

FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* M.) COMO FONTE DE ALIMENTOS FUNCIONAIS E CORANTES

Isadora da Silva Moreira¹, Marcela Raphael da Costa Ferreira¹, Jaqueline Rodrigues Cindra de Lima Souza², Tércio da Silva de Souza³, Adésio Ferreira⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus de Alegre, BR 482, Rodovia Cachoeiro/Alegre, Km 47, Distrito de Rive - 29520-000 - Alegre-ES, Brasil, isadoracalegario@gmail.com, marcelaraphael773@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus Vila Velha, Av. Ministro Salgado Filho, n 1000, Soteco/Vila Velha 29106-010- Vila Velha-ES, Brasil, jrsouza@ifes.edu.br

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus Vitória, Av. Vitória, n 1729, Jucutuquara/Vitória, 29040-780 Vitória-ES, Brasil, tssouza@ifes.edu.br

⁴Universidade Federal do Espírito Santo/Campus de Alegre, Alto Universitário, s/n, Guararema, 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, adesioferreira@gmail.com.

Resumo

A palmeira Juçara (*Euterpe edulis* MARTIUS), nativa da Mata Atlântica, é intensamente explorada para a produção de palmito, resultando em sua inclusão na lista de espécies ameaçadas. Este estudo teve como objetivo quantificar e caracterizar os compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides em genótipos de Juçara coletados nas regiões Sul e Caparaó capixaba, visando promover o consumo de seus frutos como alternativa ao palmito. O material vegetal foi coletado, a polpa extraída e seca, e os compostos foram quantificados utilizando métodos espectrofotométricos. A média de fenólicos totais foi de 174,33 mg AG/100g de polpa, antocianinas totais 191,50 µg/100g de polpa e flavonoides totais 76,18 µgQuerc./100g de polpa. Os resultados variaram significativamente entre os municípios, com destaque para Ibitirama. Estes dados indicam que fatores climáticos e agrícolas influenciam a composição dos compostos bioativos, reforçando a necessidade de estudos regionais para o aproveitamento sustentável da Juçara. A alta concentração de antocianinas na polpa reforça seu potencial para a produção de alimentos funcionais e manejo sustentável.

Palavras-chave: Compostos fenólicos. Antocianinas. Frutos de juçara. Juçaí.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica

Introdução

A palmeira Juçara (*Euterpe edulis* MARTIUS), da família Arecaceae, é amplamente valorizada pelo palmito consumido na alimentação humana, levando à intensa exploração e desmatamento na Mata Atlântica. O consumo do palmito compromete a capacidade de propagação da planta (Martins-Corder e Saldanha, 2006; Mortara et al., 2001), resultando na inclusão da espécie na lista de ameaçadas de extinção (Lima et al., 2008; Silva et al., 2004; Fisch et al., 2000). Embora a extração do palmito seja ilegal, ainda ocorre em todo território nacional (Oliveira Duarte e Milanello do Amaral, 2022).

Além do palmito, a palmeira Juçara produz frutos semelhantes ao Açaí (*Euterpe oleracea*) em sabor e cor, mas frequentemente com propriedades nutricionais superiores (Vannuchi et al., 2021; Lima et al., 2012). Os frutos contêm compostos fenólicos, como flavonoides e antocianinas, com diversas atividades farmacológicas, incluindo propriedades antibacterianas, antivirais, anti-inflamatórias, antiestrogênicas, antimutagênicas e anticancerígenas (Vannuchi et al., 2021; Favaro et al., 2018; Cheynier, 2005; Cacace e Mazza, 2002; Rice-Evans, 2001). Os flavonoides também possuem propriedades antioxidantes que protegem as células contra danos oxidativos (Cardoso et al., 2023; Vannuchi et al., 2021; Cardoso et al., 2015; Bicudo, Ribani e Beta, 2014).

Para reduzir a exploração ilegal, é essencial estimular o consumo da polpa do fruto, assim como foi feito com o açaí, que é agora uma importante fonte econômica na Amazônia (Yamaguchi et al., 2015). A polpa dos frutos da Juçara tem potencial agrônômico, nutricional, tecnológico e econômico tendo

como base os compostos bioativos, alto valor energético e a presença de ácidos graxos insaturados (Inada et al., 2015; Bicudo et al., 2014; Felzenszwalb et al., 2013;).

Estudos para caracterizar quimicamente e quantificar o conteúdo fenólico são necessários para promover o consumo alternativo da Juçara e reduzir o impacto da exploração ilegal. O objetivo deste estudo foi amostrar, extrair, quantificar e caracterizar os compostos fenólicos e antocianinas nos frutos de genótipos de Juçara das regiões Sul e Caparaó capixaba.

Metodologia

O material vegetal composto por frutos da palmeira Juçara foi coletado em fragmentos remanescentes de Mata Atlântica na região Sul e Caparaó do Estado do Espírito Santo, transportado para o Laboratório de Química Aplicada do Ifes/Alegre, congelado em refrigerador doméstico e a polpa extraída manualmente sem adição de água. As polpas dos frutos foram secas a 65°C/72h em estufa com circulação de ar forçado (MARCONI, MA035/1152), trituradas em moinho de facas do tipo Willye (FORTINOX, Star FT-50) com peneira de 2 mm, seguido de redução da granulometria em processador doméstico (MONDIAL, L-550-W) e uniformizadas por peneira de polipropileno. As amostras trituradas foram acondicionadas em embalagens de plástico laminado e armazenadas em geladeira a 4°C.

A quantificação de fenólicos totais foi realizada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999), com adaptações. Um extrato foi obtido dissolvendo 0,200 g de amostra em 4 mL de solução HCl (2,0 mol L⁻¹) por 30 minutos a 95°C em banho-maria (KACIL, BM-03), seguido de repouso por 24 horas e filtração com papel de filtro quantitativo. A quantificação envolveu a adição de 50 µL do extrato a 3 mL de água deionizada, 250 µL do reativo Folin-Ciocalteu a 50% v/v, e repouso por 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 750 µL de carbonato sódico a 20% m/v e 950 µL de água deionizada, com repouso por 2 horas. A absorbância foi medida a 756 nm em um espectrofotômetro AGILENT CARY60 UV-VIS, comparando com uma curva de calibração de ácido gálico (0,5–50,0 g L⁻¹) com a equação de regressão $\hat{Y} = 0,7697x + 0,0419$ e $R^2 = 0,999$ (Baptista et al., 2022). O teor de fenólicos totais (FNT) foi calculado pela equação FNT (mg AG/100g) = $C \cdot f_d(10) \cdot V_e / m$, onde FNT é o teor de fenólicos totais na polpa; C é a concentração (g L⁻¹) de fenólicos totais obtida pela leitura da absorbância; V_e é o volume do extrator (L); f_d é o fator de diluição da amostra; m é a massa em gramas da amostra utilizada.

As antocianinas totais foram mensuradas conforme o procedimento descrito por Francis (1982). Para isso, 0,150 g da amostra foram homogeneizadas em um tubo protegido da luz com 4 mL de solução extratora composta por etanol 95% v/v e HCl 1,5 mol L⁻¹ (85:15, v/v). A mistura foi homogeneizada e armazenada a 4°C por 24 horas no escuro. Após esse período, os sobrenadantes foram filtrados, transferidos para cubetas de polipropileno e mantidos em repouso por 2 horas à temperatura ambiente (28±2°C). A absorbância foi medida a 535 nm em um espectrofotômetro AGILENT CARY60 UV-VIS, usando como branco a solução extratora. Os teores de antocianinas foram calculados pela Equação 2: $ANT(\mu g/100g) = A_{535} \cdot V_{tubo} \cdot 10^5 / 982 \cdot L \cdot m$, onde ANT representa o teor de antocianinas por 100 gramas de polpa desidratada; A_{535} é a absorbância a 535 nm; V_{tubo} é o volume do tubo em mL; L é o caminho óptico (1 cm); e m é a massa da amostra em gramas utilizada.

Para a quantificação de flavonóis totais, o procedimento seguiu método espectrofotométrico descrito por Vennat et al. (1992) e Funari e Ferro (2006). Foram dissolvidos sob agitação (200 rpm) 100 mg de polpa desidratada em 50 mL de etanol absoluto (2 mg mL⁻¹) por 30 minutos no escuro seguido de repouso por 2 horas e filtração com papel de filtro quantitativo. Alíquotas de 5 mL do filtrado foram transferidas para balões volumétricos de 25 mL, contendo 1 mL de solução de cloreto de alumínio a 2,5% m/v. O mesmo procedimento foi realizado com solução padrão de quercetina (0-20 µg mL⁻¹) após 30 minutos, a absorbância foi medida a 535 nm em um espectrofotômetro AGILENT CARY60 UV-VIS, usando como branco a solução de concentração zero de antocianina. Os teores de flavonóis foram calculados pela equação de regressão da curva padrão de quercetina e expressos FLV (µg Querc./100g), onde FLV representa o teor de quercetina por 100 gramas de polpa desidratada.

Todas as análises foram realizadas em triplicata, submetidas à análise descritiva (boxplot), variância (ANOVA), teste F (p<0,05), Tukey (p<0,05) e correlações em ambiente R. Os resultados foram expressos pela média ± desvio padrão. Análises de correlação e regressões entre variáveis foram realizadas utilizando os pacotes “corrplot” com agrupamento hierárquico “hclust” e “mass” e “agricolae” em ambiente R (R, 2023).

Resultados

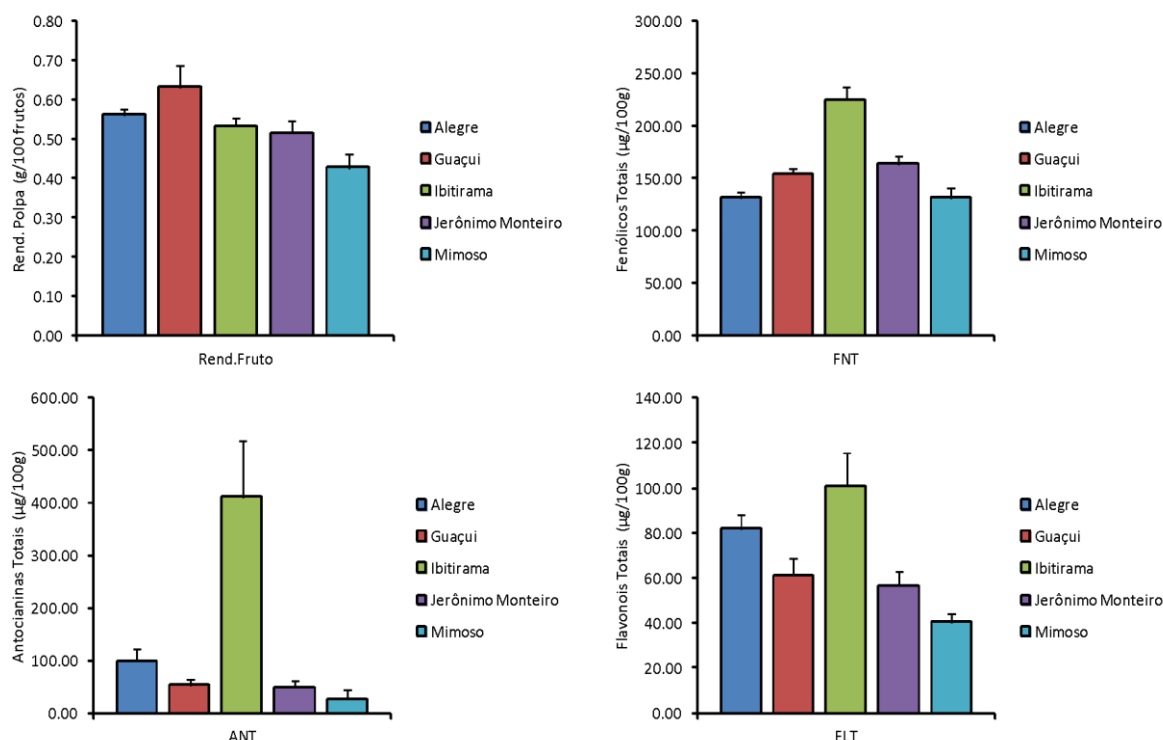
Foram amostrados e processados 200 g de frutos de Juçara em cinco municípios da Mata Atlântica no Espírito Santo. A polpa extraída manualmente e congelada foram analisados o teor de biomassa, rendimento de fruto, compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonóides totais. Os resultados apresentados na Tabela 1 constituem a média geral dos acessos analisados.

Tabela 1. Quantificação dos teores gerais de biomassa, rendimento de fruto, compostos fenólicos totais (FNT) e antocianinas totais (ANT) e flavonóis totais (FVT) na polpa dos frutos de juçara (*Euterpe edulis* M.).

Parâmetros	Teores
Biomassa	41,03 ± 0,27 (% m m ⁻¹)
Rendimento de Fruto	0,52 ± 0,01 (g/100 frutos)
Compostos Fenólicos Totais	174,33 ± 4,20 (mg/100g polpa)
Antocianinas Totais	191,50 ± 25,20 (µg/100g polpa)
Flavonóis Totais	76,18 ± 3,88 (µg/100g polpa)

Fonte: Próprio autor, 2024.

Figura 1. Teores gerais de rendimento de polpa, compostos fenólicos totais (FNT) e antocianinas totais (ANT) e flavonóis totais (FVT) na polpa dos frutos de juçara estratificados por município.



Fonte: Próprio autor, 2024.

Para identificar os acessos e municípios com maior potencial de produção de antocianinas e promover o manejo sustentável e conservação da palmeira na Mata Atlântica, os municípios foram ranqueados com base nos teores de antocianinas, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Ranqueamento dos municípios amostrados quanto ao teor de antocianinas presentes nos frutos.

Municípios/ Acessos	Antocianinas ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	N Indivíduos	Soma de Ranking ANT
Alegre	100,2	10	2
Guaçuí	52,94	11	3
Ibitirama	412,1	27	1
Jerônimo Monteiro	49,83	10	4
Mimoso do Sul	27,13	17	5
Total		75	

Fonte: Próprio autor, 2024.

Discussão

Na Tabela 1, observa-se que a biomassa média foi de $41,03 \pm 0,27\%$, representando a proporção de matéria seca da polpa presente nos frutos. O rendimento médio de polpa desidratada nos frutos foi de $0,52 \pm 0,01\text{g}/100$ frutos, um valor expressivo no que se refere ao potencial de exploração comercial. A maior média de rendimento de polpa foi registrada no município de Guaçuí, com $0,63 \pm 0,06\text{ g}/100$ frutos, enquanto o menor rendimento foi em Mimoso do Sul, com $0,43 \pm 0,04\text{ g}/100$ frutos. A palmeira produz quantidade elevada de frutos em sua infrutescência, em média 3 kg, e produz em torno de 3.325 frutos maduros, medindo aproximadamente 1,5 cm de diâmetro com peso médio de 1(um) g (Reis e Kageyama, 2000).

A média geral para os compostos fenólicos totais foi de $174,33 \pm 4,2\text{ mg AG}/100\text{g}$ polpa (Menor = 25 mg e Maior = 410 mg mg AG/100g polpa), antocianinas totais $191,50 \pm 25,20\text{ }\mu\text{g}/100\text{g}$ de polpa (Menor = 3 μg e Maior = 2801 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de polpa) e os flavonoides totais $76,18 \pm 3,88\text{ }\mu\text{g}/100\text{g}$ de polpa (Menor = 14 μg e Maior = 420 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de polpa). Os teores dos compostos bioativos (FNT, ANT e FVT) revelaram variações significativas entre os acessos e localidades, indicando que a composição dos compostos bioativos pode ser atribuída a fatores como diferenças climáticas, tipos de solo e práticas agrícolas, evidenciando a importância de estudos regionais para o aproveitamento sustentável da palmeira juçara conforme reportado por Mota, Gomes e Almeida (2020). Dessa forma propôs-se estratificar os resultados do teor de fenólicos totais e antocianinas totais por localidade/município, apresentados Figura 2.

Observaram-se diferenças significativas nos teores de fenólico totais e antocianinas totais entre os municípios, com Ibitirama apresentando maior média, ($100,95 \pm 14,68\text{ mgAG}/100\text{g}$ e $412,10 \pm 106,19\mu\text{g}/100\text{g}$) e Mimoso do Sul com menor média ($40,46 \pm 4,09\text{mgAG}/100$ e $27,13 \pm 17,51\mu\text{g}/100\text{g}$), respectivamente. Os teores de fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides totais destacam-se no município de Ibitirama. Essas variações são atribuídas a fatores climáticos, topográficos, tipos de solo e práticas agrícolas (Farias, Sanches e Petrus, 2023; Mota, Gomes e Almeida, 2020).

As antocianinas presentes na polpa dos frutos da juçara desempenham um papel crucial na saúde humana e na valorização econômica desses frutos. Essas substâncias, responsáveis pela coloração roxa intensa da polpa, são potentes antioxidantes que combatem radicais livres, contribuindo para a prevenção de doenças crônicas como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares. Além dos benefícios à saúde, as antocianinas conferem apelo estético e sensorial a produtos derivados da juçara, como sucos, sorvetes e polpas congeladas, aumentando seu valor comercial (Sachetto et al., 2022; Cardoso et al., 2018). Identificar os acessos e municípios com maior potencial para a extração e produção de antocianinas é essencial para estimular o manejo sustentável da palmeira e, consequentemente, sua conservação no bioma da Mata Atlântica.

Na soma de *ranking* dos teores médios de antocianinas nos municípios revela elevado potencial para produção destes compostos, com destaques para os acessos: IB3P6 ($2116,3\mu\text{g}/100\text{g}$), IB3P3 ($1367,7\mu\text{g}/100\text{g}$), IB3P4 ($1344,6\mu\text{g}/100\text{g}$), IB3P1 ($1108,1\mu\text{g}/100\text{g}$) e IB3P5 ($968,8\mu\text{g}/100\text{g}$). Possivelmente, estes acessos estavam em fragmento que influenciam a biossíntese e a estabilidade das antocianinas. Fatores como a temperatura, exposição à luz solar, disponibilidade de água, pH e aspectos nutricionais do solo propiciaram um melhor desempenho da maquinaria celular para a produção e estabilização das antocianinas presentes no fruto (Giusti; Wrolstad, 2003).

Conclusão

A variação nos teores de compostos bioativos entre os municípios, especialmente os altos teores de antocianinas em Ibitirama, evidencia a influência de fatores climáticos e edáficos na composição química dos frutos. O ranqueamento dos teores médios de antocianinas por município destaca Ibitirama como a região de maior potencial para exploração. Esses dados reforçam a importância de um manejo sustentável da palmeira, focando na valorização dos frutos como fonte de compostos bioativos, o que pode contribuir para a conservação da espécie e para o desenvolvimento de produtos com alto valor agregado.

Referências

- Baptista, J.O. et al. Jaboticaba genotypes: analysis of fruits, seeds, and artisanal wine. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 8, p. 1038-i, 2022. <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.08.p3461>
- Bicudo, M.O.P.; Ribani, R.H.; Beta, T. Anthocyanins, phenolic acids and antioxidant properties of juçara fruits (*Euterpe edulis* M.) along the on-tree ripening process. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, p. 142-147, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0406-0>
- Cardoso, A.L. et al. Acute consumption of juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 152-162, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.014>
- Cardoso, A.L. et al. An update on the biological activities of *Euterpe edulis* (juçara). **Planta Medica**, v. 50, n. 08, p. 487-499, 2018. <https://doi.org/10.1055/s-0044-101624>
- Cardoso, A.L. et al. Kinetic Profile of Urine Metabolites after Acute Intake of a Phenolic Compounds-Rich Juice of Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) and Antioxidant Capacity in Serum and Erythrocytes: A Human Study. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 11, p. 9555, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijms24119555>
- Cavalcanti, R.N.; Santos, D.T.; Meireles, M.A.A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems—An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 2, p. 499-509, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.007>
- Cheyrier, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 223S-229S, 2005. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.223S>
- De Lima Yamaguchi, K.K. et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>
- Farias, T.R.B.; Sanches, N.B.; Petrus, R.R. The amazing native Brazilian fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-18, 2023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2212388>
- Favaro, L.I.L. et al. Caracterização físico-química de um extrato antociânico bruto dos frutos de Jussara (*Euterpe edulis* Martius): potencial para aplicações alimentícias e farmacêuticas. **Revista da Sociedade Brasileira de Química**, v. 29, p. 2072-2088, 2018. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20180082>
- Felzenszwalb, I. et al. Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: a potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536-544, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.05.029>

Fisch, S. T. V.; Nogueira Jr, L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba – SP). **Revista Biociência**, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/biociencias/article/view/36/18>

Funari, C.S.; Ferro, V.O. Análise de própolis. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 171-178, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100028>

Giusti, M. M.; Wrolstad, R.E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical Engineering Journal**, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)

Inada, K.O.P. et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422-433, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.002>

Lees, D.H.; Francis, F.J. Standardization of pigment analyses in Cranberries. **HortScience**, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.7.1.83>

Lima, C.P. et al. Conteúdo polifenólico e atividade antioxidante dos frutos da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, v. 14, n. 2, p. 321-326, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000200011>

Lima, L.S.H.; Franco, E.T.H.; Schumacher, M.V. Crescimento de mudas de *Euterpe edulis* Martius em resposta a diferentes doses de fósforo. **Ciência Florestal**, v. 18, p. 461-470, 2008. <https://doi.org/10.5902/19805098430>

Martins-Corder, M.P.; Saldanha, C.W. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Martius. **Revista Árvore**, v. 30, p. 693-699, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500002>

Mortara, M.O.; Valeriano, D.M. **Modelagem da distribuição potencial do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) a partir de variáveis topográficas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. Resumos. Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 459-471. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.15.54/doc/0459.471.316.pdf>

Mota, F.S.; Gomes, M.A.; Almeida, D.P. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em frutos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Uma análise comparativa entre diferentes regiões. **Jornal de Química Agrícola e Alimentar**, v. 68, p. 123-130, 2020. <https://doi.org/10.1021/jf902540f2>

Oliveira Duarte, A.C.; Milanello Do AmaraL, M. Main Palm Heart-Producing Species Cultivated In Brazil. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 21, n. 3, 2022. <https://doi.org/10.18188/sap.v21i3.29602>

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e do Espírito Santo (FAPES)