

Secagem da polpa de goiaba (*Psidium guajava*) da variedade Pedro Sato pelo método foam mat drying para aplicação em alimentos

*Foam mat drying of guava (*Psidium guajava*) pulp from the Pedro Sato variety for food application*

Raisa Pacheco Sousa¹, Francine Albernaz Teixeira Fonseca Lobo¹, Letícia Telles Pereira Montes², Kátia Gomes de Lima Araújo¹

¹ Universidade Federal Fluminense

² Universidade Estácio de Sá

Endereço para correspondência: Francine Albernaz Teixeira Fonseca Lobo - francinealbernazlobo@gmail.com

Palavras-chave

Goiaba
Foam mat drying
Lecitina de soja
Carboximetilcelulose

A goiaba (*psidium guajava*) é uma fonte de vitamina C, licopeno, β -caroteno e fenóis, os quais têm propriedades antioxidantes. Porém, devido a sua alta perecibilidade uma grande parcela da goiaba colhida é perdida antes de chegar ao consumidor. Por isso, alguns métodos de preservação precisam ser utilizados, e o método de desidratação por *foam mat drying* possui grande potencial para preservação desta fruta. O processo de secagem por *foam mat drying* para a polpa de goiaba foi avaliado variando diferentes concentrações de lecitina de soja e carboximetilcelulose como agentes estabilizadores de espuma na temperatura de secagem de 80°C. As análises de caracterização assim como os parâmetros de cor foram avaliados na polpa de goiaba desidratada em todos os ensaios de secagem, no intuito de verificar a melhor condição de processo. A análise estatística indicou diferença significativa ($p < 0,05$) para o conteúdo de vitamina C, fenóis totais e capacidade antioxidante pela influência da concentração de carboximetilcelulose e lecitina de soja. No entanto, houve aumento significativo para a capacidade antioxidante e fenóis totais na polpa de goiaba desidratada em todas as condições avaliadas em comparação com a polpa *in natura*. E a condição de secagem com a concentração de 0,15g/100g de carboximetilcelulose e 0,15g de lecitina de soja/100g apresentou menor tempo de secagem e concomitantemente, maiores valores para fenóis totais, capacidade antioxidante e melhor retenção da vitamina C em comparação com as outras condições de secagem avaliadas.

Keywords

Guava
Foam mat drying
Soy lecithin
Carboxymethylcellulose

*Guava (*Psidium guajava*) is a source of vitamin C, lycopene, β -carotene and phenols, which have antioxidant properties. However, due to its high perishability, a large portion of guava harvested is lost before reaching the consumer. Therefore, some methods of preservation need to be used, and the method of foam mat drying has great potential for preservation of this fruit. Foam mat drying method for guava pulp was evaluated by varying used the foam mat drying method for guava pulp was evaluated by varying different concentrations of soybean lecithin and carboxymethylcellulose as foam stabilizers at the drying temperature of 80°C. The physicochemical analysis as well as color parameters were evaluated in the guava pulp in all drying tests, in order to verify the best drying condition. The statistical analysis indicated a significant difference ($p < 0,05$) for the vitamin C content, total phenols and antioxidant capacity due to the influence of the carboxymethylcellulose and soy lecithin concentration. However, there was a significant increase in antioxidant capacity and total phenols in the dehydrated guava pulp at all evaluated conditions compared to *in natura* pulp. The drying condition with a concentration of 0.15g/100g carboxymethylcellulose and 0.15g soy lecithin/100g presented lower drying time and, concurrently, higher values for total phenols, antioxidant capacity and better retention of vitamin C in comparison with the other drying conditions evaluated.*

INTRODUÇÃO

Existem dois tipos mais comuns de goiaba (*psidium guajava*), a vermelha e a branca, sendo a vermelha mais

nutritiva. Possuem quantidade regular de ácidos, açúcares, pectinas e seus principais constituintes bioativos são taninos, flavonoides, óleos essenciais, álcoois sesquiterpenóides e ácidos triterpenóides¹. Estes compostos são potentes

antioxidantes e têm sido associado à potencialização de efeitos promotores da saúde humana². Por isso, a inserção destas frutas é de grande importância para a dieta humana.

Devido ao seu alto valor nutritivo e pela excelente aceitação para o consumo na forma *in natura*, a indústria tem investido no consumo da goiaba na forma de polpa, sucos e produtos derivados. Entretanto, devido a sua perecibilidade fazem-se necessários a rápida comercialização e/ou processamento pós-colheita³. Por este motivo, métodos de conservação, como a secagem, são de grande relevância para minimizar este problema.

Foam mat drying é um processo no qual um material líquido ou semilíquido é convertido em uma espuma estável através da incorporação de um volume de ar ou outro gás inerte que posteriormente é seca em ar aquecido⁴. Dentre as vantagens deste método destacam-se o uso de baixas temperaturas de desidratação e o pequeno tempo de secagem, devido à maior área de superfície exposta ao ar e à velocidade de secagem, acelerando o processo de remoção de água e a obtenção de um produto poroso e de fácil reidratação. Esta técnica tem recebido atenção pela sua habilidade em processar alimentos sensíveis ao calor, como os sucos de frutas, com a preservação de substâncias altamente voláteis⁵. Com isso o método de desidratação é uma alternativa promissora para obtenção de polpa de goiaba em pó, pois possibilita a retenção de componentes nutricionais presentes na fruta⁶.

Assim, é relevante estudar o processo de desidratação por *foam mat drying* associado à mínima adição de aditivos, com o intuito de garantir a conservação de frutas *in natura* e minimizar perdas por perecibilidade, permitindo a maior retenção possível dos compostos bioativos. A goiaba apresenta alto teor de vitamina C, compostos fenólicos e carotenoides, sendo rica em potentes antioxidantes que podem ser incorporados em formulações alimentícias, com o objetivo de trazer benefícios a saúde.

MÉTODO

Processamento para obtenção da polpa de goiaba

As goiabas da variedade Pedro Sato no estágio de maturação para comercialização foram higienizadas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, descascadas e as sementes foram separadas da polpa. Foram adicionados 225ml de água para cada 925 g de polpa sem as sementes já previamente retiradas. Em seguida a polpa foi peneirada com abertura de 1,5 mm. Após isto, as polpas foram batidas em liquidificador industrial (Metvisa®) para completa homogeneização. Posteriormente, a polpa foi acondicionada em garrafas de plástico PTFE com adição de

200 ppm de metabissulfito de sódio (Na₂S₂O₅) e mantidas armazenadas na temperatura de -20 °C.

Desidratação por foam mat drying

A secagem por *foam mat drying* foi efetuada variando-se a concentração do agente estabilizante de espuma carboximetilcelulose (CMC) e a concentração de lecitina de soja (LS – agente estabilizante de espuma e facilitador da absorção de fitoquímicos) em temperatura de 80 °C. A tabela 1 mostra as concentrações de agentes estabilizantes utilizados em cada condição experimental adotada.

Tabela 1: Condições experimentais adotadas.

Estabilizantes	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
CMC	0,3	0	0,15
LS (g/100 g)	0	0,3	0,15
T (°C)	80	80	80

CMC – Carboximetilcelulose, LS – lecitina de soja, T – temperatura.

Para a desidratação da polpa da goiaba por *foam mat drying* foram seguidos os procedimentos descritos em trabalho prévio do nosso grupo de pesquisa Lobo et al. (2017). A polpa de goiaba (1.350 g) adicionada dos agentes estabilizantes foi inicialmente transformada em uma espuma através do uso de uma batedeira industrial da marca GPaniz® durante 10 minutos com rotação máxima de 1.200 rpm. A espuma obtida foi espalhada em bandejas manualmente, sendo mantida a espessura de 0,5 cm. O material foi submetido a secagem em estufa com circulação e renovação de ar SL-102® e desidratado até que a (Aw) estivesse em torno de 0,3. A Aw foi medida com o uso de aparelho medidor digital da marca Etec®. Após o término do processo de desidratação, os filmes secos e porosos obtidos foram retirados manualmente das bandejas, com auxílio de uma espátula, envasados em embalagens de plástico e acondicionados em freezer a -20 °C, para as análises posteriores. Os experimentos foram realizados em duplicata para todas as condições escolhidas para o processo de secagem. Nas polpas desidratadas, assim como na polpa *in natura* (controle) foram efetuadas as análises de umidade, vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, para determinar a condição de secagem mais adequada para a retenção dos compostos bioativos, assim como foram comparados os índices de cor das amostras desidratadas nas diferentes condições. A cor da polpa foi medida por meio de análise instrumental, usando espectrofotômetro de reflectância Colorview 9000 Byk-Gardner (Columbia, MD, USA) com *software* QC Manager. A cor medida foi expressa pelos índices L*, a*, b* (CIE Lab). O

conteúdo de vitamina C foi analisado através do método descrito por Tillmans, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz⁸.

Obtenção dos extratos para a determinação dos compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante

Os extratos foram obtidos após a pesagem de 5 g das amostras desidratadas e liofilizada (controle) com 20 mL do solvente extrator acetona: água (1:1, v/v) em incubadora com agitação do tipo *Shaker* (Lucadema, 222) a 220 rpm por 1 hora, em temperatura ambiente, com o frasco envolvido com papel de alumínio e ao abrigo de luz. O sobrenadante foi removido e filtrado em papel de filtro. Posteriormente, em balão volumétrico de 25 mL, o volume foi corrigido com o solvente extrator. Todos os extratos foram obtidos em triplicata e armazenados em tubo de Falcon a -18 °C até a realização da determinação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método espectrofotométrico de *Folin-Ciocalteu* descrito por Singleton & Rossi (1999)⁷. Para tal, 1 mL de cada extrato foi transferido para tubo de ensaio juntamente com 5 mL do reagente de Folin, que foi previamente diluído a 10% em água. Após 3 minutos, foram adicionados 4 mL de solução aquosa de carbonato de sódio a 7,5% (m/v). Os extratos foram agitados e mantidos ao abrigo de luz durante 1 hora. Uma amostra em branco foi feita nas mesmas condições. A leitura da absorbância das amostras foi medida em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2600) a 750 nm. A análise foi efetuada em triplicata.

Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante da polpa de goiaba *in natura* e desidratada nas diferentes condições de secagem foi avaliada pelo método de transferência de elétrons, *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC), descrito por Re et al. (1999)⁹ com modificações. Primeiramente, foi gerado o radical ABTS²⁺ a partir de reação com o persulfato de potássio por 16 horas, em frasco âmbar ao abrigo da luz. No momento da análise, a solução do radical foi diluída em etanol até que a absorbância inicial a 734 nm fosse de 0,70 ± 0,02. Para realização do ensaio, foram usados 3 mL de solução do radical, que foram adicionados de 30 µL de solução dos extratos ou do antioxidante padrão (trolox), diluídos no tampão PBS. O conteúdo foi homogeneizado e, após 4 minutos, foi feita a leitura. Todos os ensaios foram feitos em triplicata.

RESULTADOS

Obtenção da polpa de goiaba

O resultado obtido para a polpa batida com rendimento de 54,5 % é inferior ao obtido no estudo de Rebouças et al. (2008)¹⁰, que apresentou 94 % de rendimento.

Desidratação por foam mat drying

Como pode ser observado na tabela 2, o teor de umidade das polpas de goiaba desidratadas está dentro do limite preconizado para produtos de frutas desidratadas. Segundo a RDC nº 272, de 22 de Setembro de 2005¹¹, o teor de umidade máximo para produtos de frutas secas ou desidratados deve ser de 25 %. É possível observar que a secagem com 0,3 g/100 g de lecitina de soja, o que caracteriza a segunda condição, apresentou maior tempo de secagem, diferentemente dos resultados de Lobo et al. (2017), que observaram o efeito positivo da adição de lecitina de soja para o menor tempo de secagem da polpa de manga por *foam mat drying*.

Nota-se que a secagem com carboximetilcelulose, o que caracteriza a primeira condição de secagem, resultou em polpa desidratada com maiores valores de atividade de água (Aw).

Além disso, observa-se que a secagem com a mistura dos aditivos, o que caracteriza a terceira condição de secagem apresentou maior rendimento, menor valor de atividade de água (Aw) final, menor percentual de umidade e menor tempo de secagem.

Tabela 2: Variáveis dependentes (tempo de secagem, de Aw, percentual de umidade e rendimento de processo) em função dos tratamentos aplicados.

Variáveis	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Tempo de secagem (min)	315	347	220
Aw	0,353	0,345	0,333
Umidade (%) ^a	25,55	25,88	24,85
Rendimento (%) ^b	13,4	14,47	15,77

a. Média de três análises

b. Percentual do rendimento em relação ao peso inicial

Caracterização da polpa de goiaba desidratada por foam mat drying

Parâmetros de cor

Para as análises de cor, as amostras desidratadas foram reconstituídas em água ao conteúdo de umidade original (89,57 %).

Na tabela 3 é possível observar que o índice (L*), que denota o grau de claro e escuro, foi menor na polpa de

goiaba submetida às três condições de secagem em relação à polpa *in natura*, revelando que a polpa desidratada tornou-se mais escura.

Para o índice (a*), que denota o grau vermelho das amostras, foi maior para as amostras desidratadas em comparação com a amostra controle, revelando mais intensa coloração vermelha para as amostras secas.

Para o índice b*, que representa a cor amarela (valores positivos), foi o parâmetro de cor menos afetado pelas diferentes condições de secagem, porém visualmente ocorreu uma ligeira tendência a coloração amarela nas amostras desidratadas em comparação com a amostra controle.

A análise estatística indicou diferença significativa entre as condições de secagem avaliadas somente para o índice a*.

Tabela 3: Parâmetros de cor, conteúdo de vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante presente da polpa de goiaba *in natura* (controle) e das diferentes condições de secagem em (base seca).

Parâmetros	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
L*	48,85±0,05	45,75±0,05 ^a	43,19±0,01 ^a	42,32±0,03 ^a
a*	28,43±0,01	36,65±0,02 ^a	31,16±0,02 ^b	29,37±0,04 ^c
b*	23,51±0,03	27,62±0,01 ^a	26,44±0,04 ^a	25,84±0,03 ^a
Vitamina C (mg/g)	496,16±9,58	45,16±3,08 ^a	31,80±2,11 ^b	46,00±4,88 ^c
Compostos fenólicos totais (mg EAG/g de polpa)	142,05±0,02	229,01±0,05 ^a	249,43±0,03 ^b	274,59±0,03 ^c
Capacidade antioxidante (mmolET/100 g polpa)	220,22±0,02	404,87±0,71 ^a	468,74±0,21 ^b	469,87±0,41 ^b

*média de três repetições + desvio padrão

Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma linha diferem significativamente (p < 0,05)

Vitamina C

Como pode ser observado na tabela 3 todas as condições de secagem levaram a diminuição na concentração da vitamina C quando comparadas com a polpa *in natura* (controle), o que representa uma perda do conteúdo de vitamina C pelo método de secagem por *foam mat drying* na faixa entre 93,59% - 90,73%.

Compostos fenólicos

Pela tabela 3 observam-se maiores valores de fenólicos totais em todas as condições de secagem avaliadas quando comparadas com o controle, representando um aumento de aproximadamente duas vezes.

A terceira condição, em que se utilizou 0,15 g LS/100 g e 0,15 g CMC/100 g, levou a maior concentração dos compostos fenólicos em comparação com as outras condições de secagem. Esta condição também apresentou melhor retenção de vitamina C.

Capacidade antioxidante

Pela análise estatística foi possível observar que a capacidade antioxidante foi influenciada significativamente (p < 0,05) pelo processo de desidratação. Os resultados mostraram valores mais elevados na terceira condição, que utilizou 0,15 g de CMC/100 g e 0,15 g de LS/100 g polpa. Este comportamento foi similar ao encontrado para os compostos fenólicos anteriormente descritos.

DISCUSSÃO

Obtenção da polpa de goiaba

O rendimento obtido para a polpa batida, abaixo do apresentado pelo estudo de Rebouças et al. (2008)¹⁰, pode ser influenciado pelo descascamento manual da goiaba, o que acarreta perdas da polpa junto da casca, e pela dificuldade encontrada de retirar a semente da polpa.

Desidratação por *foam mat drying*

De acordo com a RDC 45/ da ANVISA, sobre o uso de aditivos alimentares autorizados, a quantidade limítrofe para o uso do agente carboximetilcelulose, como agente emulsificante e espessante é de 5,0 g/100 g. Para a lecitina de soja, pode ser empregada a quantidade suficiente para o efeito proposto. Portanto, ademais, as condições contendo os dois agentes estão dentro dos limites permitidos e garantem o uso mínimo dos mesmos na elaboração de possíveis alimentos funcionais. Os aditivos CMC e LS são excelentes escolhas para o uso como estabilizadores de espuma no processo de desidratação por *foam mat drying*, porque a carboximetilcelulose produz espumas estáveis tanto mecanicamente como termodinamicamente enquanto a lecitina de soja apresenta uma conformação estrutural que favorece uma maior estabilidade da espuma. Sendo assim, estes aditivos agem diminuindo a viscosidade da fase contínua ou formam uma rede tridimensional que atrasa o movimento de outros componentes presentes dentro da espuma¹³.

Sabe-se que mundialmente, há enorme desperdício de alimentos devido à rápida deterioração, principalmente, de frutas e hortaliças. Sendo assim, são cada vez mais pesquisados métodos que garantam a minimização deste

problema e diminuem a perda das propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos. Métodos de desidratação já vêm sendo estudados por muitos anos e é sabido que alguns tipos de desidratação, como secagem ao forno e a liofilização, levam a perda significativa de alguns compostos bioativos. Alternativamente, a secagem por *foam mat drying* é um processo simples que garante obter um produto seco com qualidades requerida, em grande escala, em tempo médio de 3 horas¹⁴. Além disso, a formação de espuma de baixa densidade, por este método, facilita a difusão das moléculas de água e conseqüentemente, o tempo que o produto fica em contato com altas temperaturas é menor, levando a menores perdas dos componentes nutricionais^{12,13}.

Caracterização dos compostos bioativos de polpa de goiaba desidratada por foam mat drying

Parâmetros de cor

A coloração é um atributo importante para a qualidade de produtos desidratados pois é através da cor que ocorre a aceitação do produto final por parte dos consumidores. Além disso, geralmente, ocorrem modificações na cor original de frutas depois do processo de desidratação, porque estas contêm compostos que são facilmente degradados em processos térmicos, resultando na perda da qualidade nutricional do alimento¹⁵.

A coloração mais escura na polpa de goiaba submetida ao processo de secagem, quando comparada com a polpa *in natura* pode ser atribuída ao escurecimento não enzimático ou caramelização dos açúcares, que pode ocorrer durante o processo de secagem.

Cruz (2013)⁶ utilizou diferentes temperaturas de secagem (60 °C, 70 °C e 80 °C) e duas concentrações de emulsificantes (2,5 % e 5,0 %) para a desidratação por *foam mat drying* da polpa de goiaba vermelha da variedade Pedro Sato. Após o processo observou a retenção do licopeno e β -caroteno mesmo com a degradação de outros carotenoides. Isto, possivelmente, pode explicar a tendência ao vermelho e ao amarelo nas amostras secas no presente estudo.

Vitamina C

A vitamina C é sensível ao calor e perde sua atividade devido a inúmeros fatores, como pH, umidade, ácido ascórbico oxidase, oxigênio e temperatura. De modo geral, o processamento de alimentos acarreta na degradação destes compostos bioativos, por exemplo, na pasteurização, cozimento e desidratação¹⁶. Portanto, essa sensibilidade explica a diminuição na concentração da vitamina C das amostras desidratadas quando comparadas

com a polpa *in natura* (controle) em todas as condições de secagem.

Compostos fenólicos

Os ácidos fenólicos encontram-se na forma livre ou ligada em estruturas de oligossacarídeos ou polissacarídeos, formando pontes entre os polímeros, o que afeta o seu comportamento durante o processamento¹⁷. O aumento do conteúdo fenólico total em processamento utilizando altas temperaturas pode ser explicado pela ação do calor que facilita a separação dos compostos fenólicos e conseqüentemente, a extração com solventes¹⁸. Além disso, compostos fenólicos são encontrados nas estruturas dos vacúolos que, com o processo térmico, acarreta na destruturação levando a liberação desses compostos e, por conseqüência, ao aumento desses em alimentos desidratados¹⁹.

O presente estudo que mostrou a terceira condição de desidratação levou à maior concentração de compostos fenólicos em comparação com as outras condições de secagem e melhor retenção do conteúdo da vitamina C, sendo um método promissor. Mas estudos de caracterização desses compostos e bioacessibilidade *in vitro* precisam ser realizados nas amostras desidratadas.

Capacidade antioxidante

Dentre os compostos antioxidantes presentes em frutas os mais abundantes são os compostos fenólicos, que podem atuar por inúmeros mecanismos, tais como neutralizando radicais livres ou oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos²⁰. Sendo assim o aumento da capacidade antioxidante pode ser explicado pelo aumento do teor de compostos fenólicos no produto seco. Este comportamento semelhante também foi evidenciado por Oliveira et al. (2011)²¹, que investigaram a concentração de compostos fenólicos e a relação com a capacidade antioxidante em extratos provenientes de três frutas brasileiras (mamão, manga e goiaba), evidenciando que o extrato com maior concentração de fenóis foi o extrato com maior atividade antioxidante.

CONCLUSÃO

No presente estudo o maior valor de capacidade antioxidante foi obtido com a mistura dos aditivos 0,15 g LS/100 g de polpa e 0,15 g CMC/100 g polpa, o que caracteriza a terceira condição de secagem avaliada. Esta mesma condição levou a melhores resultados na concentração de vitamina C e compostos fenólicos em

comparação com as outras condições estudadas. Além disso, também apresentou menor tempo de secagem, menor percentual de umidade final, menor valor de atividade de água (Aw) final e maior rendimento em polpa desidratada.

Diante disso, o processo de *foam mat drying* pode ser considerado promissor para conservação da polpa de goiaba, que, na forma seca, pode ser usada para elaborações de alimentos potencialmente funcionais como fonte de compostos bioativos, o que é favorável para suplementar a ingestão de fenóis na dieta.

Agradecimento

Ao Laboratório de Biotecnologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal Fluminense, pela oportunidade de realizar os experimentos.

REFERÊNCIAS

- Iha SM, Migliato FK, Velloso CJ, Sacramento SVL, Pietro RCL, Isaac BLV, Brunetti IL, Correa AM, Salgado HRN. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. *Rev Bras Farmacogn*. 2008; 18(3): 387-393.
- Giada MLR, Filho, JM. Importância dos compostos fenólicos da dieta na promoção da saúde humana. *Rev UEPG Bio Saúde*. 2006 jul 03; 12 (4): 7-15. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/biologica/article/view/439/440>
- Queiroz AV, Berbet PA, Molina MAB, Gravina GA, Queiroz LR, Silva JA. Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. *Rev Ciênci Tecnol Aliment*. 2008; 28 (2): 329-340.
- Quadri OS, Srivastava AK. Effect of microwave power on foam mat drying of tomato pulp. *Agricultural Engineering International*. 2014; 16 (3) 238 – 246.
- Muthukumaran, A, Ratti C, Raghavan VGS. Foam-Mat Freeze Drying of Egg White and Mathematical Modeling Part I Optimization of Egg White Foam Stability. *Drying Technology*. 2008 abr; 26(4): 508-512.
- Cruz WF. Obtenção de polpa de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó pelo método de secagem em camada de espuma [tese]. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa – UFV; 2013.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 2 ed. São Paulo. 2008.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagent. *Am J Enol Vitic*. 1965 jan. 16(3) 144–158.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med*. 1999 May; 26(9-10):1231-7.
- Rebouças ER, Gentil DFO, Ferreira SAN. Caracterização física de frutos e sementes de goiaba-da-costa-rica, produzidos em Manaus, Amazonas. *Rev Bras Fruticult*. 2008 jun; 30 (2): 546-548.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 272, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento Técnico [para produtos de vegetais, produtos de frutas e comestíveis]. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. 2005 set. 23.
- Lobo FATF, Nascimento MA, Domingues JR, Falcão DQ, Hernanz D, Heredia FJ, Araújo. KGL. Foam mat drying of Tommy Atkins mango: Effects of air temperature and concentrations of soy lecithin and carboxymethylcellulose on phenolic composition, mangiferin, and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 2016 abr 15. 221: 258-266.
- Sangamithra A, Venkatachalam S, Swamy GJ, Kuppusamy K. Optimization of foaming properties and foam mat drying of muskmelon using soy protein. *Journal of Food Process Engineering*. 2016 set 03. 39(6): 692 – 701.
- Kudra T, Ratti C. Foam mat drying: Energy and costs analyses. *Canadian Byosystems Engineering*. 2006. 48: 3 – 32.
- Marques KK, Renfroeh MH, Brevard PBB, Lee RE, Gloeckner JW. Differences in antioxidante levels of fresh, frozen and freeze-dried strawberries and strawberry juice. *Int J Food Sci Nutr*. 2010 dez. 61(8): 759 – 769.
- Silva AN, Rodrigues E, Mercadante ZA, Rosso VV. Phenolic compounds and carotenoids from four fruits native from the brazilian atlantic forest. *J Agric Food Chem*. 2014 jun 04. 62(22): 5072-5284.
- Abdel-Aal ESM, Rabalski I. Effect of baking on free and bound phenolic acids in wholegrain bakery products. *Journal of Cereal Science*. 2013 mai. 57(3): 312–318.
- Wang T, Zhu Y, Sun X, Raddatz J, Zhou Z, Chen G. Effect of microfluidisation on antioxidant properties of corn bran. *Food Chemistry*. 2014. 152: 37-45.
- Nunes JC, Lago MG, Branco-Castelo VN, Oliveira FR, Torres AG, Perrone D, Monteiro M. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food Chemistry*. 2016 abr 15. 197 (Pt A): 881 – 890.
- Nora CD, Muller CD, Bona GS, Rios AO, Hertz PF, Jablonski A, Jog VV, Flores SH. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). *Journal of Food Compostion and Analysis*. 2014 mai. 34(1): 18-25.

21. Oliveira DS, Aquino PP, Ribero SMR, Porença RPC, Santanna HMP. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum Health Sciences*, 2011. 33(1): 89-98
-

Submissão: 06/12/2019

Aprovado para publicação: 10/03/2020