

Influência da pasteurização nas características químicas, físicas e microbiológicas de polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess)

Influence of pasteurization on the chemical, physical, and microbiological characteristics of uvaia pulp (*Eugenia pyriformis* Cambess)

Influencia de la pasteurización en las características químicas, físicas y microbiológicas de la pulpa de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess)

Recebido: 02/06/2020 | Revisado: 04/06/2020 | Aceito: 08/06/2020 | Publicado: 20/06/2020

Carlen Bettim Bianchini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4939-7673>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: carlen.bianchini@gmail.com

Nathalia Darminia Aceval Arriola

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6291-4604>

Universidad Nacional del Este, Paraguay.

E-mail: nattie_aceval@hotmail.com

Silvana Katia Tischer Seraglio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4087-0695>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: siluanaseraglio@hotmail.com

Ana Carolina de Oliveira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5101-9604>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: ana.costa@ufsc.br

Deise Helena Baggio Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6023-9812>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: deise.baggio@ufsc.br

Roberto Akitoshi Komatsu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5981-9334>

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: roberto.komatsu@ifsc.edu.br

Bruno Dalazen Machado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5768-2503>

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: bruno.dalazem@ifsc.edu.br

Renata Dias de Mello Castanho Amboni

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6467-3760>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: renata.amboni@ufsc.br

Carlise Beddin Fritzen-Freire

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6248-0914>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil.

E-mail: carlise.freire@ufsc.br

Resumo

A uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) é uma fruta nativa brasileira que vêm sendo reconhecida pelo elevado teor de compostos bioativos. Entretanto, este fruto apresenta alta perecibilidade e a sua transformação em polpa pasteurizada torna-se uma alternativa para aumentar o seu consumo e comercialização. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da pasteurização nas características químicas, físicas e microbiológicas de polpas de uvaia. Para isso, foram avaliados o perfil de açúcares, o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante (FRAP e ABTS), ácido ascórbico, carotenoides totais, cor, *E.coli*, *Salmonella* sp., e bolores e leveduras das polpas pasteurizadas (85°C por 1 e 5 minutos) em comparação à controle (sem pasteurização). O tratamento térmico reduziu o teor de frutose, glicose e sacarose das polpas. Os compostos fenólicos totais e os flavonoides totais aumentaram nas amostras pasteurizadas por 1 minuto, mas diminuíram após 5 minutos de tratamento. Observou-se uma diminuição do ácido ascórbico e uma elevação na atividade antioxidante das polpas com o aumento do tempo de pasteurização. Por outro lado, o teor de carotenoides totais não foi influenciado pelo tratamento térmico. A pasteurização não afetou os parâmetros de cor L* e b*, mas aumentou a tendência à cor vermelha (a*) das polpas. Nos resultados microbiológicos, não foram observadas diferenças entre a amostra controle e as pasteurizadas. Desta forma, pode-se concluir que a pasteurização a 85 °C por 1 minuto proporcionou uma melhor preservação das características da polpa de uvaia.

Palavras-chave: Frutas nativas; compostos bioativos; atividade antioxidante; tratamento térmico.

Abstract

The uvaia is a fruit native to Brazil that has been recognized for its high content of bioactive compounds. However, this fruit is highly perishable and, therefore, transforming it into pasteurized pulp is an alternative to increase its consumption and commercialization. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of pasteurization on the chemical, physical, and microbiological characteristics of the uvaia pulp. This study investigated the contents of sugar, phenolic compounds, flavonoids, antioxidant activity (FRAP and ABTS), ascorbic acid, carotenoid, color, *E.coli*, *Salmonella* sp., and mold and yeast of the pasteurized pulp samples (85 °C for 1 and 5 minutes), in comparison with the control (without pasteurization). The heat treatment reduced the content of fructose, glucose and sucrose of the pulp samples. The contents of phenolic compounds and flavonoids increased in the samples pasteurized for 1 minute, but decreased after 5 minutes of the treatment. There was a decrease in ascorbic acid and an increase in the antioxidant activity of the pulp samples when pasteurization time was increased. On the other hand, the total carotenoid content was not affected by the heat treatment. Pasteurization did not affect the color parameters L* and b*, but it increased the tendency to the red color (a*) of the pulps. In the microbiological results, no differences were noted between the control and the pasteurized samples. Thus, it is possible to conclude that pasteurization at 85 °C for 1 minute provided a better preservation of the characteristics of the uvaia pulp.

Keywords: Native fruits; bioactive compounds; antioxidant activity; heat treatment.

Resumen

La uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) es una fruta nativa del Brasil reconocida por su alto contenido de compuestos bioactivos. Esta fruta es altamente perecedera y su transformación en pulpa pasteurizada se convierte en una alternativa para aumentar su consumo y comercialización. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la pasteurización sobre las características químicas, físicas y microbiológicas de la pulpa de uvaia. Se evaluó el contenido de azúcar, compuestos fenólicos totales, flavonoides, actividad antioxidante (FRAP y ABTS), ácido ascórbico, carotenoides, color, *E. coli*, *Salmonella* sp., y moho y levadura, de pulpas pasteurizadas (85 °C durante 1 y 5 minutos) en comparación con el control (sin pasteurización). El tratamiento térmico redujo el contenido de fructosa, glucosa y sacarosa de las pulpas. Los compuestos fenólicos totales y los flavonoides totales aumentaron en las muestras pasteurizadas durante 1 minuto, pero disminuyeron después de 5 minutos de tratamiento. Hubo una disminución en la concentración del ácido ascórbico y un aumento en

la actividad antioxidante de las pulpas con el aumento en el tiempo de pasteurización. El contenido de carotenoides no fue influenciado por el tratamiento térmico. La pasteurización no afectó los parámetros de color L* y b*, pero aumentó la tendencia al color rojo (a*) de las pulpas. En los resultados microbiológicos, no se observaron diferencias entre la muestra de control y las pasteurizadas. Por lo tanto, se puede concluir que la pasteurización a 85 °C durante 1 minuto proporcionó una mejor preservación de las características de la pulpa de uvaia.

Palabras clave: Frutas nativas; compuestos bioactivos; actividad antioxidante; tratamiento térmico.

1. Introdução

O aumento da preocupação com a saúde por parte dos consumidores tem estimulado a cadeia alimentícia a buscar intensamente a identificação de frutos exóticos com propriedades funcionais (Schmidt et al., 2019). Neste sentido, as frutas nativas vêm ganhando espaço, pois possuem características químicas e sensoriais diferenciadas, com potenciais benefícios à saúde (Araújo et al., 2019). Contudo, o Brasil ainda apresenta um grande número de frutas nativas pouco exploradas pela indústria de alimentos e que representam uma oportunidade de renda para os produtores locais.

Eugenia pyriformis Cambess, conhecida como uvaia, uvalha ou uvalha do campo é uma fruta nativa da Floresta Atlântica brasileira, pertencente à família Myrtaceae e geralmente encontrada de São Paulo ao Rio Grande do Sul (Araújo et al., 2019). A uvaia possui propriedades potencialmente benéficas à saúde devido ao teor de compostos bioativos (Jacomino et al., 2018). Esta fruta tem sido reconhecida principalmente como fonte de ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, apresentando também elevada capacidade antioxidante (Pereira et al., 2012; Schmidt et al., 2019; Silva et al., 2019). Os frutos apresentam coloração amarelo alaranjado, com polpa ácida, succulenta e de aroma agradável (Araújo et al., 2019). No entanto, a uvaia é raramente comercializada *in natura*, devido às mudanças rápidas na sua qualidade, promovidas pela elevação da taxa respiratória após a colheita (Jacomino et al., 2018). Por isso, a transformação em polpa pasteurizada torna-se uma alternativa para aumentar o seu consumo e comercialização.

Métodos de conservação utilizando tratamentos térmicos, como a pasteurização, são muito empregados em polpas de fruta, visando o prolongamento da sua vida de prateleira, a partir da inativação enzimática e redução da carga microbiana. Embora a pasteurização

promova uma estabilização microbiológica nas polpas, processos de degradação física e química podem ocorrer (Branco et al., 2016). Diferentes binômios tempo/temperatura têm sido testados em frutos ácidos (Caleb et al., 2016), no entanto, ainda existem poucos estudos disponíveis sobre a produção e caracterização de polpa de uvaia pasteurizada (Zillo et al., 2014), deixando uma lacuna quanto ao processo de industrialização e obtenção de polpa de boa qualidade. Desta forma, este trabalho avaliou o efeito da pasteurização nas características químicas, físicas e microbiológicas de polpa de uvaia.

2. Metodologia

O estudo corresponde a uma pesquisa laboratorial aplicada de natureza experimental e com abordagem quantitativa, mediante coleta de dados numéricos e análise estatística (Pereira et al., 2018).

2.1 Obtenção dos frutos e pasteurização da polpa de uvaia

Os frutos de uvaia foram fornecidos pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), com coleta realizada em Urupema/SC (latitude 27°57'53"S e longitude 49°53'38"W), em março de 2018. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados com hipoclorito de sódio (100mg/L) por 15 minutos, despulpados (Tomasi DPT-50, Caxias do Sul, Brasil), retirando-se sementes e outras partes não comestíveis. Os frutos despulpados foram separados em três porções, embalados e selados em sacos de polietileno. Duas porções foram pasteurizadas a 85 °C por 1 e 5 minutos, respectivamente e a terceira porção não foi pasteurizada (amostra controle). O processo de pasteurização foi realizado em banho-maria (Dubnhoff DI-921, Dist, Florianópolis, Brasil), seguido de resfriamento em banho de gelo (Branco et al., 2016; Caleb et al., 2016). As polpas foram congeladas e mantidas a -18 °C até o momento das análises.

2.2 Determinação do teor de frutose, glicose e sacarose

A determinação dos açúcares: frutose (D-frutose, Vetec, Rio de Janeiro, RJ, Brasil); glicose (D-(+)-glicose monohidratada, Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, E.U.A.) e sacarose (Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, E.U.A.) foi realizada em sistema de

Eletroforese Capilar com Detector de Arranjo de Diodos (CE-DAD) (modelo 7100, Agilent Technologies, Santa Clara, Califórnia, E.U.A.) de acordo com o método proposto por Neves et al. (2018), com modificações. As amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm por 15 minutos (MiniSpinplus, Eppendorf AG, Hamburg, Alemanha) e os sobrenadantes filtrados em filtro de membrana 0,22 μm . As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como g por 100 gramas de amostra.

2.3 Determinação dos compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante

Os extratos foram preparados de acordo com a metodologia proposta por Rufino et al. (2010), com modificações. Inicialmente foram macerados 2 g de polpa de fruta com 40 mL de metanol (50% v/v). Posteriormente, as amostras foram filtradas com papel filtro em balão de 100 mL e em seguida foram adicionados 40 mL de acetona (70% v/v). Após uma hora de repouso, o volume final foi completado com água destilada.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado utilizando o método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton e Rossi (1965). A leitura da absorbância foi realizada a 765 nm em espectrofotômetro UV-VIS (modelo U-1800, Hitachi, Japão). Os resultados foram expressos em mg equivalente de ácido gálico (Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, E.U.A.) (EAG) por 100 gramas de amostra (intervalo de linearidade da curva de calibração: $R^2 = 0,99$).

Os flavonoides totais foram determinados pelo método descrito por Zhishen et al. (1999), com modificações. Foram adicionados 0,5 mL de extrato em 0,15 mL de nitrito de sódio (NaNO_2) (5% m/v). Em seguida, a solução foi homogeneizada e mantida em repouso em temperatura ambiente por 5 minutos, com adição posterior de 0,15 mL de cloreto de alumínio (AlCl_3) (10% m/v), e incubação por 6 minutos. Por fim, foi adicionado 1,0 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M. A absorbância foi medida a 425 nm em espectrofotômetro UV-VIS (modelo U-1800, Hitachi, Japão) e os resultados foram expressos em mg de rutina (Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, E.U.A.) por 100 gramas de amostra ($R^2 = 0,99$).

A atividade antioxidante das polpas utilizando o método FRAP (potencial antioxidante redutor férrico) foi determinada de acordo com Benzie e Strain (1996). E o método de captura de radical ABTS [2,2, azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)] foi determinado conforme Re et al. (1999). Trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-ácido carboxílico) (Sigma-Aldrich, Saint Louis, Missouri, E.U.A.) foi utilizado como padrão

e os resultados foram expressos em mM de equivalente de Trolox por 100 gramas de amostra ($R^2 = 0,99$). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4 Determinação do ácido ascórbico

A determinação do ácido ascórbico (Vetec, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foi realizada em Eletroforese Capilar com Detecção de Arranjo de Diodo (CE-DAD) (7100, Agilent Technologies, Santa Clara, Califórnia, E.UA.), de acordo com o método proposto por Spudeit et al. (2016), com modificações. As amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm por 15 minutos (MiniSpinplus, Eppendorf AG, Hamburgo, Alemanha) e os sobrenadantes foram filtrados em um filtro de membrana 0,22 μm . Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 gramas de amostra.

2.5 Determinação dos carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado segundo método descrito por Davies (1976), calculado pelo uso de coeficiente de absorção do β -caroteno em éter de petróleo e expresso em mg β -caroteno por 100 gramas de amostra.

2.6 Análise de cor

A cor das polpas foi determinada em colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japão), previamente calibrado. As leituras foram realizadas em cubeta de vidro, em triplicata. A escala CIELab foi utilizada para a obtenção dos parâmetros L^* , a^* e b^* , onde o parâmetro L^* representa a luminosidade, do preto (0) para o branco (100), a^* representa a variação da coloração de verde (-) para vermelho (+) e b^* representa a variação da coloração de azul (-) para amarelo (+).

2.7 Análises microbiológicas

As polpas de uvaia foram avaliadas microbiologicamente mediante análises de *E. coli*, *Salmonella* sp. e bolores e leveduras, em triplicata. Para as contagens microbianas foram utilizadas as metodologias propostas pela *American Public Health Association* (Downes & Ito, 2001).

2.8 Análise estatística

Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão e avaliados por análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey. A análise estatística dos dados foi realizada no *software* STATISTICA versão 13.3 (TIBCO Inc., Palo Alto, E.U.A.).

3. Resultados e Discussão

Os resultados dos açúcares das polpas de uvaia controle e pasteurizadas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de frutose, glicose e sacarose (g/100g) nas amostras de polpa de uvaia não pasteurizada (controle) e pasteurizada a 85 °C por 1 e 5 minutos.

Tratamentos	Frutose	Glicose	Sacarose
Controle	2,32 \pm 0,05 ^a	1,41 \pm 0,06 ^a	0,13 \pm 0,01 ^a
85 °C/1 min	2,26 \pm 0,11 ^{ab}	1,34 \pm 0,05 ^{ab}	0,08 \pm 0,00 ^b
85 °C/5 min	2,09 \pm 0,05 ^b	1,27 \pm 0,03 ^b	0,09 \pm 0,00 ^b

Os valores são expressos como média \pm desvio padrão (n = 3), em base úmida. ^{a,b}Diferentes letras minúsculas na mesma coluna indicam diferenças significativas entre os tratamentos (p < 0,05). Fonte: Próprio autor.

Em relação aos açúcares avaliados, pode-se observar que a frutose foi encontrada em maior quantidade, seguida da glicose e da sacarose, respectivamente. Observou-se também uma diminuição (p < 0,05) nos valores destes açúcares após o tratamento térmico. Os resultados deste estudo corroboram com os obtidos por Caleb et al. (2016), que também observaram uma redução nos valores de frutose, glicose e sacarose em morangos após tratamento térmico por imersão em água a 35 e 45 °C, por 5 e 10 minutos. De acordo com Mehta (2015) este comportamento é esperado em carboidratos de baixo peso molecular, como os mono e dissacarídeos, que são mais susceptíveis à degradação quando submetidos ao processamento térmico. Silva et. al (2019), ao analisar seis cultivares de uvaia (*in natura*), coletadas em Rio Claro (SP, Brasil), obtiveram valores mais elevados de frutose (4,64 a 6,50 g/100g), de glicose (4,04 a 5,21 g/100g) e de sacarose (1,42 a 8,47 g/100g). Vale destacar que a composição química dos frutos é diretamente influenciada pelo clima, região de cultivo, práticas agrônômicas e variedade/maturação dos frutos (Schmidt et al., 2019).

Os resultados das análises de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, atividade antioxidante, ácido ascórbico e carotenoides totais, das amostras controle e pasteurizadas, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides totais (FT), atividade antioxidante (FRAP e ABTS), ácido ascórbico (AA) e carotenoides totais (CT) das polpas de uvaia controle (não pasteurizada) e pasteurizada a 85 °C por 1 e 5 minutos.

Tratamentos	Controle	85 °C/1 min	85 °C/5 min
CFT (mg EAG/100g)	225,84 ± 5,77 ^b	247,50 ± 11,55 ^a	59,17 ± 2,89 ^c
FT (mg de Rutina/100g)	7,70 ± 0,06 ^b	8,20 ± 0,16 ^a	5,09 ± 0,01 ^c
FRAP (mM Trolox/100g)	406,67 ± 9,40 ^b	498,34 ± 11,77 ^a	520,17 ± 6,06 ^a
ABTS (mM Trolox/100g)	184,84 ± 10,46 ^c	232,18 ± 15,25 ^b	270,01 ± 5,54 ^a
AA (mg/100g)	7,50 ± 0,42 ^a	2,24 ± 0,12 ^b	< LOQ
CT (mg β caroteno/100g)	1,40 ± 0,27 ^a	1,68 ± 0,26 ^a	1,63 ± 0,20 ^a

Os valores são expressos em base úmida, como média ± desvio padrão (n = 3). ^{a, b, c} Diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p < 0,05). <LOQ: Limite de quantificação (0,041 mg/100g). Fonte: Próprio autor.

Os valores de compostos fenólicos totais e de flavonoides totais aumentaram (p < 0,05) nas amostras pasteurizadas por 1 minuto, mas diminuiram (p < 0,05) após 5 minutos de tratamento térmico, observando-se uma redução de cerca de 74% do teor de compostos fenólicos totais e de 35% no teor total de flavonoides, em comparação à amostra controle.

O teor de compostos fenólicos totais obtido neste estudo, para a polpa de uvaia controle e as pasteurizadas, foi maior do que o encontrado por Zillo et al., (2014) em polpas de uvaia *in natura* e pasteurizada a 65 °C por 30 minutos (6,07 e 5,88 mg EAG/100mL, respectivamente). Por outro lado, Rufino et al. (2010) observaram valores superiores de flavonoides (17,5 mg/100g) em frutos de uvaia *in natura* da cidade de Paraipaba (Ceará, Brasil).

Os valores da atividade antioxidante determinada pelos métodos FRAP e ABTS aumentaram (p < 0,05) após o tratamento térmico. O mesmo comportamento foi observado por He et al. (2016) ao avaliarem a atividade antioxidante pelo método de captura do radical ABTS de suco de laranja, maçã e uva após tratamento térmico sob imersão em água a 80 °C durante 30 minutos e 90 °C por 30 segundos. Este aumento pode estar relacionado à clivagem de ligações covalentes de alguns compostos fenólicos e a liberação dessas moléculas no meio

devido ao aquecimento dos frutos (Branco et al., 2016). Os valores de atividade antioxidante pelo método FRAP e ABTS encontrados neste estudo foram superiores aos observados por Sganzerla et al. (2019) em polpa de frutos de uvaia *in natura* de Urupema (SC, Brasil), da safra de 2015.

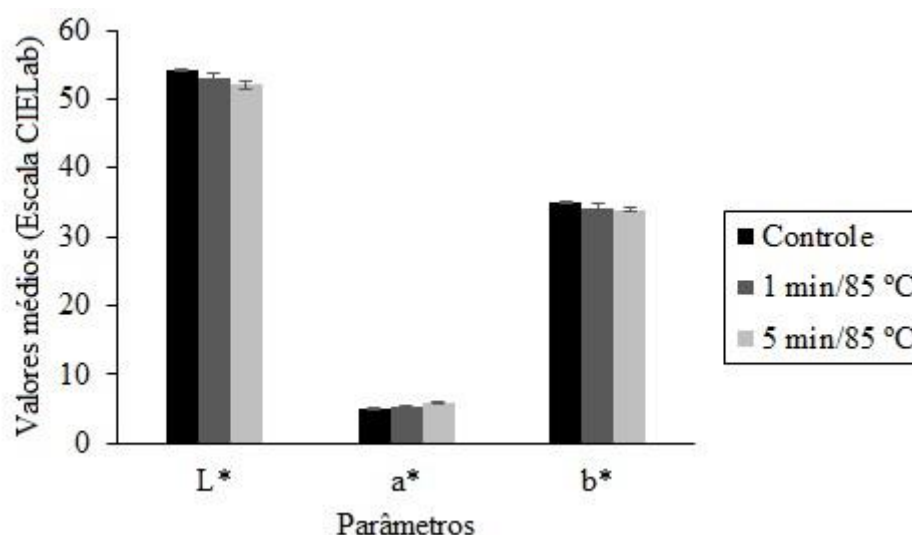
Observou-se uma diminuição do ácido ascórbico ($p < 0,05$) nas polpas de uvaia com o aumento do tempo de pasteurização, mas com valores ainda quantificáveis após 1 minuto de tratamento. Estes resultados podem estar associados à alta sensibilidade da vitamina C a temperaturas elevadas. Segundo Lešková et al. (2006), a estabilidade do ácido ascórbico não é apenas dependente da temperatura e da intensidade do aquecimento, mas pode estar relacionada a outros parâmetros, como pH, presença de oxigênio, além de interações com metais presentes na mesma matriz alimentar.

Os tratamentos térmicos avaliados não influenciaram negativamente o teor de carotenoides da polpa de uvaia ($p > 0,05$). Comportamento similar foi observado por Ordóñez-Santos et al. (2017) em suco de physalis (*Physalis peruviana* L.) pasteurizado a 80 °C por 10 minutos. Na literatura, encontram-se valores de carotenoides totais em frutos de uvaia de diferentes regiões brasileiras variando entre 0,04 a 441,26 mg/100g (Silva et al., 2019; Zillo et al., 2014).

Os resultados da análise de cor das polpas de uvaia estão apresentados na Figura 1.

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) quanto ao parâmetro L*, entre a amostra controle e as amostras pasteurizadas, com todas as amostras apresentando valores intermediários de luminosidade. Resultados semelhantes foram observados por Zillo et al. (2014) em amostras de polpa de uvaia *in natura* e pasteurizada a 65 °C por 30 minutos. Para o parâmetro a*, as amostras apresentaram uma maior tendência à cor vermelha com o aumento da intensidade do tratamento térmico ($p < 0,05$). Estes resultados podem estar relacionados à possíveis reações de escurecimento não enzimático durante o processamento térmico, como a reação de *Maillard*. Em relação ao parâmetro b*, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as amostras, que apresentaram valores positivos, tendendo ao amarelo. A coloração amarela, laranja e vermelha em frutas está diretamente relacionada à presença de pigmentos lipossolúveis, como os carotenoides (Schmidt et al., 2019), que estão presentes na polpa da uvaia, como já demonstrado na Tabela 2.

Figura 1 – Parâmetros de cor de polpa de uvaia controle (não pasteurizada) e pasteurizada a 85° C por 1 e 5 minutos.



Fonte: Próprio autor.

Os resultados das análises microbiológicas das polpas da uvaia estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas das polpas de uvaia controle (não pasteurizada) e pasteurizada a 85 °C por 1 e 5 minutos.

Tratamentos	<i>E. coli</i> (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp. (Ausência em 25 g)	Bolores e leveduras (UFC/g)
Controle	<3,0	Ausente	<10 ²
85 °C/1 min	<3,0	Ausente	<10 ²
85 °C/5 min	<3,0	Ausente	<10 ²

NMP: Número Mais Provável. UFC: Unidade Formadora de Colônia. Fonte: Próprio autor.

Todas as amostras de polpa de uvaia analisadas estão de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira para polpa de fruta (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019a; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019b). Tais resultados demonstram que a polpa de uvaia apresentou uma boa qualidade sanitária, que pode ser associada ao baixo pH dos frutos (Pereira et al., 2012) e à adequada manipulação pós-colheita, dificultando, dessa forma, o crescimento microbiano.

Sucos não pasteurizados e produtos correlatos são uma fonte reconhecida de surtos alimentares graves e fatalidades. As bactérias e fungos que ocorrem naturalmente nesses produtos são geralmente controladas pela pasteurização, no entanto alguns fungos termorresistentes podem sobreviver e causar deterioração microbiana. Por isso, a qualidade e

integridade das frutas usadas no preparo da polpa são muito importantes para o controle da deterioração visando minimizar os riscos microbiológicos (Franco, 2015).

Levando em consideração a importância da pasteurização em polpa de frutos e a sensibilidade dos compostos bioativos presentes, observou-se que o menor tempo de tratamento térmico foi o mais indicado, pois preservou de forma mais adequada os compostos bioativos e manteve a estabilidade microbiológica das amostras, mostrando-se viável principalmente pelo menor tempo e gasto de energia.

4. Considerações Finais

O artigo trouxe contribuições para a ampliação das pesquisas com frutos nativos, especialmente a uvaia, que ainda é pouco explorada industrialmente.

A pasteurização da polpa de uvaia apresenta-se como uma possibilidade promissora para a valorização e conservação desta espécie nativa, proporcionando alternativas de comercialização aos pequenos produtores rurais. A partir dos resultados obtidos neste estudo, a pasteurização a 85 °C por 1 minuto mostrou melhor efeito na manutenção das características químicas, física e microbiológicas de polpa de uvaia, apresentando grande potencial para aplicação industrial.

No entanto, trabalhos futuros são necessários a fim de elucidar a estabilidade da polpa de uvaia ao longo do armazenamento, além de investigar o seu comportamento em testes de bioacessibilidade *in vitro*.

Referências

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2019a). Padrões microbiológico para alimentos e sua aplicação. (Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº. 331, de 26 de dezembro de 2019). D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder executivo. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4660474/RDC_331_2019_COMP.pdf/c9282210-371f-4fb6-b343-7622ca9ec493

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2019b). Listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor. (Instrução Normativa - IN nº. 60, de 23 de dezembro de 2019). D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder executivo. Disponível em:
<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019->

235332356

Araújo, F. F. de, Neri-Numa, I. A., de Paulo Farias, D., da Cunha, G. R. M. C., & Pastore, G. M. (2019). Wild Brazilian species of *Eugenia* genera (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. *Food Research International*, 121, 57–72. doi: 10.1016/j.foodres.2019.03.018

Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76. doi: 10.1006/abio.1996.0292

Branco, I. G., Moraes, I. C. F., Argandoña, E. J. S., Madrona, G. S., dos Santos, C., Ruiz, A. L. T. G., & Haminiuk, C. W. I. (2016). Influence of pasteurization on antioxidant and in vitro anti-proliferative effects of jambolan (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit pulp. *Industrial Crops and Products*, 89, 225–230. doi: 10.1016/j.indcrop.2016.04.055

Caleb, O. J., Wegner, G., Rolleczeck, C., Herppich, W. B., Geyer, M., & Mahajan, P. V. (2016). Hot water dipping: Impact on postharvest quality, individual sugars, and bioactive compounds during storage of ‘Sonata’ strawberry. *Scientia Horticulturae*, 210, 150–157. doi: 10.1016/j.scienta.2016.07.021

Downes F. P. & Ito, K. (2001). *Compendium of methods of the microbiological examination of foods*. Washington D.C.: American Public Health Association.

He, Z., Tao, Y., Zeng, M., Zhang, S., Tao, G., Qin, F., & Chen, J. (2016). High pressure homogenization processing, thermal treatment and milk matrix affect in vitro bioaccessibility of phenolics in apple, grape and orange juice to different extents. *Food Chemistry*, 200, 107–116. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.045

Davies, B. H. (1976). Carotenoids. In T. W. Goodwin (Ed.) *Chemistry and biochemistry of plant pigments* (pp. 43–48). Oxford: Academic Press.

Franco, B. D. G. de M. (2015). *Microrganismos em alimentos 8: utilização de dados para avaliação do controle de processo e aceitação de produto*. São Paulo: Blucher.

He, Z., Tao, Y., Zeng, M., Zhang, S., Tao, G., Qin, F., & Chen, J. (2016). High pressure homogenization processing, thermal treatment and milk matrix affect in vitro bioaccessibility of phenolics in apple, grape and orange juice to different extents. *Food Chemistry*, 200, 107–116. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.045

Jacomino, A. P., Silva, A. P. G. da, Freitas, T. P. de, & Morais, V. S. de P. (2018). Uvaia - *Eugenia pyriformis* Cambes. In R. Sueli; E. de O. Silva & E. S. de Brito (Ed.), *Exotic Fruits: reference guide* (pp. 435–438), Oxford: Academic Press.

Lešková, E., Kubíková, J., Kováčiková, E., Košická, M., Porubská, J., & Holčíková, K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (4), 252–276. doi: 10.1016/j.jfca.2005.04.014

Mehta, B. M. (2015). Nutritional and Toxicological Aspects of the Chemical Changes of Food Components and Nutrients During Heating and Cooking. In P. C. K. Cheung (Ed.) *Handbook of Food Chemistry* (pp. 898–932), Berlin: Springer.

Neves, L. N. de O., Marques, R., da Silva, P. H. F., & de Oliveira, M. A. L. (2018). Lactulose determination in UHT milk by CZE-UV with indirect detection. *Food Chemistry*, 258, 337–342. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.03.069

Ordóñez-Santos, L. E., Martínez-Girón, J., & Arias-Jaramillo, M. E. (2017). Effect of ultrasound treatment on visual color, vitamin C, total phenols, and carotenoids content in Cape gooseberry juice. *Food Chemistry*, 233, 96–100. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.114

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pereira, M. C., Steffens, R. S., Jablonski, A., Hertz, P. F., De O. Rios, A., Vizzotto, M., & Flôres, S. H. (2012). Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the

Myrtaceae family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (12), 3061–3067. doi: 10.1021/jf205263

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Ananth, P., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26 (9–10), 1231–1237. doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3

Rufino, Maria do Socorro M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121 (4), 996–1002. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037

Schmidt, H. de O., Rockett, F. C., Pagno, C. H., Possa, J., Assis, R. Q., de Oliveira, V. R., & Rios, A. de O. (2019). Vitamin and bioactive compound diversity of seven fruit species from south Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (7), 3307–3317. doi: 10.1002/jsfa.9544

Sganzerla, W. G., Beling, P. C., Ferreira, A. L. A., Azevedo, M. S., Ferrareze, J. P., Komatsu, R. A., & Lima Veeck, A. P. (2019). Geographical discrimination of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) by principal component analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (15), 6778–6787. doi: 10.1002/jsfa.9961

Silva, A. P. G. da, Spricigo, P. C., Purgatto, E., de Alencar, S. M., Sartori, S. F., & Jacomino, A. P. (2019). Chemical composition, nutritional value and bioactive compounds in six uvaia accessions. *Food Chemistry*, 294, 547–556. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.04.121

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (50), 144–158. Disponível em: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>.

Spudeit, D. A., Gonçalves, S., Bretanha, L. C., Claumann, C. A., Machado, R. A. F., & Mücke, G. A. (2016). A systematic procedure to develop a capillary electrophoresis method using a minimal experimental data. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 27 (11), 1974–

1979. doi: 10.5935/0103-5053.20160087

Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64 (4), 555–559. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00102-2

Zillo, R. R., Silva, P. P. M. da, Zannata, S., & Spoto, M. H. F. (2014). Parâmetros físico-químicos e sensoriais de polpa de uvaia (*Eugenia pyriformis*) submetidas à pasteurização. *Bioenergia em revista: diálogos*, 4 (2), 20–33. Disponível em: <http://fatecpiracicaba.edu.br/revista/index.php/bioenergiaemrevista/article/view/133>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Carlen Bettim Bianchini – 15 %

Nathalia Darminia Aceval Arriola – 10 %

Silvana Katia Tischer Seraglio – 10 %

Ana Carolina de Oliveira Costa – 10 %

Deise Helena Baggio Ribeiro – 10 %

Roberto Akitoshi Komatsu – 10 %

Bruno Dalazen Machado – 10 %

Renata Dias de Mello Castanho Amboni – 10 %

Carlise Beddin Fritzen-Freire – 15 %