secagem, resultando também na obtenção de uma textura mais próxima do produto fresco, logo, tal combinação, contribui na qualidade do produto.

“As principais vantagens da aplicação do processo de desidratação osmótica em frutas são a melhoria da qualidade do produto final e a economia de energia, podendo ser considerado um método capaz de obter um produto mais estável a deterioração mediante a redução de sua umidade, sem mudança de fase durante o processo.” (ORIENTE et al., 2016, p. 1)

Apesar do processo de desidratação osmótica alcançar significativa perda de água e redução da atividade de água no alimento, este processo sozinho não alcança o nível desejado de conservação do alimento. Então, se faz necessária posteriormente a utilização de um processo de secagem para alcançar os níveis desejados. A secagem apresenta-se como alternativa para obtenção de um alimento funcional, com boa estabilidade microbiológica e menor deterioração em relação ao produto *in natura*, aumentando o tempo de conservação e vida útil, além de facilitar o armazenamento e transporte. A combinação desses processos tem como propósito, maximizar a perda de água do alimento (RIBEIRO, 2013). O processo de secagem, além de ser utilizado como método de conservação reduzindo a deterioração e perdas do valor comercial, resulta ainda em uma transformação do produto, agregando valor e dando origem a uma nova opção no mercado (FILHO, 2016).

As vantagens da secagem de alimentos são várias, entre as quais, temos uma melhor conservação do produto e redução do seu peso. Além de que por muitas vezes a secagem é mais econômica que outros processos de conservação. (JERÔNIMO, 2013).

Desse modo, o objetivo geral foi realizar caracterização físico química do mesocarpo de maracujá amarelo *in natura*, desidratado osmoticamente e osmoconvectivo, por meio dos parâmetros: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água/sólidos totais, cinzas, ácido ascórbico, açúcares redutores e não redutores, açúcares totais, cor e atividade de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos do maracujá foram previamente selecionados lavados em água corrente e sanitizados para retirar as sujidades presentes. Após isso, foram descascados e retirados à polpa, restando o mesocarpo do maracujá, esse resíduo foi cortado em fatias de 2,5 x 1,5 cm que foram submetidas ao processo de branqueamento, que consistiu na imersão das fatias em água em ebulição por cerca de 5 minutos, com o propósito de inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento e remoção do ar no interior do alimento. Após esta etapa as fatias foram dispostas em peneiras plásticas para escorrer o excesso de água presente.

Para a desidratação osmótica, as fatias foram imersas em soluções desidratantes contendo 40, 50 e 60 °Brix de sacarose em água destilada, sendo 30% da polpa do maracujá, para incorporação do sabor das amostras. Estes recipientes para cada concentração foram levados à estufa de bandeja com circulação de ar nas temperaturas 40, 50 e 60 °C por 1,5 hora, estabelecido em cada ensaio do planejamento experimental fatorial.

Para o estudo do efeito das duas variáveis independentes (concentração de sacarose e temperatura) foram realizadas na desidratação osmótica do mesocarpo do maracujá, um planejamento fatorial $2^2 + 3$ repetições do ponto central, totalizando 7 ensaios. O planejamento experimental fatorial utilizado nesta etapa teve como objetivo, otimizar o processo de desidratação osmótica e avaliar a influência das variáveis de entrada (concentração de sacarose e temperatura) sobre as variáveis de resposta (perda de massa, perda de água e ganho de sólidos).

As fatias osmodesidratadas de mesocarpo de maracujá na melhor condição de temperatura e concentração de sacarose foram secadas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C em estufa de bandeja com circulação de ar.

O esquema de pesagem inicial foi de cinco em cinco minutos seguidos de intervalos de 15 e 30 minutos até o

final do processo, quando atingir o teor de água abaixo de 12% b.u.

A caracterização físico-química foi realizada no produto in natura, desidratado osmoticamente e osmoconvectivo em que foram realizadas as mesmas análises em todos os produtos mediante os parâmetros físico-químicos: teor de água, sólidos totais, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), cinzas, segundo a metodologia descrita por IAL (2008). O pH foi determinado pelo método potenciométrico. O teor de ácido ascórbico foi determinado pela metodologia descrita por BENASSI e ANTUNES (1998). Os açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores foram determinados pela metodologia descrita por Miler (1959). A cor foi determinada pela leitura direta em colorímetro. A atividade de água foi determinada diretamente em equipamento Aqualab, todas as determinações serão realizadas em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a caracterização físico-química das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo in natura e desidratado osmoticamente na condição otimizada de desidratação.

Tabela 1. Caracterização físico-química das fatias in natura e osmodesidratadas do mesocarpo do maracujá amarelo

Parâmetros	Médias e Desvio Padrão	
	In natura	Desidratado osmoticamente
pH	6,0 ± 0,01	3,9 ± 0,006
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	2,8 ± 0,00	19,0 ± 0,00
Teor de Água (%b.u)	93,9 ± 0,12	58,5 ± 1,21
Sólidos Totais (%)	6,2 ± 0,12	41,5 ± 1,21
Atividade de Água	0,993 ± 0,003	0,96 ± 0,001
Cinzas (%)	0,34 ± 0,033	0,35 ± 0,034
Açúcares Redutores (g/100g)	0,25 ± 0,0025	2,00 ± 0,023
Açúcares Não Redutores (g/100g)	0,09 ± 0,021	3,8 ± 0,21
Açúcares Totais (g/100g)	0,34 ± 0,02	5,8 ± 0,18
Ácido Ascórbico (mg/100g)	13,3 ± 0,52	3,9 ± 0,5
Acidez Total Titulável (% A.C.)	0,063 ± 0,0015	0,13 ± 0,0008
Luminosidade (L*)	60,3 ± 0,06	55,2 ± 0,023
Intensidade de Vermelho (+a*)	3,6 ± 0,04	0,59 ± 0,02
Intensidade de Amarelo (+b*)	20,5 ± 0,026	25,5 ± 0,12

** Significativo pelo teste t (p=0,01).

O valor do pH das amostras utilizadas apresentou característica neutra, no entanto, de acordo com Santos

(2018) que obteve resultado semelhante, com pH 6,2 para a batata yacon in natura, o mesocarpo do maracujá amarelo

pode ser considerado com acidez média, uma vez que um pH no intervalo de 0 até 6,9 indica acidez. O valor médio de sólidos solúveis totais foi 2,8 °Brix sendo inferior ao valor estudado pelo mesmo autor. No tocante a desidratação osmótica, houve considerável aumento no teor de sólidos solúveis totais, fato também observado por Faria (2012) na desidratação osmótica do abacate. Considerando o fato do teor de sólidos solúveis indicar a quantidade de açúcares existente, torna-se compatível esse aumento de sólidos solúveis, uma vez comparada a perda significativa no teor de água.

Observa-se como o teor de acidez aumentou, em relação à amostra in natura com pH de 6,0, esse fato se deve ao incremento da polpa do maracujá na solução osmótica, essa por sua vez, mais ácida que o mesocarpo. Campos et al. (2013), avaliando frutos de maracujá amarelo em Macapá, obteve pH médio de 3,1 para a polpa do fruto.

O teor de água encontrado foi bastante elevado, caracterizando o mesocarpo do maracujá como um produto perecível. O valor obtido foi maior que o encontrado por Santos (2013), de 90,5% também no mesocarpo do maracujá amarelo. Em relação aos teores de água e sólidos totais das fatias do maracujá osmodesidratadas, os valores determinados de 58,5% b.u. e 41,5, foi inferior e superior, respectivamente, aos teores do produto in natura, fato esperado, já que a desidratação osmótica consiste na saída de água e entrada de solutos para a amostra.

A atividade de água apresentou um alto valor, estando de acordo com o teor de água analisado, o qual, como citado acima. A atividade de água média de 0,96 indica que as fatias do mesocarpo do maracujá desidratadas osmoticamente estão classificadas como alimento com alto teor de água, sendo assim, um produto que sofre facilmente contaminação microbiológica. As médias obtidas para a casca da batata baroa por Cirne et al. (2018) para o teor de água foi de 75,6% e atividade de água de 0,95. Constatando que as cascas são altamente perecíveis em condições de temperatura ambiente, necessitando de formas de aproveitamento para prolongar a vida útil.

O teor de cinzas foi de 0,34% do produto in natura, visto que a determinação deste fornece apenas uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais. Resultado pouco abaixo do encontrado por Lima et al. (2018) na caracterização físico-química do resíduo de caju in natura, o qual obteve 0,43% de teor de cinzas. As cinzas das fatias do mesocarpo do maracujá apresentaram valor médio de 0,35%. Valor concordante aos encontrados por Paglarini et al. (2015), avaliando o efeito das condições de desidratação osmótica na qualidade de passas de araçá-pêra, obtendo valores entre 0,24 e 0,48%.

A análise de acidez total titulável, a qual mostra a presença de ácidos orgânicos em alimentos, sendo o ácido cítrico o maior constituinte nas frutas, indicou que a amostra in natura apresentava 0,063, valor ínfimo quando em relação a Campos et al. (2013), o qual informa que para fins de processamento industrial a acidez deve estar entre 3,2 e 4,5%. No entanto, houve concordância se comparado ao estudo Moura et al. (2017), o qual obteve 0,08% de acidez na caracterização do albedo de maracujá in natura. Em relação ao produto desidratado, houve um pequeno aumento na acidez, quando comprados ao mesocarpo do maracujá in natura. Este aumento de acordo com Guimarães et al. (2014)

pode ser devido à redução de água resultante do processo de desidratação, que por consequência aumenta a concentração de açúcares ácidos e sais.

Os valores para luminosidade (L^*), intensidade do vermelho ($+a^*$) e amarelo ($+b^*$) foram, respectivamente, 60,3, 3,6 e 20,5, os quais apresentaram-se de maneira considerável, em função das características físicas da amostra, a qual tem sua cor visualmente variando do branco para o amarelo. Estes resultados estão inseridos, de modo notável, na faixa de trabalho citada por (Hunter Lab, 2012) e (Silva, 2015) que compreende a variação de (L^*) entre zero (preto) e 100 (branco) e de ($+a^*$) e ($+b^*$), normalmente, entre -60 e 60. Para o parâmetro de cor das fatias do mesocarpo do maracujá osmodesidratadas foram determinados os atributos de luminosidade (L^*) com valor médio de 55,23, intensidade de vermelho ($+a^*$) com valor médio de 0,59 e intensidade de amarelo ($+b^*$) com valor médio de 25,5.

A concentração de açúcares redutores e de açúcares totais resultaram em, respectivamente, 0,250g e 0,341g, diante deste percebe-se a baixa presença deste no mesocarpo in natura. Os teores de açúcares redutores, não-redutores e totais do produto osmodesidratado foram de 2,00g de glicose/100g de amostra, 3,78g de sacarose/100g de amostra e 5,78g de glicose/100g de amostra, respectivamente, observa-se aumento considerável em relação ao produto in natura, devido ao ganho de sólidos no processo osmótico, resultado relevante quando comparado a Faria (2012), em que manifestou aumento dos açúcares redutores entre as amostras do equilíbrio, porém esse valor não foi superior ao de açúcares totais, explicado pela impregnação da sacarose no material.

O teor de ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C, apresentado em 100g da amostra em questão resultou em 13,30g. O teor de ácido ascórbico foi de 3,94 mg AA/100g na amostra, decresceu consideravelmente em relação à amostra in natura, já que a vitamina C é sensível à temperatura de branqueamento. O resultado foi inferior ao apresentado por Paglarini et al. (2015), para uma amostra de araçá-pêra desidratada osmoticamente a 50 °C 40 °Brix por 6 horas, apresentando valor de 4,96 mg AA/100g de amostra. Mendes et al (2013) também notou diminuição no teor de ácido ascórbico em relação ao produto in natura, com tudo, para as amostras tratadas osmoticamente, a perda de ácido ascórbico é menor, uma vez que a sacarose oferece uma camada protetora, preservando e impedindo a perda de propriedades nutricionais.

De acordo com o planejamento experimental fatorial 2^2 utilizando o programa Statistica, verificou-se que os principais fatores que influenciam a desidratação osmótica do mesocarpo do maracujá foram à temperatura e a concentração da solução osmótica. O aumento desses fatores favoreceu a perda de massa e a perda de água e ganho de sólidos. Constata-se que a temperatura foi o fator que mais influenciou na resposta estudada no que se refere a perda de massa, fato que difere do estudo de Pessoa et al, 2016, observando menor influência da temperatura elevada transferência de massa decorrente da concentração de sacarose e do tempo de imersão na solução na cinética de desidratação osmótica e caracterização físico-química da goiaba paluma.

Constata-se que os valores de perda de água variaram entre 26,7% e 57,2%. O maior valor foi encontrado no ensaio 4, o qual apresenta maior temperatura e maior concentração de sacarose e o menor valor foi resultante do ensaio 1, onde utilizou os menores valores das variáveis independentes, assim como o fator de perda de massa, os quais apresentaram valores entre 25,3% e 42,3%,

tais situações eram esperadas, pois o aumento da temperatura provoca um decréscimo na viscosidade da solução osmótica (LUCHESE, 2013), logo percebe-se, que à medida que a temperatura e a concentração de sacarose aumentam, a perda de água e perda de massa também aumentam.

Tabela 2. Respostas dos experimentos da desidratação osmótica em função da concentração de sacarose e temperatura.

Ensaio	Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes		
	Conc. de Sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	P.A. (%)	P.M. (%)	G.S.(%)
1	-1 (40)	-1 (40)	26,7	25,3	1,4
2	+1 (60)	-1 (40)	50,4	38,00	12,4
3	-1 (40)	+1 (60)	49,4	39,4	10,00
4	+1 (60)	+1 (60)	57,2	42,3	14,9
5	0 (50)	0 (50)	48,6	40,00	8,7
6	0 (50)	0 (50)	48,6	39,4	9,2
7	0 (50)	0 (50)	46,6	38,6	8,0

P.A.: Perda de água; P.M.: Perda de massa; G.S.: Ganho de sólidos.

No caso do ganho de sólidos, este apresentou maiores valores, como se pode observar na Tabela, nos ensaios que apontam as maiores concentrações de sacarose, 2 e 4, porém, salienta-se que houve alta concentração deste fator no ensaio 3, mesmo a concentração de sacarose sendo a menor do planejamento, neste a temperatura era a maior, logo isto veio a influenciar consideravelmente.

A variável concentração de sacarose apresentou valor superior, quando comparado com a variável temperatura, logo foi a variável que mais influenciou no ganho de sólidos das fatias do mesocarpo do maracujá, apresentando efeito positivo, isto é, quanto maior a concentração de sacarose na solução osmótica, maior o ganho de sólidos das amostras. O mesmo foi constatado por Galdino (2012) ao avaliar o processo de desidratação osmótica em fatias de manga cv. Espada para diferentes concentrações de sacarose da solução osmótica, temperatura e espessura das fatias e concluiu que a concentração de sacarose foi a variável que mais influenciou no ganho de sólidos.

A geometria de placas planas das fatias contribuiu para facilitar a incorporação de sólidos no início do processo devido à maior área de contato da fruta com a solução desidratante. Aragão et al. 2017, também verifica influência do tamanho das amostras no tocante a perda de água, ressaltando que tamanho menores podem levar a uma maior perda de água. Durante os ensaios realizados pode-se perceber que a partir de 60 minutos do processo de desidratação osmótica ocorreu grande diminuição do teor de água, como também, uma incorporação de solutos. Além da influência do tamanho das amostras, Aragão et al. 2017 também revelou parecer positivo do tempo de imersão sobre

as respostas de teor de água. Castro et al, 2018 afirma que a intensa perda de água durante as primeiras horas de desidratação osmótica tem como responsável a grande força motriz no início do processo, uma vez que com a troca entre o produto e o meio osmótico, a força motriz diminui, provocando consequente diminuição na taxa de remoção de água do produto, até atingir o equilíbrio.

Com base no resultado do planejamento experimental fatorial, em relação às respostas perda de água (a), perda de massa (b) e ganho de sólidos (c) pode-se definir a melhor condição de processo: concentração alta da solução osmótica (60 °Brix), temperatura de processo alta (60 °C). A condição otimizada de desidratação osmótica foi encontrada para a fatias com concentração de sacarose de 60 °Brix e temperatura de 60 °C.

Observando-se a Tabela 3, nota-se que os valores experimentais encontrados na caracterização físico-química das fatias osmoconvectiva do mesocarpo do maracujá sofreram alterações com a temperatura de secagem, quando comparados aos valores experimentais exibidos pela caracterização físico-química das fatias osmodesidratadas (Tabela 1).

Os parâmetros de sólidos solúveis totais e sólidos totais aumentaram com o aumento da temperatura, o que já era esperado devido ao aumento da evaporação de água livre com o aquecimento, bem como, a maior concentração da matéria seca e da doçura nas amostras. Silva et al. 2016 ressaltam a perda de água mais rápida em altas temperaturas, principalmente no início do processo de secagem.

Os valores médios de pH encontrados na Tabela 3 variaram entre 3,9 a 4,2; e apresentaram pequenas diferenças significativas entre os experimentos. Os valores

encontrados foram semelhantes se comparados ao obtido por Alcântara et al. (2013) na caracterização físico-química do pendúculo de caju seco, com pH 3,77. Estes valores de pH estão próximos a 4,5 (valor que delimita o crescimento de microrganismos em pós alimentícios).

A concentração de sólidos solúveis totais e sólidos totais também diferiram estatisticamente, mostrando-se como parâmetros significativos, ambas, à medida que a temperatura de secagem aumentou, exibiram maiores

Tabela 3. Caracterização físico-química das fatias osmoconvectiva do mesocarpo do maracujá secas em diferentes temperaturas.

valores nas fatias do mesocarpo, devido a maior incorporação de sacarose, assim como mostrou Galdino (2012) na secagem das fatias de manga, estas Castro et al. (2018) também ressaltam a influência da temperatura de processo e concentração de sacarose, bem como a interação entre as mesmas sobre a incorporação de sacarose na desidratação osmótica.

Parâmetros	Médias		
	50 °C	60 °C	70 °C
pH	4,00 b	4,2 a	3,9 c
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	64,5 c	66,6 b	68,4 a
Teor de Água (%b.u)	16,76 a	11,9 b	8,8 c
Sólidos Totais (%)	83,2 c	88,2 b	91,5 a
Atividade de Água	0,69 a	0,52 b	0,48 c
Cinzas (%)	0,68 a	0,66 a	0,67 a
Açúcares Redutores (g/100g)	5,42 c	7,54 b	12,4 a
Açúcares Não Redutores (g/100g)	77,6 a	78,6 a	77,4 a
Açúcares Totais (g/100g)	83,01 c	86,2 b	89,8 a
Ácido Ascórbico (mg/100g)	13,04 a	10,3 b	6,12 c
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	0,80 a	0,72 a	0,72 a
Luminosidade (L*)	76,8 a	75,9 b	73,3 c
Intensidade de Vermelho (+a*)	1,06 c	2,8 b	4,6 a
Intensidade de Amarelo (+b*)	19,2 c	20,2 b	27,3 a

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A concentração de sólidos solúveis totais e sólidos totais também diferiram estatisticamente, mostrando-se como parâmetros significativos, ambas, à medida que a temperatura de secagem aumentou, exibiram maiores valores nas fatias do mesocarpo, devido a maior incorporação de sacarose, assim como mostrou Galdino (2012) na secagem das fatias de manga, estas Castro et al. (2018) também ressaltam a influência da temperatura de processo e concentração de sacarose, bem como a interação entre as mesmas sobre a incorporação de sacarose na desidratação osmótica.

O teor de cinzas permaneceu inalterado no processo de secagem nas fatias osmodesidratadas e secas, mostrando estatisticamente iguais entre os tratamentos, pois material mineral não sofre alteração com a presença de calor.

O parâmetro de atividade e teor de água diminuíram com aumento da temperatura em relação à

amostra desidratada osmoticamente e estes diferiram estatisticamente entre si, fato também apresentado por Azevêdo (2015) na secagem do resíduo de camu-camu desidratado por secagem convectiva a 50 e 80°C, com as amostras da temperatura de 80°C apresentando menor valor de atividade de água. O aumento da temperatura acelerara a perda de água. Especialmente, para temperaturas mais elevadas, superiores a 50°C, houve aumento da perda de água, com redução do tempo necessário para atingir as concentrações de equilíbrio (CASTRO, 2015).

Os açúcares redutores, não redutores e totais das amostras secas aumentaram consideravelmente em comparação com as fatias desidratadas, reiterando o fato, já citado anteriormente, que com a ascendência da temperatura a viscosidade da solução de sacarose aumenta e isto causa penetração desta nas fatias, elevando assim os teores de açúcares redutores e totais nas três temperaturas, diferiram estatisticamente, ao contrário dos açúcares não redutores, os

quais se mantiveram inalterados nas temperaturas estudadas. Esse aumento do teor de açúcares é favorável no tocante ao processo de escurecimento das fatias, assim como a mudança na coloração. “As mudanças de coloração (valor L) podem ser explicadas pela absorção de açúcares durante a osmose e a concentração desta durante a secagem, bem como pelo efeito da temperatura, que favorece processos de escurecimento, evitados em parte pela adição de açúcar e de ingredientes conservadores.” (ALVES et al., 2018, p. 159)

A acidez total titulável e o ácido ascórbico diminuíram com o aumento da temperatura, porém os valores da concentração de ácido ascórbico se mantiveram estatisticamente divergentes, ao contrário da acidez, a qual se manteve constante nas temperaturas de estudo, conforme Mendes et al. (2013), a acidez da amostra de laranja in natura seca diminui relacionando com amostra desidratada osmoticamente e seca e nos estudos de Lima et al. (2013) ao caracterizar a farinha produzida com resíduos de caju, para um mesmo tempo, ao se elevar a temperatura a concentração de vitamina C diminui.

Analisando a cor das fatias do mesocarpo do maracujá, confrontando com a amostra da desidratação osmótica, a elevação da temperatura proporcionou alta luminosidade e intensidade do vermelho e do amarelo, respectivamente (+a*) e (+b*), nas fatias, entretanto, na cinética de secagem a luminosidade permaneceu maior na menor temperatura e (+a*) e (+b*) se intensificaram com a maior. Analisando a cor das fatias do mesocarpo do maracujá, confrontando com a amostra da desidratação

osmótica, a elevação da temperatura proporcionou alta luminosidade e intensidade do vermelho e do amarelo, respectivamente (+a*) e (+b*), nas fatias, entretanto, na cinética de secagem a luminosidade permaneceu maior na menor temperatura e (+a*) e (+b*) se intensificaram com a maior intensidade do calor nas amostras, isso quer dizer que a coloração vermelha e amarela acentuou com a incorporação de 30% da polpa as amostras juntamente com a absorção do calor, todos estes parâmetros diferiram estatisticamente. Da mesma maneira obteve-se Azevêdo (2015) com as amostras de camu-camu desidratadas por secagem convectiva, nas temperaturas de 50 e 80°C, na menor temperatura a luminosidade foi maior, e (+a*) e (+b*) cresceram com a elevação da temperatura.

CONCLUSÃO

De acordo com o planejamento experimental fatorial para o processo de desidratação osmótica das fatias do mesocarpo do maracujá definiu-se como melhor condição de processo a concentração de 60°Brix e temperatura de 60°C.

As temperaturas de 60 e 70°C apresentaram menores tempos de secagem, contudo as amostras secas a 60°C obtiveram menores perdas de ácido ascórbico quando comparadas com as amostras secas na temperatura de 70°C, além de terem apresentado teor de teor de água abaixo de 12% e atividade de água menor que 0,6 podendo estas ser submetidas a um armazenamento seguro.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; **Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n. Especial, p.473-478, 2012.

ALVES V.; LUZ, F., do R.; SCHWARZ, K.; VIERIRA, R. L. D.; BENNEMANN, G. D.; RESENDE, J. T. V.; **Aceitabilidade sensorial e características físico-químicas de morangos desidratados com diferentes tratamentos.** Demetra: Alimentação, Nutrição e Saúde. Aritgo de Tema Livre, 2018.

AMADEU, L, T, S.; FEITOSA, R. M.; SILVA, R. C.; OLIVEIRA, E. N. A.; ARAÚJO, K. T. A.; **Características Física e Físico-química da Casca da batata baroa.** Luiza Eugênia da Mota Rocha, FRANCISCO Paulo Roberto Megna, RACHED, Soahd Arruda. Gestão Integrada de Resíduos: Universidade de Comunidade. v3. Biblioteca Central da UFCG. – Campina Grande, 2018. p 114 -117.

AZEVÊDO, J. C. S. **Características bioativas, funcionais e efeito protetor do resíduo desidratado de camu-camu (*Myrciaria dubla* H.B.K. (McVaugh)) sobre doenças degenerativas utilizando modelos *in vivo* *C. elegans*.** 147f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 4. ed. Instituto Adolfo Lutz. Brasília: Ministério da Saúde, 1018 p. 2008.

CAMPOS, V. B.; FOGAÇA, T. S.; ALMEIDA, W.L.; BARBOSA, J. A.; OLIVEIRA, R.T.; GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, L.F. Caracterização física e química de frutos de maracujá amarelo comercializados em Macapá, Amapá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.1, p.27-33, 2013.

Castro, D. S. de; Silva, W. P. da; Gomes, J. P.; Aires, J. E. F.; Aires, K. L. C. de A. F.; Junior, A. F. da S. **Desenvolvimento e avaliação sensorial de goiaba-passa desidratada osmoticamente.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 21, e 2016013, 2018.

CASTRO, Sérgio de Sousa. **Desidratação Osmótica de Frutas: Estudo do Processo e Desenvolvimento de um Sistema Piloto para o Pré-Processamento de Jaca (*Artocarpus Integrifolia* L.) e Cupuaçú (*Theobroma Grandiflorum*).** Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2015.

- FARIA, Flaviana Andrade. **Propriedades físico-químicas de abacate submetido à secagem convectiva e desidratação osmótica** – São João do Rio Preto-MG: Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pósgraduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Campus de São José do Rio Preto.
- FILHO, E. D. S.; ALVES, G. S. A.; DUARTE, M. T. L.; MADUREIRA, I. A.; Modelagem **matemática para descrição da cinética de secagem da polpa da manga cv. Espada**. Grupo de Pesquisa em Ciências Agrárias e Tecnologia de Alimentos, Campus de Campina Grande - Campina Grande – PB, 2016.
- GALDINO, P. O. **Processos combinados desidratação osmótica e secagem convectiva para elaboração de passa manga cv. Espada**. Campina Grande, PB: UFCG, 2012. 287f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, 2012.
- Guimarães AG, Oliveira CM, Vieira G, Pinto NAVD. **Qualidade físicas e químicas de morango passa em diferentes embalagens**. Engenharia na Agricultura. Revista Engenharia na Agricultura – REVENG, Viçosa – MG, N.4, JULHO / AGOSTO 2014.
- HUNTER LAB, INSIGHT ON COLOR, HUNTER L, a, b COLOR SCALE, **Hunter Associates Laboratory Inc.**, Virginia, v. 8, n. 9, 2012.
- JERÔNIMO, C. H. de M.; **Desidratação De rodela de cenoura: Avaliação dos pré-tratamentos na cinética de seceagem e na qualidade do material produzido**. *Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL)*, v. 8, n. 5, p. 09 - 17, dezembro, 2013
- LIMA, W.A.; CONSTANT, P. B. L.; SANTOS, J. A. B.; CARNLELOSSI, A. G. **Caracterização e armazenamento de farinhas obtidas a partir do resíduo de caju (*Anacardium occidentale L.*)**. Revista GEINTEC, Sergipe, v. 3, n. 4, p. 109-120, 2013.
- LOPES, Francemir José. **Estudo do Fenômeno de Encolhimento na Secagem Convectiva de Abacaxi com Aplicação de Micro-Ondas**. Campo dos Goytacazes- RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2013.
- MENDES, G. R. L.; FREITAS, C. H.; SCAGLIONI, P. T.; SCHMIDT, C. G.; FURLONG, E. B. **Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1210–1216, 2013.
- MOURA, G. C.; SOUZA, R. L. A.; OLIVEIRA, E. N. A.; **Elaboração e Caracterização físico-química e sensorial de casca de melão e albedo de maracujá cristalizados**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Pau dos Ferros – (IFRN) - Pau dos Ferros – RN – Brasil.
- PAGLARINI, C. S.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; ZELA, S. P.; LEITE, A. L. M. P.; FURTADO, G. F. **Efeito das condições de desidratação osmótica na qualidade de passas de araçá-pêra**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Paraná, v. 9, n. 2: p. 1945-1961, 2015.
- PESSOA, T.; SILVA, D. R. S.; GURJÃO, F. F.; MIRANDA, D. S. A.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. M. R.; **Cinética de desidratação osmótica e características físico-químicas de goiaba e paluma**. Tecnologia e Ciência Agropecuária. João Pessoa, 2016.
- SANTOS, D. A. M. **Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (*curcubitamaxima*) e albedo de maracujá amarelo (*passiflora edulis flavicarpa*)**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SANTOS, D. M.: **Desidratação Osmótica de Batata Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Utilizando Diferentes Edulcorantes**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia de Alimentos. Universidade Federal da Fronteira do Sul. Laranjeira do Sul, 2018.
- STENZEL, N. M. C.; AULER, P. A. M.; MOLINA, R. de O.; SOARES JÚNIOR, D. **Cultivo do maracujá amarelo em áreas com ocorrência do vírus do endurecimento dos frutos**. Embrapa Agroindústria Tropical; Embrapa Amapá; Embrapa Amazônia Ocidental; Embrapa Amazônia Oriental; Embrapa Meio-Norte. Londrina: IAPAR, 2019.
- LIMA, A. R. C.; SILVA, R. M. SANTOS, F. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. de M. **Elaboração e caracterização físico-química de farinha do resíduo de caju**. In: CIRNE, Luiza Eugênia da Mota Rocha, FRANCISCO Paulo Roberto Megna, RACHED, Soahd Arruda. Gestão Integrada de Resíduos: Universidade de Comunidade. v3. Biblioteca Central da UFCG. – Campina Grande, 2018. p 177-180.