

# BIOATIVIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E BIOACESSIBILIDADE GASTROINTESTINAL DE BACABINHA E DE UM NOVO PRODUTO OBTIDO A PARTIR DE SEUS RESÍDUOS

**Palavras-Chave:** *Oenocarpus minor*; compostos bioativos; digestão gastrointestinal

**Autores(as):**

**MARCO AURÉLIO DE SOUZA URBANO, FEA-UNICAMP**  
**ADRIANA DE SOUZA LIMA (coorientadora), FEA-UNICAMP**  
**Profa. Dra. GLAUCIA MARIA PASTORE (orientadora), FEA-UNICAMP**

**Coautores(as):**

**Stephanie Dias Soares, FEA-UNICAMP**  
**Cynthia Tereza Corrêa da Silva Miranda, FEA-UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma rica diversidade de espécies frutíferas, incluindo a *Oenocarpus minor*, uma palmeira nativa da Amazônia e do Cerrado, cujo fruto é conhecido como bacabinha (Rodrigues et al., 2021; Smith, 2015). Assim como as outras bacabas, a bacabinha possui importância socioeconômica especialmente em sistemas agro familiares e é frequentemente utilizada na produção de polpas (Coradin et al., 2022; de Cól et al., 2021; do Carmo Souza et al., 2021). No entanto, o processamento de polpas gera resíduos consideráveis, os quais são reconhecidos como fontes de compostos químicos valiosos. Assim, por meio de estudos e processamentos adequados, é possível obter compostos bioativos a partir desses resíduos (Barros et al., 2017; Martins et al., 2021).

Se a bacaba (*Oenocarpus bacaba*), do mesmo gênero da bacabinha, tem sido pouco estudada em comparação ao açaí (*Euterpe oleracea*), que pertence à mesma família, as *Arecáceas*, a *Oenocarpus minor* é ainda menos pesquisada. Contudo, a bacaba já provou apresentar potencial antioxidante comparável a outros frutos amazônicos, sendo promissora para a indústria alimentícia e farmacêutica (Miranda et al., 2010; Pereira et al., 2013). Isso sugere que a bacabinha pode possuir propriedades semelhantes às da bacaba, por ser do mesmo gênero, oferecendo novas oportunidades de desenvolvimento sustentável e inovação.

Até o momento, não existem estudos sobre os compostos bioativos das frações do fruto de bacabinha, incluindo a fração não comestível, considerada resíduo. Logo, com estudos e processos adequados, os resíduos podem ser aproveitados para o desenvolvimento de novos produtos, incluindo os alimentícios, o que pode contribuir para a redução dos impactos ambientais e para a agregação de valor econômico. Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades antioxidantes e a bioacessibilidade gastrointestinal da bacabinha e de um novo produto feito a partir de seus resíduos.

## METODOLOGIA

### Coleta e preparo das amostras

As amostras foram coletadas, acondicionadas e transportadas adequadamente e estocadas à - 18°C. A pesquisa desenvolvida com a espécie foi previamente registrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SISGEN, sob cadastro nº A38ECAAF. As frações do fruto foram separadas manualmente por meio de facas inoxidáveis. Parte da fração não comestível foi mantida íntegra para produção da bebida. A fração comestível e parte da fração não comestível foram liofilizadas, moídas e armazenadas em sacos metalizados hermeticamente fechados para análises posteriores.

### Umidade

A umidade foi determinada gravimetricamente em estufa a 105°C, conforme técnica preconizada pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016).

## Preparo da bebida

Os caroços foram torrados e moídos. O produto obtido foi armazenado em embalagens metalizadas e mantido a  $-20^{\circ}\text{C}$  até o momento de utilização. A preparação da bebida foi feita em uma concentração de 1:10.

## Preparo dos extratos

O procedimento do preparo dos extratos seguiu o método proposto por Arruda et al. (2018), com certas adaptações visando aprimorar a eficiência da extração dos compostos de interesse.

## Análise de compostos fenólicos e capacidade antioxidante

Nesta etapa foi quantificado o teor de compostos fenólicos totais conforme descrito por Roesler et al. (2007), os flavonoides totais foram determinados seguindo o método de (Zhishen et al., 1999), e as antocianinas monoméricas foram quantificadas de acordo com Giusti e Wrolstad (2001). Além disso, foi avaliado a capacidade antioxidante *in vitro* dos extratos de caroço e polpa de bacabinha da bebida. Para o ensaio com DPPH, foi utilizado o método adaptado por (Brand-Williams et al., 1995) e adaptado por Roesler et al. (2007). A avaliação utilizando ABTS e ORAC seguiu o protocolo de Leite et al. (2011), enquanto a análise de FRAP foi realizada conforme descrito por Firuzi et al. (2005).

## Digestão estática simulada *in vitro*

A simulação estática *in vitro* da digestão gastrointestinal de alimentos segundo o INFOGEST foi realizada seguindo a metodologia descrita por Brodkorb et al. (2019) adaptado pelo Laboratório de Bioaromas e Compostos Bioativos da Universidade Estadual de Campinas.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Umidade

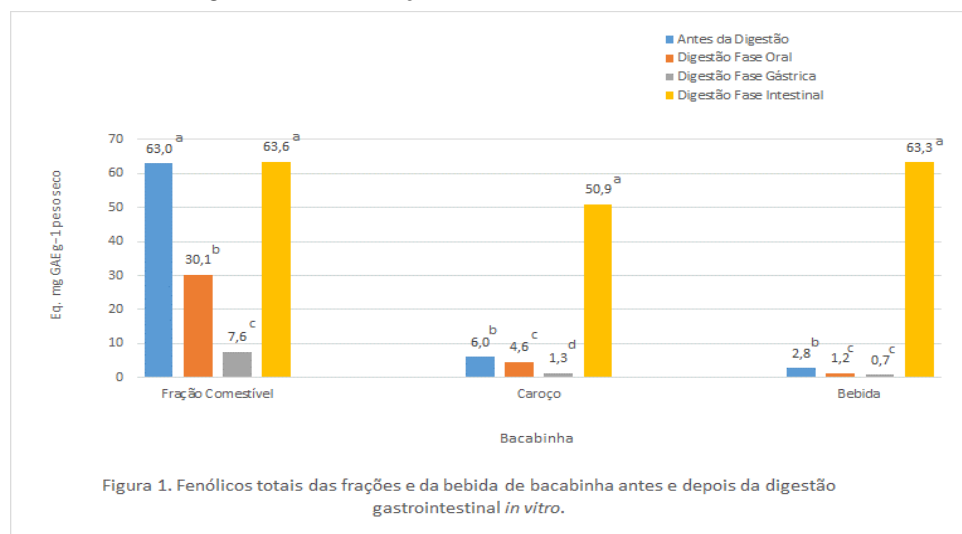
Os resultados obtidos sobre a umidade encontram-se sintetizados na Tabela 1. Abadio Finco et al. (2012) conduziu um estudo para avaliar a capacidade antioxidante da bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e investigar seus efeitos na proliferação celular. Os resultados revelaram que a polpa de bacaba (fração comestível) apresentou um teor de umidade de 43,10%, valor muito próximo ao encontrado mesmo se tratando de outra espécie.

**Tabela 1.** Umidade das frações comestível e não comestível da *Oenocarpus minor*.

Fração	Comestível	Não comestível
Umidade	41,43 $\pm$ 3,09	9,18 $\pm$ 0,86

## Fenólicos, flavonoides e antocianinas

Na análise estatística de fenólicos a fração comestível (FC) de bacabinha apresentou um teor significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que o caroço antes da digestão, nas fases Oral (FO), Gástrica (FG) e Intestinal (FI). Antes da digestão, a diferença foi cerca de 10,5 vezes maior; na FO, 6,5 vezes; na FG, 6,1 vezes; e na FI, 1,2 vezes, apenas (Figura 1).

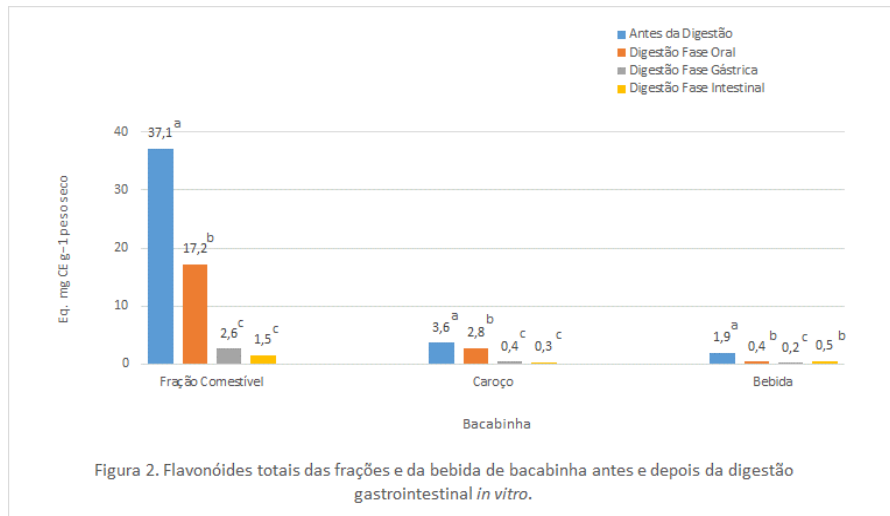


Também foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os caroços e a bebida. Antes da digestão, a diferença era cerca de 2,2 vezes maior para os caroços; na FO, 3,9 vezes; na FG, 1,7 vezes; porém na FI, o teor de fenólicos da bebida superou o dos caroços em 20%, atingindo a mesma concentração da FC.

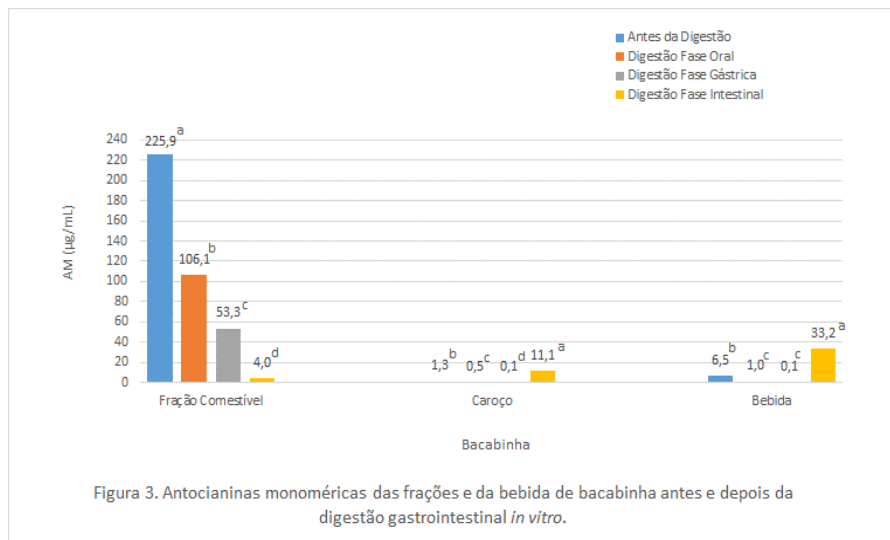
Os resultados para os flavonoides mostraram diferenças significativas ( $p <$

0,05) entre FC e o caroço. Antes da digestão, a diferença era aproximadamente 10,3 vezes maior para FC; na FO,

6,1 vezes; na FG, 6,5 vezes; e na FI, 5 vezes (**Figura 2**). Foram também identificadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o caroço e a bebida: 1,9 vezes maior para o caroço antes da digestão, 7 vezes na FO e 2 vezes na FG. No entanto, na FI, a bebida apresentou uma concentração de flavonoides significativamente superior ao do caroço em cerca de 50%.



de antocianinas 2 e 3 vezes maior, respectivamente, em comparação com o caroço.



Os dados sobre antocianinas revelaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre a FC e o caroço (**Figura 3**). Antes da digestão, a FC tinha antocianinas 173,8 vezes mais concentradas do que o caroço. Na FO, a FC apresentava um teor 212,2 vezes superior, e na FG, 533 vezes maior. Entretanto, na FI, o caroço excedeu a FC em 180%. Surpreendentemente, antes da digestão, a bebida tinha antocianinas 5, vezes mais do que o caroço. O mesmo aconteceu na FO e na FI, com a bebida apresentando um teor

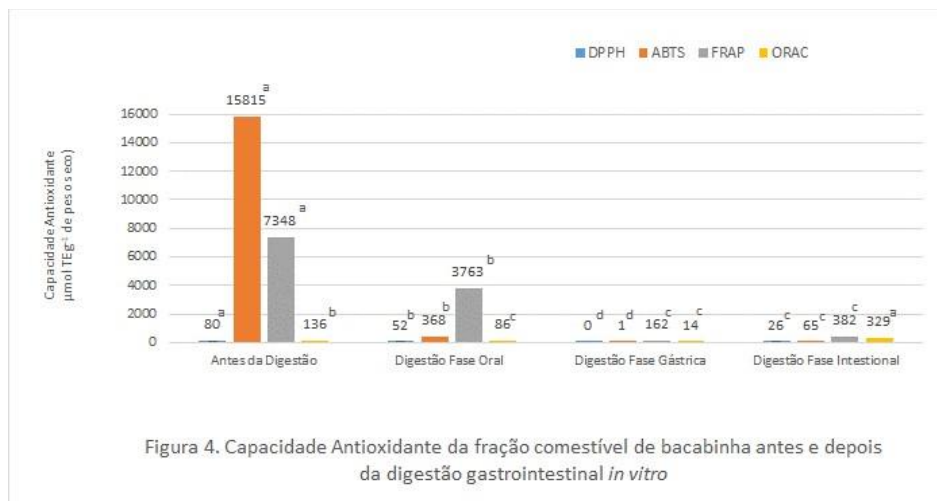
de antocianinas 2 e 3 vezes maior, respectivamente, em comparação com o caroço. Na FG, não houve diferença significativa entre ambas as amostras. Em relação à FI, a bebida apresentou 8,3 vezes mais antocianinas do que a FC. Isso indica que a FC contém concentrações iniciais de fenólicos e flavonoides muito superiores às dos caroços. No entanto, o processo de digestão intestinal tem um impacto determinante, permitindo que os fenólicos presentes nos caroços sejam liberados. Além disso, a bebida revelou ter quase a mesma concentração de fenólicos que a FC e 730% mais antocianinas na FI, destacando-se como uma fonte mais

rica desses compostos. Em relação à FC, os dados mostram que a digestão tem um impacto significativo na concentração de flavonoides e antocianinas, resultando em uma perda substancial durante esse processo. A compreensão desses processos é crucial para avaliar a eficácia desses compostos como agentes antioxidantes e seus benefícios potenciais para a saúde, levando em consideração como o processamento digestivo afeta sua biodisponibilidade e atividade biológica.

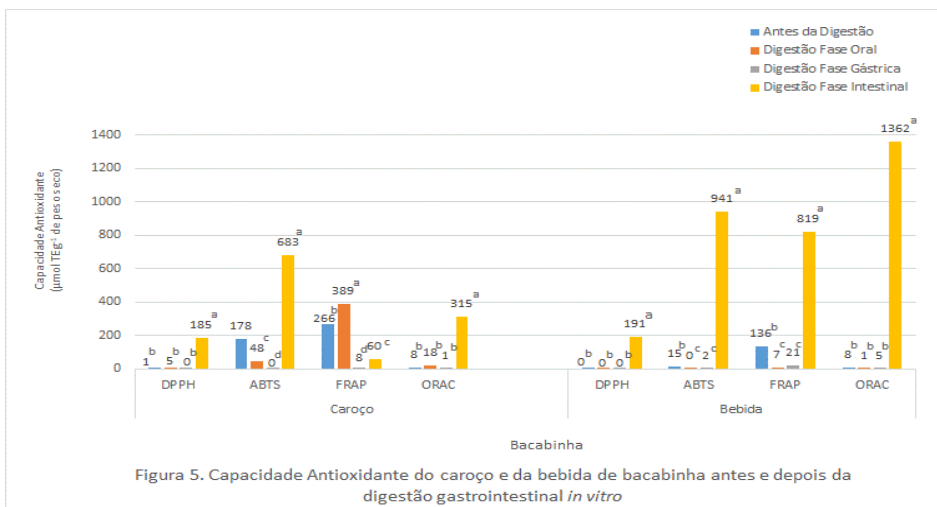
### Capacidade antioxidante

Os dados mostram (**Figura 4**) que a FC possui uma elevada capacidade antioxidante antes da digestão, especialmente medida pelos métodos ABTS e FRAP. No entanto, o processo de digestão reduz significativamente essa capacidade. Isso sugere que a digestão exerce um efeito marcante na diminuição dos compostos antioxidantes presentes na fração comestível. Isso revela também que são necessárias mais pesquisas para testar processos de estabilização ou encapsulamento dos compostos antioxidantes da FC da bacabinha para minimizar a degradação durante a digestão.

Na FI da digestão (**Figura 5**), a bebida e caroço apresentaram capacidades antioxidantes semelhantes para o teste DPPH.



Em contraste, a FC mostrou uma capacidade antioxidante significativamente menor (7,3 vezes menor que a bebida). No teste ABTS, a FI da digestão revelou que a bebida apresentou também a maior capacidade antioxidante, seguida pelo caroço, que teve uma capacidade antioxidante 40% menor que a da bebida. A FC mostrou um valor significativamente mais baixo, 14,4 vezes menor que a bebida, indicando uma menor retenção de antioxidantes nessa fase. Do mesmo modo, a bebida apresentou a maior capacidade antioxidante no FRAP na FI da digestão, sendo 2,1 vezes maior que a FC e 13,7 vezes maior que o caroço. No ORAC, a bebida foi 4,1 vezes mais eficaz que a FC e 4,3 vezes mais eficaz que o caroço. Esses resultados indicam que a bebida retém significativamente mais antioxidantes durante a digestão intestinal em comparação com as frações comestível e não comestível.



## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostraram que a fração comestível da bacabinha possuía alta capacidade antioxidante e teores elevados de compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas antes da digestão. No entanto, esses níveis diminuíram significativamente na FI, destacando a influência da digestão na disponibilidade desses compostos bioativos, o que indica a necessidade de mais pesquisas para desenvolver métodos de estabilização ou encapsulamento desses compostos para minimizar a degradação durante a digestão.

A FC apresentou teores significativamente maiores de compostos fenólicos e flavonoides do que o caroço, tanto antes quanto após a digestão. Embora o teor de antocianinas da FC tenha sido maior antes da digestão, o caroço superou a FC significativamente após o processo digestivo.

Os resíduos do processamento da bacabinha, que normalmente seriam descartados, foram transformados em uma bebida que preservou melhor os compostos bioativos durante a digestão intestinal, mostrando-se uma fonte rica e estável de antioxidantes na FI da digestão, principalmente fenólicos e antocianinas (antes da digestão a bebida tinha significativamente mais antocianinas do que o caroço e na FI mais do que a FC e o caroço), sugerindo seu potencial como suplemento alimentar funcional desses compostos.

Este novo produto se destacou por sua capacidade de preservar antioxidantes, superando tanto a fração comestível quanto a não comestível em diversos testes de capacidade antioxidante, o que ressalta a viabilidade de aproveitar resíduos agroindustriais na criação de novos produtos com benefícios funcionais e potencial econômico.

A bacabinha, com suas ricas propriedades antioxidantes, tanto na fração comestível quanto na bebida derivada de seus resíduos, apresenta-se como um recurso valioso para a indústria de alimentos e saúde na elaboração de produtos que aliam sustentabilidade e nutrição.

## BIBLIOGRAFIA

- Abadio Finco, F. D. B., Kammerer, D. R., Carle, R., Tseng, W. H., Böser, S., & Graeve, L. (2012). Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) Fruit by HPLC-DAD-MSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(31), 7665–7673. <https://doi.org/10.1021/jf3007689>
- Arruda, H. S., Pereira, G. A., de Moraes, D. R., Eberlin, M. N., & Pastore, G. M. (2018). Determination of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolics composition in the edible part of araticum fruit (*Annona crassiflora* Mart.) and its by-products by HPLC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry*, 245(December 2017), 738–749. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.120>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 2016). AOAC. Official Methods of Analysis. 20 th ed. Washington, D. C.: AOAC, 2016.
- Barros, R. G. C., Andrade, J. K. S., Denadai, M., Nunes, M. L., & Narain, N. (2017). Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. *Food Research International*, 102(July), 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.082>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brodkorb, A., Egger, L., Alming, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu-Lacanal, C., Boutrou, R., Carrière, F., Clemente, A., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Edwards, C., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., ... Recio, I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. *Nature Protocols*, 14(4), 991–1014. <https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>
- Coradin, L., Camillo, J., & Vieira, I. C. G. (2022). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. In J. C. e I. C. G. V. Lidio Coradin (Ed.), *Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretariade Biodiversidade. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: de Cól, C. D., Tischer, B., Hickmann Flôres, S., & Rech, R. (2021). Foam-mat drying of bacaba (*Oenocarpus bacaba*): Process characterization, physicochemical properties, and antioxidant activity. *Food and Bioprocess Processing*, 126, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.12.004>*
- do Carmo Souza, C. de N., Henriques Begot, L., de Campos Paraense, V., & Doce Dias de Freitas, A. (2021). CADEIA PRODUTIVA DA BACABA (*Oenocarpus bacaba* Mart) (OENOCARPUS BACABA MART) BARREIRAS, ALMEIRIM-PA. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.51896/ccs/ikwi4460>
- Firuzi, O., Lacanna, A., Petrucci, R., Marrosu, G., & Saso, L. (2005). Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by “ferric reducing antioxidant power” assay and cyclic voltammetry. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, 1721(1–3), 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2004.11.001>
- GIUSTI, M. M., & WROLSTAD, R. E. (2001). Characterization and Measurement of UNIT F1.2 Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Food Chemistry*, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125373>
- Leite, A. V., Malta, L. G., Riccio, M. F., Eberlin, M. N., Pastore, G. M., & Maróstica Júnior, M. R. (2011). Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboticaba peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(6), 2277–2283. <https://doi.org/10.1021/jf103181x>
- Martins, G. R., Guedes, D., Marques de Paula, U. L., de Oliveira, M. D. S. P., Lutterbach, M. T. S., Reznik, L. Y., Sérvulo, E. F. C., Alviano, C. S., Ribeiro da Silva, A. J., & Alviano, D. S. (2021). Açaí (*Euterpe oleracea* mart.) seed extracts from different varieties: A source of proanthocyanidins and eco-friendly corrosion inhibition activity. *Molecules*, 26(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/molecules26113433>
- Miranda, I. P. A. et al. *Ecosistemas florestais em áreas manejadas na Amazônia*. 2. ed. Manaus: INPA, 2010. 196 p.
- Pereira, S. A., Alves, H. P., Souza, C. M., & Costa, G. L. S. (2013). PROSPECÇÃO SOBRE O CONHECIMENTO DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS - inajá (*Maximiliana maripa* Aublt.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Gestão, Inovação e Tecnologias*, 3(2), 110–122. <https://doi.org/10.7198/s2237-0722201300020009>
- Rodrigues, S. T., Gonçalves, E., Joaquim, M., & Gomes, I. (2021). Características Morfométricas de *Oenocarpus* Mart., do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental. *Boletim De Pesquisa E Desenvolvimento* 153 . [www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)
- Roesler, R., Malta, L. G., Carrasco, L. C., Holanda, R. B., Sousa, C. A. S., & Pastore, G. M. (2007). Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 27(1), 53–60. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100010>
- Smith, N. (2015). *Oenocarpus mapora*. In *Geobotany Studies*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1\\_52](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05509-1_52)
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. In *Food Chemistry* (Vol. 64, Issue 4, pp. 555–559). [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)