

# EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DOS FRUTOS DA JUÇARA: O AÇAÍ DA MATA ATLÂNTICA.

Danielle Cunha de Souza Pereira ✉

André Narvaes da Rocha Campos

Maurilio Lopes Martins

Eliane Maurício Furtado Martins

Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. Campus Rio Pomba, MG.

✉ danielle.pereira@ifsudestemg.edu.br

## RESUMO

A juçara é uma espécie em extinção devido à extração ilegal do seu palmito. A exploração do seu fruto vem sendo introduzida como uma alternativa de baixo impacto ambiental. No entanto, o pouco conhecimento sobre este fruto dificulta a extração dos seus compostos bioativos. Este trabalho objetivou desenvolver metodologia para extração de compostos bioativos de frutos de juçara e evidenciar o teor de compostos bioativos e atividade antioxidante do extrato obtido. Para a extração foi utilizado como solvente uma mistura de etanol:água 70% (v/v), acidificada com HCl 5,0 mol L<sup>-1</sup> para pH 2,0. Após a extração o volume inicial foi reduzido para 30% utilizando evaporador rotativo. A juçara apresentou elevada capacidade antioxidante (487,48 µM eq Trolox g<sup>-1</sup>), valor superior à maioria dos frutos de importância já reconhecida, tais como o açaí e mirtilo. Quanto ao teor de antocianinas e compostos fenólicos, foram encontrados valores médios de 1.365,21mg de antocianinas totais

100 g<sup>-1</sup> e 10.237,16 mg AGE 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. A metodologia de extração utilizada foi adequada para os frutos de juçara, visto o elevado teor de compostos bioativos e a coloração escura do extrato obtido (L\* = 15,27), podendo ser utilizada pelas indústrias alimentícias no intuito de estabelecer um padrão interno de qualidade e para verificar as características bioativas dos frutos antes do processamento.

**Palavras-chave:** Atividade antioxidante. Cor. *Euterpe edulis Martius*. Extrato.

## ABSTRACT

*The juçara is an endangered species due to the illegal extraction of its palm heart. The exploitation of its fruit has been introduced as an alternative of low environmental impact. However, the little knowledge about this fruit hinders the extraction of its bioactive compounds. This work aimed to develop methodology for the extraction of bioactive compounds from fruits of juçara and to evidence*

*the content of bioactive compounds and antioxidant activity of the obtained extract. For extraction, was used a mixture of ethanol: water 70% (v/v), acidified with 5.0 mol L<sup>-1</sup> HCl to pH 2.0. After extraction the initial volume was reduced to 30% using rotary evaporator. Juçara presented high antioxidant capacity (487.48 µM eq Trolox g<sup>-1</sup>), higher value most of the fruits of importance already recognized, such as açaí and blueberry. As for anthocyanins and phenolic compounds, average values of 1,365.21 mg of total anthocyanins 100 g<sup>-1</sup> and 10,237.16 mg AGE 100 g<sup>-1</sup>, were found, respectively. The extraction methodology used was adequate for the fruits of juçara, considering the high content of bioactive compounds and the dark coloration of the obtained extract (L\* = 15.27), being able to be used by the food industries in order to establish an internal quality standard and to verify the bioactive characteristics of the fruits before processing.*

**Keyword:** Antioxidant activity. Color. *Euterpe edulis Martius*. Extract.

## INTRODUÇÃO

Na literatura existem diversos métodos utilizados para extrair compostos bioativos de frutas e hortaliças, a exemplo podem-se citar métodos recentes como a alta pressão hidrostática e extração assistida por ultrassom. Contudo, os métodos de extração que utilizam solventes orgânicos para a obtenção de antocianinas da matriz vegetal são ainda muito utilizados (PEREIRA et al., 2017),

A escolha do método depende do propósito da extração, da natureza da matriz vegetal, das propriedades químicas dos compostos bioativos e da eficiência do método (GARCIA-VIGUERA; ZAFRILLA; TOMAS-BARBERAN, 1998; KHODDAMI; WILKES; ROBERTS, 2013), devendo o mesmo ser simples, rápido e de baixo custo.

Uma gama de compostos encontrados em matrizes vegetais, são extraídos por meio de solventes orgânicos, como exemplo, destaca-se o grupo dos flavonoides. As antocianinas são flavonoides localizados nos vacúolos celulares de vegetais e nas camadas superficiais do epicarpo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Devido a esta característica, os procedimentos de extração geralmente envolvem o uso de solventes orgânicos acidificados, que desnaturam as membranas celulares e, simultaneamente, solubilizam os pigmentos estabilizando-os (DAI; MUMPER, 2010).

As antocianinas são moléculas polares, apresentando grupos hidroxilas, carboxilas, metoxilas e glicosilas residuais ligados aos seus anéis aromáticos (XAVIER et al., 2008) assim, os solventes mais utilizados nas extrações são misturas aquosas com etanol, metanol, acetona, acetado de etila e suas combinações (MACHEIX; FLEURIET; BILLOT,

1990; DAI; MUMPER, 2010).

Apesar da possibilidade de utilizar estes quatro solventes, o uso de etanol é mais vantajoso, quando utilizado em alimentos pois, apesar de seu potencial de extração ser levemente inferior ao metanol, conforme verificado por Francis (1982), o mesmo não apresenta a toxicidade comparado a estes outros solventes (MARKAKIS, 1982; TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

Já os solventes extratores alcoólicos acidificados, podem promover o aumento da estabilidade dos extratos, por dificultar o aparecimento de micro-organismos, que poderiam degradar os compostos fenólicos e prevenir a degradação das antocianinas não-aciladas. Todavia, deve-se atentar para o uso desse tipo de solvente no processo de extração, pois o excesso de ácidos pode levar à formação de antocianidinas e outros flavonóides por hidrólise (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011; DOMINGUES et al., 2012).

Além da composição da solução extratora, vários fatores como o tempo de extração, temperatura, pH, relação sólido/líquido e tamanho da partícula influenciam a extração (CACACE; MAZZA, 2003; PINELLO et al., 2005). Quanto ao tempo de extração, encontram-se na literatura períodos que variam de uma hora (JENSEN et al., 2007) até 48 horas (FIGUEREDO et al., 2008). A temperatura é outro fator importante na extração de compostos bioativos, entretanto, não há um consenso quanto à melhor temperatura a ser utilizada. Todavia, visto à baixa estabilidade das antocianinas em temperatura elevadas, recomenda-se que a extração em sistemas aquecidos seja realizada em temperaturas inferiores a 60 °C e a evaporação do solvente seja realizada à temperatura ambiente, ou conforme recomendado por Pereira et al. (2017) e Soares; Cavalheiro; Antunes (2001), na máxima de 40 °C,

com evaporadores à vácuo, até massa constante.

O extrato bruto obtido contém, além dos pigmentos de interesse, outros compostos não fenólicos, como açúcares, proteínas e ácidos orgânicos (MACHEIX; FLEURIET; BILLOT, 1990) que podem agir como interferentes. Assim, esses extratos devem ser purificados para as aplicações industriais e biológicas.

Entre as principais técnicas para a purificação de extratos fenólicos, pode-se citar a extração líquido-líquido, extração com resina de troca iônica e extração em fase sólida. Contudo, devido simplicidade relativa para eliminação dos interferentes, o método mais utilizado é o de extração em fase sólida (*Solid Phase Extraction*, SPE) em cartuchos de separação C18 (MARÇO; POPPI; SCARMINIO, 2008). Todas estas variáveis que influenciam na extração vão atuar de forma diferente em cada matriz vegetal, sendo necessário um estudo mais aprofundado da matriz com que se deseja trabalhar.

Este trabalho objetivou desenvolver metodologia para extração de compostos bioativos de frutos de juçara, além de evidenciar os compostos bioativos e atividade antioxidante do extrato obtido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Alimentos do Departamento Acadêmico de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), Campus Rio Pombo, sendo o experimento realizado em três repetições.

**Obtenção do extrato bruto**

O extrato foi preparado com 25 g de fruto de juçara e 100 mL de solvente, sendo utilizada a mistura de etanol:água 70% (v/v), acidificada

com HCl 5,0 mol L<sup>-1</sup> para pH 2,0 (PEREIRA et al., 2017).

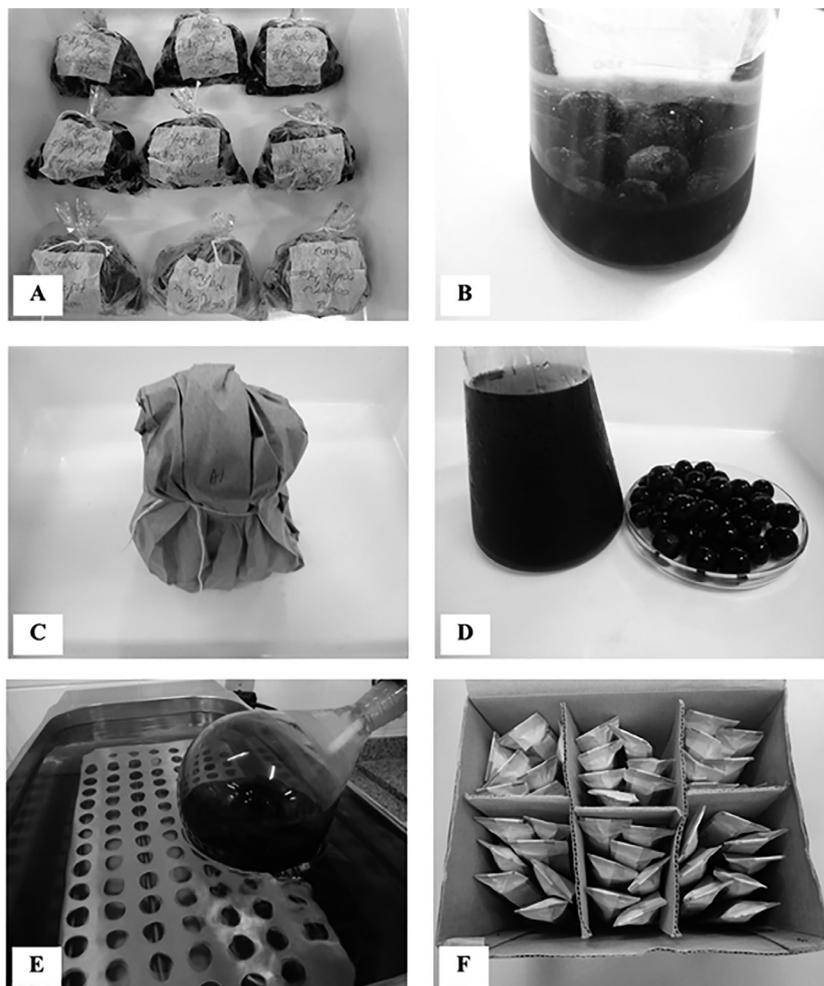
Após homogeneização dos frutos na solução extratora acidificada, a infusão foi deixada em repouso, na ausência de luz, sob refrigeração a 5 °C ± 2 °C por 48 h. Posteriormente, o extrato foi filtrado para retirada dos frutos, sendo em seguida reduzido a 30% do seu volume inicial com o auxílio de um evaporador rotativo a 140 rpm, acoplado a uma bomba de vácuo a 79 kPa, sistema de refrigeração a 15 °C e banho-maria a 40 °C. Nas condições estabelecidas foram necessários 54 min para concentração dos extratos. Em seguida, esse extrato foi armazenado a -18 °C na ausência de luz, para posterior caracterização em relação aos teores de antocianinas, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. A obtenção do extrato foi realizada em três repetições. A Figura 1 representa esquematicamente os passos para obtenção do extrato.

### Determinação de antocianinas totais

O teor de antocianinas totais do extrato foi determinado por absorção na região do visível (535 nm) de acordo com metodologia descrita por Lees; Francis (1972) conforme descrito a seguir.

Uma alíquota do extrato foi diluída em etanol: HCl 1,5 N (85:15) v/v e a absorbância lida no comprimento de onda de 535 nm em espectrofotômetro (KASUAKI, modelo IL-227). A diluição foi adotada de tal modo que se obtivesse um valor de absorbância entre 0,200 - 0,800, respeitando a Lei de Lambert-Beer. O espectrofotômetro foi calibrado com a

Figura 1 - Esquema da obtenção do extrato de juçara.



A – fruto de juçara; B – fruto imerso em solução extratora acidificada (infusão); C – infusão na ausência de luz e sob refrigeração a 5 °C; D – infusão e frutos após período de extração de 48 horas; E – concentração dos extratos em rota evaporador; F – extratos fracionados e acondicionados na ausência de luz, sob congelamento a -18 °C.

solução etanol: HCl 1,5 N (85:15).

O teor de antocianinas foi obtido pela Equação 1 e o resultado final expresso em mg de antocianinas totais por 100 g de fruto. Foi utilizado o Coeficiente de Extinção

glicosídeo médio ( $\epsilon_{1\text{cm}} = 98,2 \text{ L cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ), que corresponde a cianidina-3-glicosídeo.

médio ( $\epsilon_{1\text{cm}} = 98,2 \text{ L cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ), que corresponde a cianidina-3-glicosídeo.

Equação 1

$$A = \epsilon_{1\text{cm}} \cdot b \cdot C'$$

Onde:

A = Absorbância (Abs) em 535 nm

$\epsilon_{1\text{cm}}$  = Coeficiente de absorvidade (98,2 L cm<sup>-1</sup>g<sup>-1</sup>)

b = Espessura da cubeta (1cm)

C' = Concentração (g L<sup>-1</sup>)

### Purificação e determinação de compostos fenólicos totais

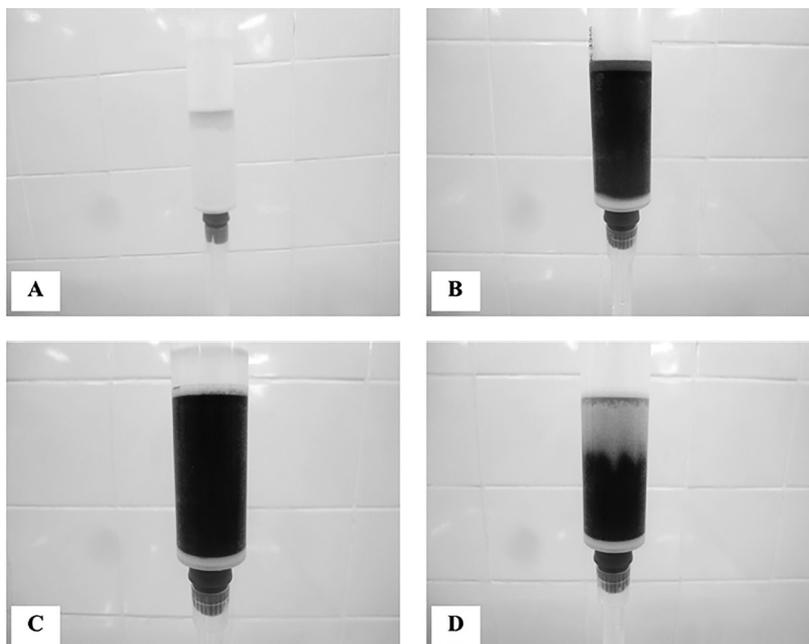
Para a determinação exata da quantidade de compostos fenólicos o extrato de juçara foi purificado visando a remoção de interferentes da análise. A purificação do extrato foi realizada por Extração em Fase Sólida (SPE) utilizando-se cartuchos de separação C18 (Waters Sep-Pak® 35cc Vac).

Inicialmente o cartucho de separação C18 foi acondicionado com 50 mL de metanol e 50 mL de água destilada (Figura 2A). Após, uma alíquota de 20 mL do extrato de juçara foi percolado no cartucho de separação (Figura 2B). Os interferentes foram removidos por meio da passagem de 100 mL de água destilada pelo cartucho, ficando os compostos fenólicos adsorvidos no mesmo (Figura 2C). O extrato de juçara, livre de interferentes, foi eluído do cartucho com 50 mL de metanol acidificado com 0,01% de HCl (NORATTO et al., 2010) (Figura 2D).

Após purificação, a análise de compostos fenólicos totais foi realizada utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, segundo metodologia descrita por Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventos (1999).

A leitura da absorbância da solução final (após uma hora de estabilização da reação) foi realizada a 760 nm em

Figura 2 - Esquema para purificação do extrato de juçara.



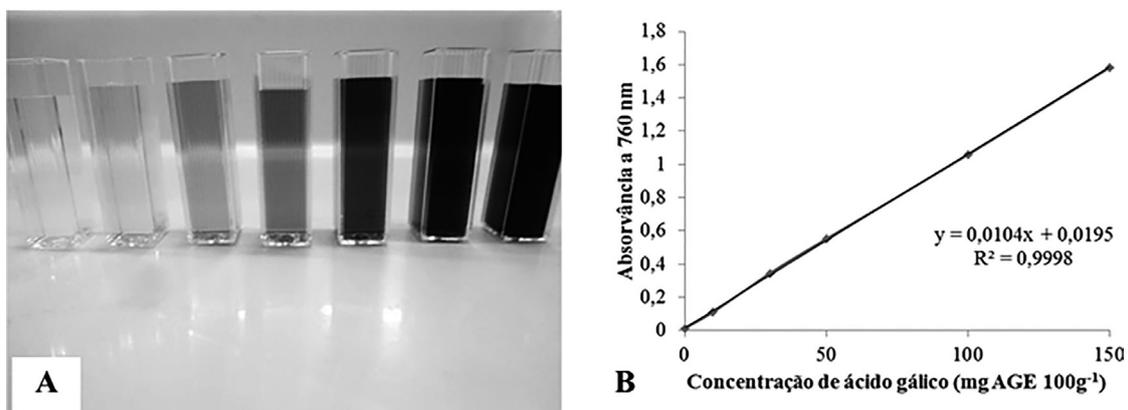
A – acondicionamento do cartucho de separação C18; B – percolação da amostra; C – lavagem para eluição dos interferentes; D – eluição dos analitos, compostos fenólicos.

espectrofotômetro (KASUAKI, modelo IL-227), calibrado com água destilada e a quantidade de fenólicos totais foi calculada com base na curva padrão de ácido gálico P.A. variando entre 0 e 200 mg.L<sup>-1</sup>.

Para se processar a reação, em tubos de ensaios foram adicionados: 0,6 mL da amostra devidamente diluída e 3 mL do reativo de Folin-Ciocalteu.

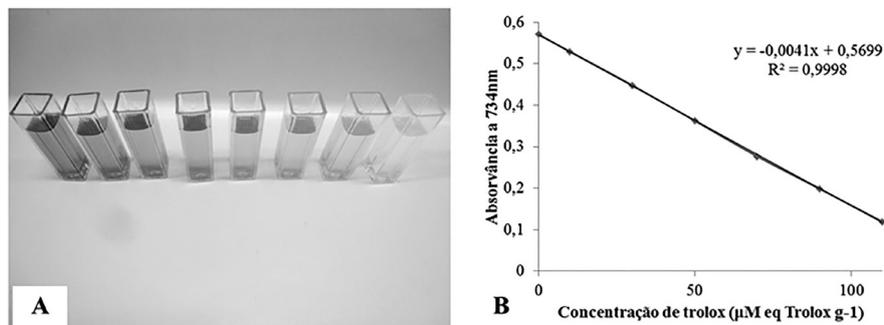
Após este procedimento, os tubos foram agitados, vigorosamente, em vórtex e em seguida foram deixados em repouso por 3 min. Em seguida, foram adicionados 2,4 mL de solução de carbonato de sódio catalisador da reação. Os tubos permaneceram em repouso por mais uma hora ao abrigo da luz e à temperatura ambiente (25 °C). A solução “branco” foi preparada

Figura 3 - Curva padrão de ácido gálico utilizada para análise compostos fenólicos.



A – curva padrão de ácido gálico; B – concentração de ácido gálico (mg AGE 100g<sup>-1</sup>) vs absorbância.

Figura 4 - Curva padrão de trolox utilizada para análise de atividade antioxidante pelo método ABTS.



A – curva padrão de trolox; B – concentração de trolox (µM eq Trolox g-1) vs absorbância.

nas mesmas condições que a amostra, sendo o volume da amostra substituído por 0,6 mL do solvente de extração. A curva padrão também seguiu o mesmo procedimento, sendo o volume da amostra substituído por 0,6 mL de cada concentração de ácido gálico previamente preparada em água destilada.

O conteúdo fenólico total foi obtido por regressão linear dos padrões de ácido gálico e o valor final foi expresso em mg AGE (ácido gálico equivalente) por 100 g de fruto (mg AGE 100g<sup>-1</sup>).

A concentração de fenólicos totais foi obtida por meio da interpolação das absorvâncias em uma curva padrão de ácido gálico construída previamente. O coeficiente de determinação da curva analítica foi de  $R^2 = 0,9998$  (Figura 3).

#### Determinação da atividade antioxidante pelo ensaio TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao trolox)

O ensaio TEAC (capacidade antioxidante equivalente ao trolox) foi realizado com o radical catiônico ABTS<sup>•+</sup>, segundo metodologia descrita por Re et al. (1999).

O cátion ABTS<sup>•+</sup> (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolona-6-sulfonado), foi formado a partir da reação de soluções aquosas de 7 mM de ABTS e 2,45 mM de persulfato de potássio (1:1), incubada a temperatura ambiente (25 °C) e na ausência de luz, por 16 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol: água 80% (v/v) até

obter uma solução com absorvância de 0,700 (± 0,02), a 734 nm. O espectrofotômetro (IL-227, KASUAKI) foi calibrado utilizando álcool etílico: água 80% (v/v).

Foi realizada a construção de uma curva analítica com o antioxidante padrão trolox variando de 0 - 110 µM. Em abrigo da luz, foi transferida uma alíquota de 0,5 mL de cada solução de trolox para tubos de ensaio, e adicionada à mesma 3,5 mL da solução do radical (ABTS<sup>•+</sup>). A mistura foi homogeneizada em agitador de tubos e mantidas ao abrigo de luz até estabilização da reação em torno de 6 min, sendo em seguida realizada a determinação da absorvância a 734 nm.

Para construção da curva da amostra, foram realizadas três diluições sequenciais (de modo a obter, após reação, absorvância na faixa da curva analítica). Seguindo os mesmos procedimentos descritos para a construção da curva analítica, uma alíquota de 0,5 mL de cada diluição da amostra foi misturada com 3,5 mL da solução do radical (ABTS<sup>•+</sup>), após estabilização da reação (6 min) a absorvância foi determinada a 734 nm. A partir desse dado foi construído um gráfico de amostra: concentração (g de amostra L<sup>-1</sup>) vs absorvância.

Para determinação da TEAC, foi

obtida a absorvância equivalente a 50 µM.L<sup>-1</sup> (trolox 50 µM.L<sup>-1</sup>) da equação da curva padrão do trolox. O valor de trolox 50 µmol.L<sup>-1</sup> foi substituído na equação da reta da curva da amostra, sendo encontrada a massa de amostra (g) equivalente a 50 µM.L<sup>-1</sup>. Previamente, esse dado foi corrigido em µM.L<sup>-1</sup> equivalente de trolox por grama de amostra (TEAC). O coeficiente de determinação da curva analítica foi de  $R^2 = 0,9998$  (Figura 4).

#### Caracterização colorimétrica

A avaliação colorimétrica foi realizada no extrato bruto de juçara, obtidos conforme descrito anteriormente (Figura 1). A análise das coordenadas L\*, a\* e b\* foi determinada por meio do colorímetro Konica Minolta (CR 10), empregando-se a escala de cor CIELAB (L\*, a\*, b\*).

A coordenada “L\*”, que varia de 0 a 100 (0= preto e 100= branco) define a luminosidade e as coordenadas “a\*” e “b\*” são responsáveis pela cromaticidade, onde “a\*” (negativo = verde e positivo = vermelho) e “b\*” (negativo = azul e positivo = amarelo).

As coordenadas C\* (cromaticidade ou saturação de cor) e h\* (ângulo de tonalidade cromática) foram calculadas a partir dos dados de a\* e b\*, pelas Equações 2 e 3, CIELCH (C\*, h\*).

Equação 2

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

Equação 3

$$h^* = \arctan (b^*/a^*)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Teor dos compostos bioativos, atividade antioxidante e característica colorimétrica do extrato de juçara**

A juçara apresentou elevada atividade antioxidante, que está correlacionada principalmente com seu conteúdo de antocianinas e demais compostos fenólicos (PEREIRA et al., 2016). Para o extrato obtido foi encontrado valores médios de

capacidade antioxidante de 487,48  $\mu\text{M}$  eq Trolox  $\text{g}^{-1}$ , pelo método ABTS (Tabela 1), valores superiores à maioria dos frutos de importância já reconhecida, tais como o açaí (231,38) e mirtilo (29,20) (REQUE et al., 2014; AUGUSTI et al., 2016).

Quanto ao teor de antocianinas e compostos fenólicos, foram encontrados valores médios de 1.365,21mg de antocianinas totais  $100 \text{ g}^{-1}$  e 10.237,16 mg AGE  $100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 1), valores superiores aos

encontrados por Batiston et al. (2013) e Augusti et al. (2016), ao analisarem compostos fenólicos do fruto de acerola (635,32) e açaí (4.040,00) respectivamente aos encontrados por Malcher; Carvalho (2011), ao analisarem teor de antocianinas do fruto de açaí (363,72-590,23). Teor semelhante de antocianinas, foram encontrados por Brito et al. (2007) e Teixeira et al. (2012) ao analisarem fruto de juçara e por Moreira et al. (2017) ao analisarem polpa de juçara.

**Tabela 1** -Valores de compostos bioativos do extrato de juçara.

Determinações	Média*	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Capacidade antioxidante ( $\mu\text{M}$ eq Trolox $\text{g}^{-1}$ )	487,48	33,18	7%
Antocianinas totais (mg $100 \text{ g}^{-1}$ )	1.365,21	6,84	1%
Compostos fenólicos (mg AGE $100 \text{ g}^{-1}$ )	10.237,16	1.007,14	10%

Resultados expressos em base úmida. Coeficiente de variação= (desvio padrão/média) x100. AGE= ácido gálico equivalente.

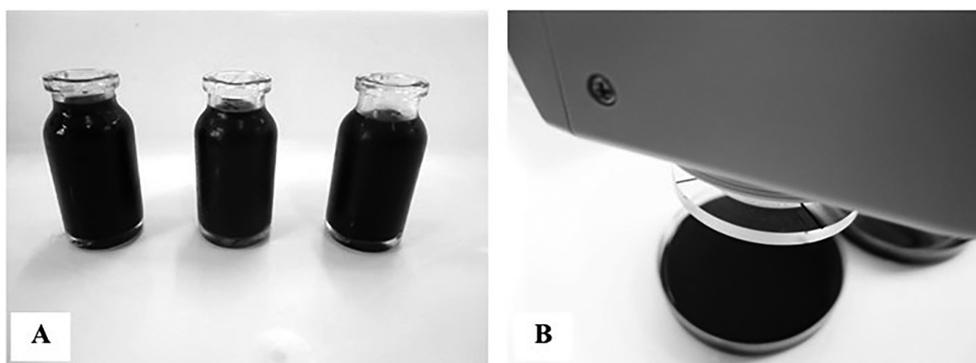
\*Média de três extrações.

**Tabela 2** - Dados colorimétricos do extrato de juçara.

Determinações	Média*	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
Coordenada L*	15,27	0,38	3%
Coordenada +a*	7,84	0,62	8%
Coordenada +b*	1,88	0,07	4%
Coordenada C*	8,06	0,58	7%
Coordenada °h*	13,55	1,51	11%

Resultados expressos em base úmida. L\*= luminosidade, a\*= vermelho vs verde, b\*= amarelo vs azul, C\*= saturação de cor (choma) e h\*= ângulo de tonalidade (radianos). \*Média de três extrações.

**Figura 5** - Extratos de juçara obtidos conforme item “Obtenção do extrato bruto”.



A – Extratos de juçara obtidos nos três processos de extração; B – Análise de cor dos extratos de juçara.

O elevado teor de antocianinas-totais e compostos fenólicos encontrado no extrato de juçara vai de encontro à alta capacidade antioxidante também observada (Tabela 1), estes resultados mostram que a juçara é boa fonte de compostos antioxidantes. Observação semelhante foi realizada por Silva et al. (2017), ao analisarem polpa de açaí.

O extrato apresentou média para a coordenada  $L^*$  de 15,27 (Tabela 2), como  $L^*$  está relacionado com a transmissão de luz (MONTES et al., 2005), extratos apresentando valores de  $L^*$  mais baixos estariam relacionados a uma maior eficiência de extração de compostos fenólicos.

Visto o baixo valor de  $L^*$  encontrado no extrato de juçara pode-se concluir que o método de extração foi eficiente (Figura 5). Entretanto, para a extração de tais pigmentos, elevados valores de  $C^*$  também seriam desejáveis pois, ainda segundo Montes et al. (2005), esta coordenada é a expressão quantitativa da cromaticidade, relacionando-se com a sensação visual de quantidade de cor. Assim, para juçara, quanto maior a extração de compostos pelos solventes utilizados no procedimento de extração, maiores serão os valores de  $C^*$  e  $a^*$ , e menores serão os valores de  $L^*$  dos respectivos extratos.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a metodologia de extração de compostos bioativos utilizada é adequada para os frutos de juçara (*Euterpe edulis* Martius), visto o elevado teor de compostos obtidos no extrato final e coloração escura do mesmo. Isto foi possível devido à proporção fruto-solvente, tipo de solvente, tempo de contato do fruto com o solvente e temperatura empregada no processo de extração.

Devido ao baixo pH do extrato obtido, a metodologia descrita permite

ainda a obtenção de um extrato mais estável, além de minimizar as partículas em suspensão, já que os frutos não são macerados. Tais partículas dificultariam a purificação do extrato e as posteriores análises espectrofotométricas.

Esta metodologia pode ser utilizada pelas indústrias alimentícias no intuito de estabelecer um padrão interno de qualidade dos frutos de juçara e para verificar as características bioativas de tais frutos antes do processamento.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTI, PR et al. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*)**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA). 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150148/1/94.pdf>> Acesso em: 12/2017.
- BATISTON, WP et al. Total phenolic content and antioxidant capacity of methanolic extracts of ten fruits. **Acta Scientiarum**, v.35, p.581-585, 2013.
- BRITO, ES et al. Anthocyanins present in selected tropical fruits: Acerola, jambolao, jussara, and guajiru. **Journal of food chemistry**, v.55, p.9389-9394, 2007.
- CACACE, JE; MAZZA, G. Mass transfer process during extraction of phenolic compounds from milled berries. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.379-389, 2003.
- CARDOSO, LM; LEITE, JPV; PELUZIO, MCG. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Rev Colombiana de Ciências Químico Farmacêuticas**, v.40, p.116-138, 2011.
- CHITARRA, MIF; CHITARRA, AB. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- DAI, J; MUMPER, RJ. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v.15, p.7313-7352, 2010.
- DA SILVA, AKN et al. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Rev Bras Tecnol Agroindustrial**, v.11, p.2205-2216, 2017.
- DOMINGUES, AFN et al. Pigmentos antocianínicos do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) como evidenciadores de biofilme dental. In: PESSOA, JDC; TEIXEIRA, GHA. (Eds.). **Tecnologia para inovação nas cadeias Euterpe**. 1. ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2012. 174 p.
- FIGUEREDO, MJM et al. **Metodologia para Obtenção de Antocianinas de frutos de juçara (*Euterpe edulis*)**. Colombo, PR: Embrapa Comunicado Técnico, 2008. 6p.
- GARCIA-VIGUERA, C; ZAFRILLA, P; TOMAS-BARBERAN, FA. The use of acetone as an extraction solvent for anthocyanins from strawberry fruit. **Phytochemical Analysis**, v.9, p.274-277, 1998.
- JENSEN, J; BLACHEZ, B; EGEBO, M; MEYER, A. Rapid extraction of polyphenols from red grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.58, p.451-460, 2007.
- KHODDAMI, A; WILKES, MA; ROBERTS, TH. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. **Molecules**, v.18, p.2328-2375, 2013.
- LEES, DH; FRANCIS, FG. Standardization of pigment analysis in cranberries. **Hortscience**, v.7, p.83-84, 1972.
- MACHEIX, JJ; FLEURIET, A; BILLOT, J. **Fruit Phenolics**. CRC Boca: Press Raton, FL, 1990. 392p.
- MALCHER, ET; CARVALHO, JCT. The influence of seasonality on the anthocyanin concentrations in the açaí fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) from the Brazilian Amazon. **International**

- Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, v.1, p.224-232, 2011.
- MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. MASKAKIS, P. (Ed.). New York: Academic Press, 1982. p. 261.
- MARÇO, PH; POPPI, RJ; SCARMINIO, IS. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v.31, p.1218-1223, 2008.
- MONTES, C; VICARIO, IM; RAYMUNDO, M; FETT, R; HEREDIA, FJ. Application of tristimulus colorimetry to optimize the extraction of anthocyanins from Jaboticaba (*Myrcia Jaboticaba* Berg.). **Food Research International**, v.38, p.983-988, 2005.
- MOREIRA, RM et al. Development of a juçara and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **LWT - Food Science and Technology**, v.77, p.259-268, 2017.
- NORATTO, GD et al. Anticarcinogenic effects of polyphenolics from mango (*Mangifera indica*) varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.4104-4112, 2010.
- PEREIRA, DCS et al. Utilização dos frutos da palmeira-juçara (*Euterpe edulis* Martius) como estratégia para conservação da espécie e alternativa de renda para o município de Rio Pomba, Minas Gerais. In: CAMPOS, ANR et al. (Orgs.). **Ciência e Tecnologia no Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG: contribuições para a Zona da Mata Mineira**. 1. ed. Rio Pomba, MG: IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba. 2016. Cap. 1, p.6-25.
- PEREIRA, DCS et al. **Frutos da palmeira-juçara: contextualização, tecnologia e processamento**. 1. ed. Rio Pomba, MG: IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba. 2017. 102p.
- PINELO, M et al. Optimization of continuous phenol extraction from *Vitis vinifera* by products. **Food Chemistry**, v.92, p.109-117, 2005.
- REQUE, PM et al. Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.33, p.111-116, 2014.
- RE, R et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v.26, p.1231-1237, 1999.
- SINGLETON, VL; ORTHOFER, R; LAMUELA-RAVENTOS, RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v.299, p.152-179, 1999.
- SOARES, MHFB; CAVALHEIRO, ETG; ANTUNES, PA. Aplicação de extratos brutos de quaresmeira e azaléia e da casca de feijão preto em volumetria ácido-base. Um experimento para cursos de análise quantitativa. **Química Nova**, v.24, p.408-411, 2001.
- TEIXEIRA, GHA; PESSOA, JDC; LOPES, VG; LIMA, KMG. Tecnologia NIRS para análise dos frutos de açaizeiro e juçara. In: PESSOA, J.D.C.; TEIXEIRA, G.H. de A. (Eds.). **Tecnologia para inovação nas cadeias Euterpe**. 1. ed. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2012. 174 p.
- TEIXEIRA, LN; STRINGHETA, PC; OLIVEIRA, FA. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Rev Ceres**, v.55, p.297-304, 2008.
- XAVIER, MF; LOPES, TJ; QUADRI, MGN; QUADRI, MB. Extraction of red cabbage anthocyanins: optimization of the operation conditions of the column process. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, p.143-152, 2008.

# Leia e assine a Revista Higiene Alimentar

UMA PUBLICAÇÃO DEDICADA AOS PROFISSIONAIS E EMPRESÁRIOS DA ÁREA DE ALIMENTOS

**Redação:**

Rua das Gardêneas, nº 36 - Mirandópolis CEP 04047-010 - São Paulo - SP  
 Fone: (15) 3527-1749 / (11) 5589-5732 e-mail: redacao@higienealimentar.com.br  
 www.higienealimentar.com.br

