

## Caracterização físico-química da polpa de híbridos interespecíficos entre *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*

Physicochemical characterization of the pulp of interspecific hybrids between *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*

Caracterización fisicoquímica de la pulpa de híbridos interespecíficos entre *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria*

Recebido: 28/11/2023 | Revisado: 05/12/2023 | Aceitado: 06/12/2023 | Publicado: 08/12/2023

**Ana Vânia Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0369-6851>  
Embrapa Amazônia Oriental, Brasil  
E-mail: [ana-vania.carvalho@embrapa.br](mailto:ana-vania.carvalho@embrapa.br)

**Elivaldo Modesto Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3972-9846>  
Universidade Federal do Pará, Brasil  
E-mail: [e.junior.uepa2012@hotmail.com](mailto:e.junior.uepa2012@hotmail.com)

**Renan Campos Chisté**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4549-3297>  
Universidade Federal do Pará, Brasil  
E-mail: [rechisté@ufpa.br](mailto:rechisté@ufpa.br)

**Maria do Socorro Padilha de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4753-2018>  
Embrapa Amazônia Oriental, Brasil  
E-mail: [socorro-padilha.oliveira@embrapa.br](mailto:socorro-padilha.oliveira@embrapa.br)

### Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar físico-quimicamente amostras de polpa de híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* x *E. precatoria*, bem como analisar o rendimento em polpa e o perfil de antocianinas nas amostras. O rendimento em polpa para os híbridos estudados foi de 34,63% para o híbrido 1 e de 24,42% para o híbrido 2. Foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre as duas amostras para as análises de lipídeos, proteínas e antocianinas, com o híbrido interespecífico 2 apresentando os maiores teores para as análises mencionadas. Com relação ao perfil de antocianinas, observou-se que o híbrido 1 apresentou valor mais elevado de cianidina 3-glicosídeo em comparação com a rutinosídeo, ao contrário do que foi observado para o híbrido 2, que apresentou teor superior de cianidina 3-rutinosídeo. Isso indica que entre os híbridos 1 e 2, houve a predominância genética de *E. oleracea* para o híbrido 1 e de *E. precatoria* para o híbrido 2, com relação ao perfil de antocianinas.

**Palavras-chave:** Composição; Cromatografia; Perfil de antocianinas.

### Abstract

The objective of this study was to physicochemically characterize pulp samples of interspecific hybrids between *E. oleracea* x *E. precatoria*, as well as to analyze the pulp yield and anthocyanin profile in the samples. The pulp yield for the hybrids studied was 34.63% for hybrid 1 and 24.42% for hybrid 2. Statistically significant differences were found between the two samples for the analysis of lipids, proteins and anthocyanins with the interspecific hybrid 2 presenting the highest levels for the aforementioned analyses. Regarding the anthocyanin profile, it was observed that hybrid 1 had a higher value of cyanidine 3-glucoside compared to rutinose, contrary to what was observed for hybrid 2, which had a higher content of cyanidin 3-rutinoside. This indicates that between hybrids 1 and 2, there was a genetic predominance of *E. oleracea* for hybrid 1 and *E. precatoria* for hybrid 2, in relation to the anthocyanin profile.

**Keywords:** Composition; Chromatography; Anthocyanin profile.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue caracterizar fisicoquímicamente muestras de pulpa de híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* x *E. precatoria*, así como analizar el rendimiento de pulpa y el perfil de antocianinas en las muestras. El rendimiento de pulpa para los híbridos estudiados fue de 34.63% para el híbrido 1 y de 24.42% para el híbrido 2. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras, para el análisis de lípidos, proteínas y antocianinas, siendo el híbrido interespecífico 2 el que presenta los niveles más altos para los análisis antes mencionados. En cuanto al perfil de antocianinas, se observó que el híbrido 1 tuvo un mayor valor de cianidina 3-glucósido en comparación con el rutinósido, contrario a lo observado para el híbrido 2, que tuvo un mayor contenido

de cianidina 3-rutinósido. Isto indica que entre los híbridos 1 y 2, hubo un predominio genético de *E. oleracea* para el híbrido 1 y *E. precatória* para el híbrido 2, con respecto al perfil de antocianinas.

**Palabras clave:** Composición; Cromatografía; Perfil de antocianinas.

## 1. Introdução

Os frutos de açaí das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória* são amplamente conhecidos e consumidos na Amazônia brasileira, e ambas as espécies veem despertando interesse tanto da comunidade científica quanto da indústria de alimentos devido ao seu alto valor nutricional, teores relacionados de lipídios, fibras, proteínas e minerais, e seu teor de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, relacionados a atividades cardioprotetoras, antiinflamatórias e antiproliferativas (Yamaguchi et al., 2015; Torma et al., 2017). Além dos nutrientes, o açaí é fonte de grande quantidade de compostos fenólicos, principalmente antocianinas. Estes pigmentos estão associados a algumas propriedades farmacológicas e medicinais, incluindo efeitos anticancerígenos (Pratheeshkumar et al., 2014) e protetores em doenças cardiovasculares (Fratantonio et al., 2015) e neurológicas (Gao et al., 2012).

Avanços no processamento e transporte de alimentos permitiram uma notável distribuição deste fruto em nível global, com uma aceitação excepcional e uma demanda crescente devido ao seu sabor e textura característicos (Acai Berry Market Research Report, 2022). Além disso, isso desencadeou um considerável crescimento no número de estudos de pesquisa sobre a composição deste fruto, levando à descoberta de que ele é um dos alimentos mais ricos em antioxidantes naturais. Cerca de 90 substâncias bioativas foram descritas no açaí, entre as quais flavonoides, lignoides e antocianinas; além disso, destacam-se ácidos graxos, quinonas, terpenos e norisoprenoides (Hanula et al., 2020; Matta et al., 2020; Maciel-Silva et al., 2022).

As antocianinas são compostos bioativos com propriedades farmacológicas significativas, como antimicrobianas, antioxidantes e até mesmo anticancerígenas (Garcia & Blesso, 2021; Nascimento et al., 2022). Na verdade, o açaí tem demonstrado um alto potencial de impacto no tratamento da doença de Alzheimer, na regulação da hipertensão, na redução do envelhecimento em camundongos e no tratamento do câncer de mama, entre outros (ALNasser et al., 2022; Martins et al., 2020).

Dentre as estratégias do programa de melhoramento genético do açaizeiro da Amazônia Oriental, tem-se a hibridação entre espécies do gênero *Euterpe* (Oliveira, 1999), com foco entre *E. oleracea* x *E. precatória* em que se busca obter genótipos que apresentem características complementares desejáveis das duas espécies ao mercado de polpa, como perfilhamento, precocidade, rendimento de polpa e teor de antocianinas, com vista a reduzir o tempo de obtenção de novos produtos. Os primeiros híbridos estão conservados no Banco Ativo de Germoplasma de Açaí dessa instituição e foram obtidos por meio de polinização controlada (Oliveira et al., 2019). Lima e Oliveira (2023) iniciaram a avaliação desses acessos para várias características morfológicas, mas há lacunas para a caracterização físico-química da polpa desses híbridos.

O objetivo deste estudo foi caracterizar físico-quimicamente amostras de polpa de híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* x *E. precatória*, bem como analisar o perfil de antocianinas nas amostras.

## 2. Metodologia

Amostras de frutos maduros de dois híbridos interespecíficos (*E. oleracea* x *E. precatória*) foram obtidas do Banco Ativo de Germoplasma de Açaí (BAG-Açaí) da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, Brasil (latitude 01°0'28"S, longitude 048°0'27"W), em novembro de 2022.

Cada amostra foi representada por, aproximadamente, 2 kg de frutos sadios e maduros, as quais logo após a análise dos cachos foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e imediatamente transportadas ao Laboratório de Agroindústria dessa instituição. Logo após a recepção, os frutos de cada amostra foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados por imersão em água contendo 30 mg/L de cloro livre por 15 min, seguido de amolecimento dos frutos

em água quente (60 °C/15 min). O despulpamento mecânico foi realizado em despulpadora própria para açaí, de aço inoxidável tipo “batedeira” (METVISA® DG.10, Belém, Brasil), previamente sanitizada (solução aquosa de hipoclorito de sódio a 200 mg/L). O despulpamento foi realizado na proporção de 2:1 (fruto:água, m/v) em um tempo médio de 5 minutos por amostra, sendo as sementes mais borra descartadas.

O rendimento (%) das polpas de açaí para cada amostra foi determinado pela razão entre a massa de polpa obtida após o despulpamento e a massa de frutos submetidos ao despulpamento. As polpas obtidas foram acondicionadas ao abrigo da luz e mantidas a -18 °C até o momento da realização das análises.

Foram realizadas análises físico-químicas em laboratório, de acordo com o que preconiza a pesquisa científica (Pereira et al., 2018). As polpas de açaí foram analisadas quanto ao teor de umidade (método n° 920,151; a 105 °C), proteína total (n° 920.152; fator de conversão nitrogênio-proteína de 6,25), lipídios totais extraídos com éter de petróleo (n° 920.39) e cinzas totais (n° 940.26), de acordo com os protocolos descritos pela Associação Oficial de Química Analítica (AOAC, 2011).

A determinação de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi realizada por espectrofotometria, seguindo o método de pH diferencial descrito por Wrolstad (2005). Os resultados foram expressos em mg equivalente de cianidina 3-glicosídeo por 100 g de polpa de açaí. Cerca de 0,1 g de polpa de açaí e 50 mL de etanol a 95% com HCl 1,5 M (85:15, v/v) foram homogeneizados por 90 segundos, seguidos por filtração (papel Whatman n° 1), e o resíduo sólido foi lavado repetidamente com etanol acidificado de forma exaustiva (Chisté et al., 2010).

Foi utilizado um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (Agilent Technologies 1260 Infinity II, Alemanha) equipado com um detector de díodo (DAD) para aquisição e processamento de dados. A separação foi realizada em uma coluna Synergi Hydro-RP 80A (250 x 4,6 mm, 4 µm) (Torrance, CA, EUA). As fases móveis A (ácido fórmico a 1%) e B (acetoneitrila) foram aplicadas da seguinte forma: taxa de fluxo de 1 mL/min; gradiente: 95% de solvente A por 10 minutos, de 95% a 90% após 6 minutos, de 90% a 85% após 10 minutos e de 85% a 75% após 15 minutos (Flores et al., 2012). As antocianinas foram detectadas a 520 nm e as curvas analíticas de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo foram construídas com concentrações variando de 5 a 100 µg/mL.

Os procedimentos analíticos foram realizados pelo menos três vezes e os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância unidirecional (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 3. Resultados e Discussão

O rendimento em polpa para os híbridos estudados foi de 34,63% para o híbrido 1 e de 24,42% para o híbrido 2. Em estudo realizado por Lisboa et al. (2022) com frutos de *E. oleracea* e *E. precatória*, os autores observaram grande variação de rendimento em polpa para os diferentes acessos das duas espécies estudadas, porém, as médias gerais para as duas espécies foram similares, de 30,32% e 30,41%, %, para *E. oleracea* e *E. precatória*, respectivamente. Carvalho e Muller (2005), ao avaliarem a caracterização biométrica e o rendimento percentual da polpa de 50 frutas nativas da Amazônia verificaram que o grupo com a categoria de baixo rendimento (21% a 40%) englobou 28% das espécies, incluindo o rendimento da polpa de açaí (*Euterpe oleracea*), com média de 26,4%.

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química dos híbridos interespecíficos de açaí.

**Tabela 1** - Caracterização físico-química de híbridos de açaí (*E. oleracea* x *E. precatória*), em base seca.

Determinação	Híbrido interespecífico 1	Híbrido interespecífico 2
Umidade (%)	84,87 ± 0,11 <sup>a</sup>	84,98 ± 0,02 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	3,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,05 ± 0,04 <sup>a</sup>
Lipídeos (%)	27,69 ± 0,04 <sup>b</sup>	28,15 ± 0,05 <sup>a</sup>
Proteínas (%)	7,47 ± 0,06 <sup>b</sup>	8,80 ± 0,01 <sup>a</sup>
Antocianinas monoméricas totais (mg/100 g)	245,02 ± 3,12 <sup>b</sup>	705,42 ± 13,36 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Fonte: Autores (2023).

Foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre as duas amostras, para as análises de lipídeos, proteínas e antocianinas, com o híbrido interespecífico 2 apresentando os maiores teores para as análises mencionadas.

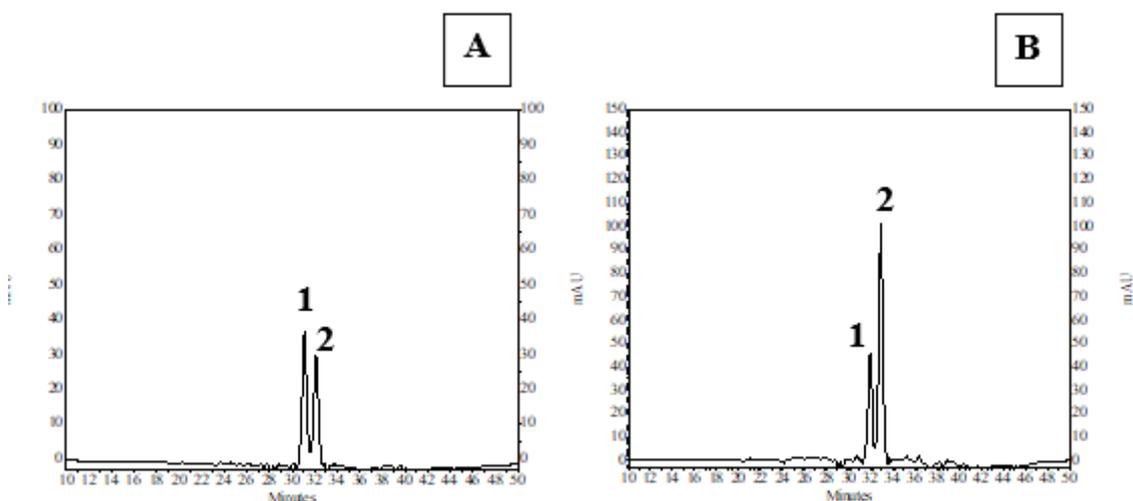
Carvalho et al. (2016) avaliando diferentes genótipos e polpas comerciais de *E. oleracea* verificaram valores variando de 6,55 a 9,19% de proteínas, 3,68 a 4,89% de cinzas e 43,74 a 52,96% de lipídeos. Os valores para cinzas e proteínas foram próximos aos observados no presente estudo, para os dois híbridos interespecíficos; porém, para o teor de lipídeos, o valor detectado foi bem inferior ao relatado por aqueles autores. Por outro lado, Lisboa et al. (2022) ao caracterizarem quimicamente polpa de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatória*, relataram valores médios de lipídeos de 25,08% para acessos pertencentes à *E. oleracea* e de 30,41% para os de *E. precatória*, valores próximos aos observados no presente estudo.

Com relação ao teor de antocianinas totais, observou-se valor de 245,02 mg/100 g para o híbrido interespecífico 1 e de 705,42 mg/100 g para o híbrido interespecífico 2, sendo o valor cerca de três vezes maior neste último híbrido. Lisboa et al. (2022) observaram teor médio de 477,46 mg/100g para diferentes acessos de *E. oleracea* e de 1044,28 mg/100g para os de *E. precatória*. Destaca-se aqui o híbrido interespecífico 2, cujo o valor obtido ficou entre os valores médios observados para as duas espécies distintas. Mattietto et al. (2016) avaliando polpas de *E. oleracea* de outros acessos oriundos do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, obtiveram valores de antocianinas totais variando de 361,10 a 1138,59 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g (b.s.). Já em polpa de *E. precatória*, Yuyama et al. (2011) observaram teores variando de 128,4 a 868,9 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g (b.s.).

A Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018 (Brasil, 2018), estabelece que polpas de açaí devem apresentar teor mínimo de antocianinas totais de 440 mg/100 g, em base seca. No presente estudo, somente o híbrido 2 apresentou teor superior ao mínimo preconizado, estando de acordo com a atual legislação.

A Figura 1 apresenta o cromatograma das antocianinas identificadas por HPLC-DAD no híbrido interespecífico 1 (A) e 2 (B), e a Tabela 2 mostra os valores individuais das antocianinas identificadas entre as amostras.

**Figura 1** - Antocianinas identificadas por HPLC-DAD em híbridos interespecíficos: Pico 1 - Cianidina 3-glicosídeo e Pico 2 - Cianidina 3-rutinosídeo.



Fonte: Autores (2023).

**Tabela 2** - Teores de antocianinas de híbridos interespecíficos (base úmida).

Antocianinas	Híbrido interespecífico 1	Híbrido interespecífico 2
Pico 1 – Cianidina 3-glicosídeo (µg/g)	256.58 ± 0.46 <sup>b</sup>	290.87 ± 0.57 <sup>a</sup>
Pico 2 – Cianidina 3-rutinosídeo (µg/g)	208.73 ± 10.54 <sup>b</sup>	613.94 ± 2.15 <sup>a</sup>
Total	465.3 ± 10.9 <sup>b</sup>	904.8 ± 2.7 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey. Fonte: Autores (2023).

Conforme a Tabela 2, é possível observar que os valores das antocianinas nos híbridos apresentaram diferenças estatísticas ( $p \leq 0,05$ ) entre si. Embora as quantidades de cianidina 3-*O*-rutinosídeo e cianidina 3-*O*-glicosídeo sejam maiores no híbrido 2, o híbrido 1 apresentou um valor mais elevado de cianidina 3-*O*-glicosídeo em comparação com a rutinosídeo. No estudo de Alavarsa-Cascale et al. (2022), ao avaliar um método de extração assistida por enzimas para as antocianinas presentes no açaí (*E. oleracea*), foram identificadas quatro antocianinas (cianidina 3-*O*-glicosídeo, cianidina 3-*O*-rutinosídeo, peonidina 3-*O*-glicosídeo e peonidina 3-*O*-rutinosídeo), sendo que a cianidina 3-*O*-rutinosídeo foi a que apresentou o maior teor; sendo o mesmo observado no híbrido 2 deste estudo. De acordo com os estudos de Peixoto et al. (2016) ao avaliarem exemplares de *E. precatória* por HPLC-UV/vis, os autores relataram três antocianinas no extrato metanol/água, que foram identificadas como cianidina-3-rutinosídeo (correspondendo a 89,44% das antocianinas) e traços de cianidina-3-glicosídeo e peonidina-3-rutinosídeo. Embora o comportamento seja similar ao observado no híbrido 2, neste estudo foi observado que 32% das antocianinas desse híbrido foi do tipo cianidina 3-glicosídeo. Assim, com relação ao perfil de aminoácidos, verificou-se que houve a predominância genética de *E. oleracea* para o híbrido 1 e de *E. precatória* para o híbrido 2.

#### 4. Conclusão

A polpa obtida dos híbridos interespecíficos entre *E. oleracea* x *E. precatória* apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as duas amostras, para as análises de lipídeos, proteínas e antocianinas totais, com o híbrido interespecífico 2 apresentando os maiores teores para as análises mencionadas. Além disso, ambos os híbridos apresentaram diferenças

expressivas para o rendimento de polpa e para o perfil de antocianinas. O híbrido interespecífico 2 apresentou maior teor de antocianinas e exibiu destaque para a predominância da cianidina 3-rutinosídeo em sua composição, ao contrário do híbrido 1.

Portanto, pesquisas futuras deverão ser realizadas com o objetivo de avaliar sistematicamente as diferenças nos constituintes químicos de novos híbridos, com foco na disponibilização de novos acessos genéticos economicamente atraentes para os produtores de açaí, visando a redução no tempo de obtenção de frutos com elevados teores de compostos bioativos.

## Referências

- Acai Berry Market Research Report. (2022). Acai Berry Market Size| Growth, Trends, Forecast, 2023-2031 ([dataintel.com](https://dataintel.com)).
- ALNasser, M. N., Mellor, I. R., & Carter, W. G. A. (2022). preliminary assessment of the nutraceutical potential of acai berry (*Euterpe sp.*) as a potential natural treatment for Alzheimer's disease. *Molecules*, 27, 4891.
- Alavarsa-Cascales D., Aliaño-González M. J., Palma M., Barbero G. F., & Carrera C. (2022). Optimization of an Enzyme-Assisted Extraction Method for the Anthocyanins Present in Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Agronomy*, 12(10), 2327. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102327>.
- Association of Official Analytical Chemists. (2011). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg: AOAC International. 2590p.
- Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. Regulamento Técnico para Fixação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 8 out. Seção 1, p. 23, 2018.
- Carvalho, J. E. U., & Muller, C. H. (2005). Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. (Comunicado técnico, 139). Belém: Embrapa Amazônia Oriental. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/404792/1/com.tec.139.ppd>.
- Carvalho, J. E. U., & Muller, C. H. (2005). Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. (Comunicado técnico, 139). Belém: Embrapa Amazônia Oriental. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/404792/1/com.tec.139.ppd>.
- Carvalho, A. V., Silveira, T. F. F., Oliveira, M. S. P., & Godoy, H. T. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5), 1467-1474, 2016.
- Chisté, R. C., Lopes, A. S., & Faria, L. J. (2010). Thermal and light degradation kinetics of anthocyanin extracts from mangosteen peel (*Garcinia mangostana* L.). *International journal of food science & technology*, 45(9), 1902-1908. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02351.x>.
- Flores, G., Dastmalchi, K., Paulino, S., Whalen, K., Dabo, A. J., Reynertson, K. A., Foronjy, R. F., D'armiento, J. M., & Kennelly, E. J. (2012). Anthocyanins from *Eugenia brasiliensis* edible fruits as potential therapeutics for COPD treatment. *Food Chemistry*, 134, 1256-1262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.086>.
- Fratantonio, D., Speciale, A., Ferrari, D., Cristani, M., Saija, A., & Cimino, F. (2015). Palmitate-induced endothelial dysfunction is attenuated by cyanidin-3-O-glucoside through modulation of Nrf2/Bach1 and NF-kB pathways. *Toxicology Letters*, 239, 152-160.
- Gao, X., Cassidy, A., Schwarzschild, M. A., Rimm, E. B. & Ascherio, A. (2012). Habitual intake of dietary flavonoids and risk of Parkinson disease. *Neurology*, 78, 1138-1145.
- Garcia, C., & Blesso, C. N. (2021). Antioxidant properties of anthocyanins and their mechanism of action in atherosclerosis. *Free Radicals and Biological Medicines*, 172, 152-166.
- Hanula, M., Wyrwisz, J., Moczowska, M., Horbánczuk, O. K., Pogorzelska-Nowicka, E., & Wierzbicka, A. (2020). Optimization of microwave and ultrasound extraction methods of açai berries in terms of highest content of phenolic compounds and antioxidant activity. *Applied Sciences*, 10, 8325.
- Lima, L. C. De S. & Oliveira, M. S. P. (2023). Fases de floração e viabilidade polínica em acessos híbridos interespecíficos de açazeiro. *Research Society and Development*, 12(8), e5812842879.2023.
- Lisboa, C. R.; Oliveira, M. S. P.; Chisté, R. C.; Carvalho, A. V. (2022). Compostos bioativos e potencial antioxidante de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* do banco ativo de germoplasma de açai. *Research, Society and Development*, 11(12), e428111234824.
- Maciel-Silva, F. W., Viganó, J., Castro, L. E. N., Sganzerla, W. G., Buller, L. S., Martínez, J., Rostagno, M. A., & Forster-Carneiro, T. (2022). Pressurized Liquid Extraction Coupled In-Line with SPE and on-Line with HPLC (PLE-SPExHPLC) for the Recovery and Purification of Anthocyanins from SC-CO<sub>2</sub> Semi-Defatted Açai (*Euterpe oleracea*). *Food Research International*, 160, 11171. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111711>.
- Martins, G. R., Amaral, F. R. L., Brum, F. L., Mohana-Borges, R., Moura, S. S., Ferreira, F. A., & Silva, A. S. A. (2020). Chemical characterization, antioxidant and antimicrobial activities of açai seed (*Euterpe oleracea* Mart.) extracts containing A- and B-type procyanidins. *LWT*, 132, 109830.
- Matta, F. V., Xiong, J., Lila, M. A., Ward, N. I., Felipe-Sotelo, M., & Esposito, D. (2020) Chemical composition and bioactive properties of commercial and non-commercial purple and white açai berries. *Foods*, 9, 1481. <https://doi.org/10.3390/foods9101481>.
- Mattietto, R. A.; Carvalho, A. V.; Lanes, N.; Oliveira, M. S. P., & Rosário, V. N. M. (2016). Composição química e nutricional da polpa de açai: comparação entre as variedades roxa e branca. In: *Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25.
- Nascimento, E., Coutinho, A. L., Silva, C. J., Lima, V. L. A. G., & Santos, J. A. (2022). In vitro anticancer properties of anthocyanins: a systematic review. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 1877(4), 188748.

- Oliveira, M. S. P. (1999). Açazeiro. In: Embrapa Amazônia Oriental. (Org.). Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1, 9-24.
- Oliveira, M. S. P., Pinheiro, T. M. S., & Fiala, M. A. (2019). Práticas para a renovação do Banco Ativo de Germoplasma de espécies do gênero *Euterpe* (açazeiros). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 12p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 315).
- Peixoto, H., Roxo, M., Krstin, S., Röhrig, T., Richling, E., & Wink, M. (2016). An anthocyanin-rich extract of acai (*Euterpe precatoria* Mart.) increases stress resistance and retards aging-related markers in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of agricultural and food Chemistry*, 64(6), 1283-1290. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05812>.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- Pratheeshkumar, P., Son, Y.; Wang, X., Divya, S. P., Joseph, B., Hitron, J. A., Wang, L., Kim, D., Yin, Y., Roy, R. V., Lu, J., Zhang, Z., Wang, Y. & Shi, X. (2014). Cyanidin-3-glucoside inhibits UVB-induced oxidative damage and inflammation by regulating MAP kinase and NF-κB signaling pathways in SKH-1 hairless mice skin. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 280, 127-137.
- Torma, P. D. C. M. R., Brasil, A. V. S., Carvalho, A. V., Jablonski, A., Rabelo, T. K., Moreira, J. C. F., & Rios, A. O. (2017). Hydroethanolic extracts from different genotypes of açai (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). *Food chemistry*, 222, 94-104.
- Wrolstad, R. E., Durst, R. W. & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 423 - 428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>.
- Yamaguchi, K. K. L., Pereira, L. F. R., Lamarao, C. V., Lima, E. S., & Veiga-Junior, V. F. (2015). Amazon açai: chemistry and biological activities: a review. *Food Chemistry*, 179, 137-151.
- Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., Silva Filho, D. F., Yuyama, K., Jesus Varejão, M., Fávoro, D. I. T.; Caruso, M. (2011). Caracterização físico-química do suco de açai de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas Amazônicos. *Acta Amazonica*, 41(4), 545-552.