

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DA AMORA-PRETA (cv. BRS CAINGUÁ)

### PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION, TOTAL ANTHOCYANIN CONCENTRATION AND *IN VITRO* ANTIOXIDANT CAPACITY OF BLACKBERRY (cv. BRS CAINGUÁ)

Renires dos Santos Teixeira<sup>1</sup>  
Flavia Tayná Serra Silva<sup>2</sup>  
Thaís Gonçalves Subeldia<sup>3</sup>  
Nubia Marilyn Lettnin Ferri<sup>4</sup>  
Márcia Vizzotto<sup>5</sup>  
Leonardo Nora<sup>6</sup>

Área Temática 3: (Engenharia de Alimentos, Tecnologias Agroalimentares e Sistemas Agroindustriais)  
Modalidade: Artigo Científico

#### Resumo

A busca por alimentos com propriedades funcionais e por alternativas naturais aos aditivos sintéticos tem impulsionado o interesse por frutas ricas em compostos bioativos, como as antocianinas. Além de seus potenciais benefícios à saúde, esses pigmentos naturais têm ganhado destaque como corantes alternativos na indústria de alimentos. Nesse contexto, a amora-preta cv. BRS Cainguá surge como uma cultivar promissora, ainda pouco explorada cientificamente. Devido à escassez de estudos sobre esta cultivar, o objetivo foi apresentar a composição físico-química, antocianina e capacidade antioxidante dessa amora-preta. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas, quantificação de antocianinas totais e ensaios antioxidantes. As frutas apresentaram baixo valor de luminosidade, coloração intensa e concentrações expressivas de antocianinas, associadas a uma elevada capacidade antioxidante frente aos radicais avaliados. Os resultados evidenciam o potencial da cultivar tanto para o consumo *in natura* quanto para uso em formulações de alimentos funcionais. Além disso, os atributos cromáticos e bioativos do extrato da fruta reforçam sua viabilidade como matéria-prima na produção de corantes naturais, atendendo à demanda crescente por alternativas seguras e sustentáveis aos corantes sintéticos. Recomenda-se a continuidade de estudos voltados à estabilidade dos pigmentos durante o processamento, microencapsulamento e armazenamento, visando ampliar a aplicabilidade tecnológica da BRS Cainguá.

**Palavras-Chave:** Pequena fruta, antocianinas, pigmentos naturais, alimentos

#### Abstract

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas; reniresantos@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas; flavia.belavista2@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas; thaissubeldia12@gmail.com

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; nubia.ferri@embrapa.br

<sup>5</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; marcia.vizzotto@embrapa.br

<sup>6</sup> Universidade Federal de Pelotas; l.nora@me.com

The search for foods with functional properties and natural alternatives to synthetic additives has driven interest in fruits rich in bioactive compounds, such as anthocyanins. In addition to their potential health benefits, these natural pigments have gained prominence as alternative colorants in the food industry. In this context, the blackberry cv. BRS Cainguá emerges as a promising cultivar, still little explored scientifically. Due to the scarcity of studies on this cultivar, the objective was to present the physicochemical, anthocyanin composition and antioxidant capacity of this blackberry. For this purpose, physicochemical analyses, quantification of total anthocyanins and antioxidant assays were performed. The fruits presented low luminosity value, intense coloration and expressive concentrations of anthocyanins, associated with a high antioxidant capacity against the evaluated radicals. The results demonstrate the potential of the cultivar both for in natura consumption and for use in functional food formulations. Furthermore, the chromatic and bioactive attributes of the fruit extract reinforce its viability as a raw material in the production of natural dyes, meeting the growing demand for safe and sustainable alternatives to synthetic dyes. It is recommended that studies focused on the stability of pigments during processing, microencapsulation and storage be continued, aiming to expand the technological applicability of BRS Cainguá.

**Key words: Small fruit, anthocyanins, natural pigments, food**

## 1. Introdução

A amora-preta (*Rubus* spp.) é reconhecida como uma pequena fruta de clima temperado de considerável valor nutricional, destacando-se pelo seu rico conteúdo de compostos bioativos, com ênfase nas antocianinas (Hirsch *et al.*, 2012; Moraes *et al.*, 2020; Robinson *et al.*, 2020). Essas características a tornam um ingrediente promissor. Tanto para o consumo *in natura* quanto para o desenvolvimento de produtos alimentícios com apelo funcional. Dentre eles corantes alimentícios como alternativas aos corantes sintéticos, devido a potenciais riscos à saúde (Barciela, Perez-Vazquez e Prieto, 2023; Guerrero-Rubio *et al.*, 2023; Kaya, Cetinkaya e Ozkan, 2021).

A sua composição depende majoritariamente da variação genética, o que define os atributos organolépticos, propriedades físico-químicas e bioativas resultantes das atividades metabólicas. Existem diversas cultivares de amora-preta no Brasil, dentre elas a cultivar BRS Cainguá, lançada em 2019 sendo originada pelo cruzamento da Seleção 2/96 e a cultivar Caingangue (EMBRAPA, 2019). Possui frutos alongados de tamanho grande, destacando-se visualmente diante de outras cultivares, além de apresentar um sabor doce/ácido, sendo bem aceita na comercialização como fruta fresca ou para processamento (EMBRAPA, 2019).

No entanto, para que seu potencial funcional seja devidamente explorado, é essencial o conhecimento detalhado de suas características físico-químicas e composição bioativa, especialmente em relação às antocianinas, principais responsáveis pela sua coloração intensa e

pelas propriedades antioxidantes (Belwal *et al.*, 2020; Hirsch *et al.*, 2012; Moraes *et al.*, 2020; Robinson *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo principal investigar as características físico-químicas, a concentração de antocianinas totais e a capacidade antioxidante *in vitro* da amora-preta (cv. BRS Cainguá).

## 2. Metodologia

As amostras de amora-preta da cultivar BRS Cainguá (Figura 1) foram colhidas de pomar localizado na Estação Experimental da Cascata (EEC) da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS, na safra 2023/2024. As amostras foram colhidas em estágio de maturação completa.

**Figura 1** – Imagem de amora-preta da cultivar BRS Cainguá



Fonte: Autores (2024).

A avaliação da composição centesimal da amora-preta *in natura* foi conduzida conforme os protocolos analíticos estabelecidos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). A determinação da umidade foi realizada por secagem em estufa a 70 °

C sob vácuo por 6 horas para o resíduo. O teor de cinzas foi obtido por incineração em forno mufla a 550 °C.

A determinação dos teores de lipídios e de fibra bruta foi realizada em extrator (ANKOM<sup>XT15</sup>) e (ANKOM<sup>200</sup>Fiber Analyzer) respectivamente. As análises de pH, sólidos solúveis (expresso em °Bx) e acidez titulável total (expressa em % de ácido cítrico) foram

realizadas, respectivamente, por meio de potenciômetro digital, refratômetro digital (a 20 °C) e titulação com solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>.

A avaliação da cor foi realizada com colorímetro (Konica Minolta, CR-400), uma placa branca padrão foi utilizada para calibrar o equipamento. Os parâmetros de cor foram medidos pelo método CIELAB. As coordenadas L\*, a\* e b\*. O valor de L\*, corresponde a luminância e varia de 0 (escuro) a 100 (branco). O valor a\* positivo apresenta vermelho e valor negativo verde. O valor b\* positivo denota amarelo, enquanto o valor b\* negativo denota azul.

A extração e quantificação de antocianinas foi realizada pelo método espectrofotométrico de pH único, conforme Fuleki e Francis (1968). Para a extração, em triplicata foi pesado 5 g de amora-preta em tubo tipo Falcon e adicionado etanol acidificado com ácido clorídrico (85:15), as amostras foram trituradas em Ultra-Turrax até consistência uniforme. O extrato foi centrifugado (Eppendorf Centrífuga 5430 R, Alemanha) a 3000 g a 4 °C por 20 min e coletado o sobrenadante. Para a quantificação das antocianinas monoméricas totais, alíquotas do sobrenadante foi diluído com solvente extrator, homogeneizado e realizado leitura em espectrofotômetro (SpectraMax 190, Molecular Devices, EUA) a 535 nm (o solvente extrator foi utilizado com branco). O resultado foi expresso em mg equivalente de Cianidina-3-glicosídeo/100 g de amostra em base úmida (mg EC3G/100g b.u).

A capacidade antioxidante do extrato de amora-preta foi determinada de acordo com o método 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•) descrito por Brand-Williams *et al.*, (1995). Uma alíquota de 50 µL de extrato ou solvente extrator (branco) foi combinada com e 250 µL de solução de DPPH• diluída (1,08-1,12 abs) em microplaca, homogeneizado e deixada em repouso por 30 min em temperatura ambiente sob abrigo da luz. Posteriormente, a leitura foi realizada em espectrofotômetro a 515 nm.

Foi determinado também a atividade antioxidante utilizando o radical 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS•+), de acordo com a metodologia descrita por Rufino *et al.*, (2007). Inicialmente uma solução estoque de ABTS•+ foi preparada utilizando-se 5 mL, com 88 µL de persulfato de potássio, sendo acondicionada em ambiente escuro por 16 h. Após esse período, a solução foi diluída (abs 0,70 ± 0,05). Em seguida, em microplaca foi adicionado 20 µL de extrato ou solvente extrator (branco) mais 280 µL de ABTS•+ diluído e

armazenada sob abrigo da luz por 6 min. A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis, no comprimento de onda 734 nm.

A capacidade antioxidante do extrato de amora-preta foi determinada pelo ensaio FRAP, conforme o método de Benzie e Strain (1996), com adaptações. Foram adicionados 10  $\mu\text{L}$  do extrato, 10  $\mu\text{L}$  de  $\text{FeCl}_3$  (3  $\text{mmol L}^{-1}$  em ácido cítrico 5  $\text{mol L}^{-1}$ ) e 180  $\mu\text{L}$  da solução de TPTZ (0,312  $\text{mg mL}^{-1}$  em  $\text{HCl}$  0,05  $\text{mol L}^{-1}$ ) em placa de 96 poços. A mistura foi incubada a  $37 \pm 2$  °C por 30 minutos, aguardou-se 10 minutos, e a absorbância foi lida a 620 nm em espectrofotômetro UV-Vis. Cabe salientar que todas as análises de antioxidantes o padrão utilizado foi o Trolox, e os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  equivalentes de Trolox por grama de amostra em base úmida ( $\mu\text{g ET/g b.u}$ ).

Os dados obtidos foram analisados utilizando os softwares R (versão 4.4.3) e RStudio (versão 2024.12.1+563) para obtenção das médias e respectivos desvios padrões. Para a demonstração das cores no espaço CIELab foi utilizado o programa LAB Color Chart (versão 3.0).

### 3. Resultados/Discussões

Os resultados apresentados na Tabela 01 permitem demonstrar que a amora-preta cv. BRS Caingá possui um elevado conteúdo de água, com um teor de umidade de  $84,57 \pm 1,27$  %, característica típica desta fruta. Esse alto teor de umidade está associado à sua elevada perecibilidade, o que reforça a tendência de destinação da amora-preta para a industrialização, ao invés do consumo *in natura* (Hirsch *et al*, 2012).

**Tabela 01** – Umidade, cinzas, lipídeos, fibra bruta, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) e acidez total titulável (ATT) da amora-preta cv. BRS Caingua.

Análise	Amora-preta (BRS Caingua)
Umidade (%)	84,57 ± 1,27
Cinzas (% b.u)	0,39 ± 0,01
Lipídeos (% b.u)	0,57 ± 0,06
Fibra bruta (% b.u)	2,15 ± 0,13
pH	3,31 ± 0,36
SS (°Brix)	9,51 ± 1,87
ATT (% ácido cítrico)	1,10 ± 0,31

Valores expressos como média (n=3) e desvio padrão.

O teor de cinzas foi de  $0,39 \pm 0,01\%$ , refletindo a presença de minerais (Hirsch *et al*, 2012). Além disso, o teor de fibra bruta foi de  $2,15 \pm 0,13\%$  e o de lipídeos de  $0,57 \pm 0,06\%$ , valores compatíveis com frutas deste gênero, que são caracterizadas pelo baixo teor lipídico e contribuição significativa de fibras alimentares.

O pH registrado foi de  $3,31 \pm 0,36$ , o que confirma uma acidez moderada típica desta cultivar. Embora sejam parâmetros analisados isoladamente, a combinação entre o dulçor e a acidez define a aceitabilidade e o potencial mercadológico do produto (Rotili *et al*, 2022).

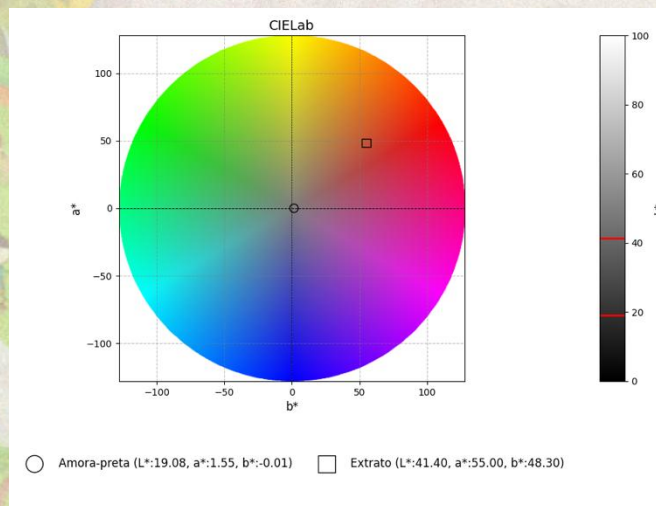
Os sólidos solúveis (SS), que indicam principalmente o teor de açúcares, apresentaram valor de  $9,51 \pm 1,87$  °Bx, um resultado que sugere um bom potencial de doçura. Esse parâmetro é fundamental para frutos destinados ao processamento, pois valores mais altos de SS garantem maior rendimento, menor custo de produção e melhor qualidade sensorial. Além disso, a relação entre SS e acidez é determinante para o sabor do fruto.

A acidez titulável total (ATT) observada foi de  $1,10 \pm 0,31\%$  de ácido cítrico, valor importante para a indústria de alimentos, pois a acidez inibe o crescimento de microrganismos, prolongando a vida útil do produto. Assim, a acidez desempenha papel fundamental tanto na

segurança quanto na qualidade sensorial do alimento. Em frutas como a amora-preta, com alta perecibilidade, esse parâmetro é ainda mais relevante (Rotili *et al.*, 2022).

No que tange a análise de cor, expressa pelo sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , o qual fornece informações relevantes sobre a aparência visual dos alimentos, especialmente no caso de frutas ricas em pigmentos naturais, como a amora-preta. Os valores obtidos neste estudo para a amora-preta *in natura* foram  $L^* = 19,08$ ,  $a^* = 1,55$  e  $b^* = -0,01$ , enquanto para o extrato da fruta os valores foram  $L^* = 41,40$ ,  $a^* = 55,00$  e  $b^* = 48,30$  (Figura 2).

**Figura 2** – Gráfico da localização da cor da amora-preta (cv. BRS Caingua) *in natura* e do extrato no espaço de cor CIELab



Fonte: Autores (2025).

A baixa luminosidade da amora-preta *in natura* ( $L^* = 19,08$ ) indica uma coloração bastante escura, característica típica de frutos ricos em antocianinas, que absorvem fortemente a luz visível. Por outro lado, o extrato apresentou um valor de  $L^*$  mais elevado (41,40), evidenciando uma coloração mais clara. Esse aumento pode estar associado à diluição dos pigmentos durante a extração e/ou à ausência de estruturas físicas do fruto (como a casca e as sementes), que contribuem para a opacidade e intensidade da cor.

Em relação ao parâmetro  $a^*$ , a amora-preta apresentou um valor muito baixo (1,55), sinalizando uma tonalidade escura com baixa saturação de vermelho. Já o extrato apresentou um valor de  $a^*$  elevado (55,00), sugerindo uma coloração vermelho intensa, condizente com a predominância de antocianinas do tipo cianidina-3-glicosídeo nessa fruta (Paun *et al.*, 2022).

O valor de  $b^*$ , foi praticamente neutro na amora-preta ( $b^* = -0,01$ ), o que reforça a predominância de tons escuros, tendendo ao roxo ou preto. Já no extrato, o valor de  $b^*$  foi bastante elevado (48,30), indicando um deslocamento na cor para tons mais quentes (avermelhados-amarelados), possivelmente devido à oxidação parcial dos pigmentos ou à presença de outros compostos fenólicos extraídos juntamente com as antocianinas.

Essas mudanças nos parâmetros de cor entre o fruto e o extrato são comuns em processos de extração, onde a separação de fases sólidas e líquidas e a mudança no pH e polaridade do meio podem alterar a expressão visual dos pigmentos.

Sabe-se que as antocianinas são consideradas substâncias seguras e não tóxicas, o que, aliado às suas propriedades funcionais, favorece sua aplicação na indústria alimentícia como corantes naturais, substituindo os corantes sintéticos que, em muitos casos, apresentam potenciais riscos à saúde humana (Enaru *et al.*, 2021).

Diante disso, realizou-se a extração e quantificação desse composto, bem como avaliação da ação antioxidante *in vitro*. A Tabela 02 apresenta os valores obtidos para os concentração de antocianinas totais e a atividade antioxidante da amora-preta cv. BRS Caingua, determinados por meio dos métodos DPPH, ABTS e FRAP. Os resultados demonstram que a amora-preta apresentou uma notável concentração de antocianinas totais. Esta alta concentração evidencia a expressiva presença dessas substâncias, que são amplamente reconhecidas como os principais responsáveis pela notável atividade antioxidante (Lee *et al.*, 2015).

**Tabela 02** - Antocianinas totais, atividade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP da amora-preta cv. BRS Caingua.

Amostra	Antocianinas (mg EC3G/100g b.u)	DPPH ( $\mu$ g ET/g b.u)	ABTS ( $\mu$ g ET/g b.u)	FRAP ( $\mu$ g ET/g b.u)
Amora-preta	330,36 $\pm$ 43,33	4246,83 $\pm$ 27	961,63 $\pm$ 64,92	662,46 $\pm$ 136,05

Valores expressos como média (n=3) e desvio padrão.

Estudos indicam que compostos como a cianidina, a delphinidina e a petunidina possuem uma capacidade antioxidante superior à da vitamina C, reforçando o potencial funcional dessas substâncias. Esse significativo potencial de atividade da capacidade antioxidante está associado a diversos benefícios à saúde humana, incluindo propriedades anti-inflamatórias e a redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como doenças

cardiovasculares, diabetes tipo 2, certos tipos de câncer e osteoporose, que estão relacionadas ao estresse oxidativo (Lee *et al.*, 2015).

A determinação da atividade antioxidante é fundamental, tanto para a garantia da qualidade dos alimentos, quanto para a avaliação de sua eficácia na prevenção e tratamento de doenças associadas ao estresse oxidativo. No presente estudo, os resultados obtidos revelaram que a amora-preta apresentou valores expressivos quando analisada pelos diferentes métodos. O método DPPH apresentou a maior atividade antioxidante, seguido pelo método ABTS, e pelo método FRAP. Esses dados confirmam o elevado potencial antioxidante da amora-preta, atribuído, principalmente, à presença significativa de antocianinas, compostos fenólicos que atuam como agentes neutralizadores de radicais livres (Lee *et al.*, 2015).

Em síntese, os resultados obtidos demonstram que a amora-preta da cv. BRS Cainguá possui elevada capacidade antioxidante, atribuída a sua expressiva concentração de antocianinas totais. Tais características ressaltam o potencial dessa fruta como uma relevante fonte de corantes naturais ricos em antocianinas, que, além de promoverem a coloração de produtos alimentícios, oferecem benefícios significativos à saúde humana. Assim, reforça-se a importância dessa fruta no contexto de uma alimentação saudável e na prevenção de doenças relacionadas ao estresse oxidativo.

#### 4. Conclusão

Os dados obtidos neste estudo indicam que a amora-preta cv. BRS Cainguá apresenta um perfil físico-químico favorável, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento. A fruta apresentou concentrações expressivas de antocianinas totais e elevada capacidade antioxidante frente a diferentes sistemas *in vitro*, o que reforça seu potencial funcional e nutricional.

O conjunto de características posiciona a BRS Cainguá como uma cultivar promissora para o consumo *in natura* e formulações de alimentos com propriedades funcionais. Além disso, destaca-se seu elevado potencial como matéria-prima de alto valor agregado para a produção de corantes naturais, atendendo à crescente por alternativas mais seguras e sustentáveis aos corantes sintéticos. O extrato da fruta mostrou-se viável sob os pontos de vista comercial e tecnológico, especialmente para a indústria alimentícia.

Recomenda-se a continuidade de estudos voltados à estabilidade dos pigmentos durante o processamento, o microencapsulamento e o armazenamento. Investigações mais aprofundadas sobre esses aspectos são fundamentais para ampliar a aplicabilidade tecnológica da BRS Caingá e consolidar sua viabilidade como fonte natural de compostos bioativos com potencial de uso como corantes funcionais.

## 5. Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (PPGCTA), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS – Processo nº 21/2551-0002257-4) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – Processo nº 409933/2021-0).

Agradecemos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Clima Temperado pela disponibilização das amostras, pelo uso do laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e pelo valioso suporte oferecido por seus pesquisadores e técnicos.

## 6. Referências Bibliográficas

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16th ed. Arlington, VA: AOAC International, 2005.

BARCIELA, P.; PEREZ-VAZQUEZ, A.; PRIETO, M. A. Azo dyes in the food industry: Features, classification, toxicity, alternatives, and regulation. **Food and Chemical Toxicology**, v. 178, p. 278–6915, 2023.

BELWAL, T. *et al.* Anthocyanins, multi-functional natural products of industrial relevance: Recent biotechnological advances. **Biotechnology Advances**, v. 43, p. 107600, 2020.

BENZIE, I.; STRAIN, J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

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)

EMBRAPA. (2019). Amora-preta BRS Caingá - Portal Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5504/amora-preta-brs-caingua>

ENARU, Bianca *et al.* Anthocyanins: Factors affecting their stability and degradation. **Antioxidants**, v. 10, n. 12, p. 1967, 2021.

GUERRERO-RUBIO, A.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, S.; GARCÍA-CARMONA, F.; GANDÍA-HERRERO, F. Consumption of commonly used artificial food dyes increases activity and oxidative stress in the animal model *Caenorhabditis elegans*. **Food Research International**, v. 169, p. 112925, 2023.

HIRSCH, G. E. *et al.* Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 942–947, 2012.

KAYA, S. I.; CETINKAYA, A.; OZKAN, S. A. Latest advances on the nanomaterials based electrochemical analysis of azo toxic dyes Sunset Yellow and Tartrazine in food samples. **Food and Chemical Toxicology**, v. 156, p. 112524, 1 out. 2021.

LEE, Sang Gil *et al.* Contribution of anthocyanin composition to total antioxidant capacity of berries. **Plant foods for human nutrition**, v. 70, p. 427-432, 2015.

MORAES, D. P. *et al.* Characterization of a new blackberry cultivar BRS Xingu: Chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant capacity in vitro and in vivo. **Food Chemistry**, London, v. 322, 126783, 2020.

PAUN, N.; BOTORAN, O. R.; NICULESCU, V. C. Total phenolic, anthocyanins HPLC-DAD-MS determination and antioxidant capacity in black grape skins and blackberries: A comparative study. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, n. 2, 2022.

ROBINSON, J. A. *et al.* Blackberry polyphenols: Composition, quantity, and health impacts from in vitro and in vivo studies. **Journal of Food Bioactives**, [S.l.], v. 9, p. 40–51, 2020.

ROTILI, Maria Cristina Copello *et al.* Bioactive compounds, bromatological and mineral characterization of blackberries in a subtropical region. **Revista Ceres**, v. 69, n. 1, p. 13-21, 2022.

RUFINO, M. DO S. M. *et al.* Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. **Comunicado Técnico**, 128 Embrapa, p. 3–6, 2007.