

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA “ELIZEU MARCIEL”
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**



Uva BRS Carmem: uma fonte rica em antocianinas

JOSÉ MATHEUS SANTOS OLIVEIRA

Comissão orientadora

Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi

Pelotas, 2024

José Matheus Santos Oliveira

Uva BRS Carmem: uma fonte rica em antocianinas

Dissertação ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de pelotas, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Cesar Valmor Rombaldi-UFPEL

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

O48u Oliveira, José Matheus Santos

Uva BRS Carmem [recurso eletrônico] : uma fonte rica em antocianinas / José Matheus Santos Oliveira ; Cesar Valmor Rombaldi, orientador. — Pelotas, 2024.
68 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Bioativos. 2. Voláteis. 3. Antioxidante. 4. Digestibilidade. I. Rombaldi, Cesar Valmor, orient. II. Título.

CDD 641.2223

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, pois nos momentos mais difíceis foi à Ele que pedi forças e sabedoria para que pudesse seguir em frente.

Aos meus pais, Silvania e Francisco e meus irmãos pelo incentivo e apoio constante, que mesmo distantes se mantiveram presentes durante cada etapa que passei. A minha namorada que sonhou esse sonho comigo e esteve ao meu lado durante todos os dias, me ajudando a superar os desafios e obstáculos que surgiram.

Aos amigos, de diferentes Estados e Países, que tive a oportunidade de conhecer na Universidade Federal de Pelotas, que me apoiaram, aconselharam e me ajudaram no desenvolvimento desse projeto. O apoio de vocês foi muito importante, tenho enorme consideração e carinho por cada um. Agradeço a Rosane Crizel por toda ajuda concedida e por toda a dedicação.

Ao professor Dr. Cesar Valmor Rombaldi pela paciência depositada, pela oportunidade, orientação e por me acolher desde o nosso primeiro contato. Sou muito grato pelos ensinamentos.

As agências financiadoras que contribuíram financeiramente para o desenvolvimento deste trabalho, em especial ao CNPq pela concessão da bolsa. À Universidade Federal de Pelotas por ter me ofertado tal oportunidade.

Resumo

OLIVEIRA, José Matheus Santos. **Uva BRS Carmem: uma fonte rica em antocianinas.**

Orientador: Dr. Cesar Valmor Rombaldi. 2024. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A cultivar de uva BRS Carmem foi lançada pela Embrapa em 2008, resultado do cruzamento entre as variedades ‘Muscat Belly A’ e ‘BRS Rúbea’. Desenvolvida para a indústria de sucos, essa uva destaca-se pelo aroma e sabor, cor violeta intensa e alto teor de açúcar. Além disso, é altamente produtiva, com rendimento de 35 a 40 toneladas por ha, e tem maturação no final de fevereiro no Rio Grande do Sul. A BRS Carmem é utilizada principalmente para suco e vinho tinto de mesa, sendo a coloração sua principal característica. Há um interesse crescente em aproveitar os resíduos da produção, ricos em compostos valiosos como antocianinas, para a indústria de alimentos ou outro setor. No entanto, ainda existem desafios técnicos e econômicos na extração e utilização desses pigmentos. Estudos adicionais são necessários para explorar o potencial antioxidante e os aspectos físico-químicos dessa variedade, visando maximizar seu valor nutricional e funcional para a indústria alimentícia. Portanto, o objetivo desse trabalho foi extrair antocianinas das bagas e cascas da uva BRS Carmem, usando um método tradicional (etanol acidificado) e quantificar e identificar por cromatografia líquida de alta eficiência, as antocianinas presentes na uva. Com esses dados foi realizado um balanço de massa das frações dos cachos da uva (engajo, sementes, polpa, casca) geradas em 1ha da uva. Com base nesses dados foi calculado a quantidade de antocianinas extraíveis de 1ha da uva BRS Carmem. 1 ha dessa cultivar gera 45 ton de uva, com 19 ton de bagas e 21 ton de cascas. Também foi realizada caracterização físico-química geral, estudo dos compostos voláteis das bagas e cascas da uva, e um estudo de digestibilidade em ‘*vitro*’ do extrato contendo antocianinas da uva Carmem. Do conjunto de avaliações, as bagas e casca da BRS Carmem apresentaram atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS+. Os compostos voláteis predominantes são 2-Hexanal e o-Cymeni. Trata-se de uma uva com cascas ricas em antocianinas sendo a Malvidina^{3,5}diglicosídeo a majoritária. 01 ha de uva Carmen gera 18 kg de antocianinas, pelo método aqui empregado. Essas antocianinas são altamente estáveis no teste de digestibilidade.

Palavras-chave: Bioativos, antioxidante, voláteis, digestibilidade

Abstract

OLIVEIRA, José Matheus Santos. **BRS Carmem Grape: A Rich Source of Anthocyanins.**

Advisor: Dr. Cesar Valmor Rombaldi. 2024. 75 pages. Dissertation (Master's in Food Science and Technology) – Department of Agroindustrial Science and Technology, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

The grape cultivar BRS Carmem was released by Embrapa in 2008, resulting from the crossbreeding of the varieties 'Muscat Belly A' and 'BRS Rúbea.' Developed for the juice industry, this grape stands out for its intense violet color, aroma, and flavor, as well as its high sugar content. Additionally, it is highly productive, yielding 35 to 40 tons per hectare, with maturity in late February in Rio Grande do Sul. BRS Carmem is mainly used for juice and red table wine, with coloration being its main characteristic. There is a growing interest in utilizing production residues rich in valuable compounds such as anthocyanins for the food industry or other sectors. However, there are still technical and economic challenges in extracting and utilizing these pigments. Further studies are needed to explore the antioxidant potential and physicochemical aspects of this variety, aiming to maximize its nutritional and functional value for the food industry. Therefore, the objective of this work was to extract anthocyanins from the berries and skins of BRS Carmem grapes using a traditional method (acidified ethanol) and quantify and identify the anthocyanins present in the grape through high-performance liquid chromatography. Based on this data, a mass balance of the grape clusters (stems, seeds, pulp, skin) generated in 1 hectare of BRS Carmem grapes was calculated to determine the extractable anthocyanin quantity. One hectare of this cultivar produces 45 tons of grapes, with 19 tons of berries and 21 tons of skins. General physicochemical characterization, study of volatile compounds in the grape berries and skins, and an in vitro digestibility study of the anthocyanin-containing extract from Carmem grapes were also conducted. Among the evaluations, BRS Carmem berries and skins showed antioxidant activity using the DPPH and ABTS+ methods. The predominant volatile compounds were 2-Hexanal and o-Cymene. This grape has anthocyanin-rich skins, with Malvidin 3,5-diglucoside being the major compound. Using the method employed here, 1 hectare of Carmem grapes yields 18 kg of anthocyanins, which are highly stable in the digestibility test

Keywords: Bioactives, antioxidants, volatiles, digestibility

Lista de figuras

Figura 1 Genealogia da cultivar BRS Carmem	12
Figura 2. Cultivar BRS Carmem	12
Figura 3. Rotas Metabólicas dos compostos fenólicos.....	15
Figura 4. Fruta	16
Figura 5. Estrutura básica dos flavonoides.....	16
Figura 6. Moléculas das antocianinas encontradas na natureza	18
Figura 7. Glicosilação	19
Figura 8. Estrutura química das antocianinas e grupos de interação	19
Figura 9. Efeito batocrômico das antocianinas em vegetais	20
Figura 10. Efeito batocrômico das antocianinas em diferentes pH.....	21
Figura 11. Partição de massa dos cachos da uva BRS Carmem, passando pela pesagem (A e B), fracionamento(C), e nova pesagem das frações que compõem os cachos.	27
Figura 12. Exposição da fibra (DVB/CAR/PDMS) aos compostos voláteis da amostra casca da uva BRS Carmem	33
Figura 13. Partição de massa (%) de cachos (engajo, casca, polpa e semente) (A) e das bagas (casca, polpa e semente) (B) de uva BRS Carmem.....	35
Figura 14. Partição de massa (Kg) antocianinas individuais presente na fração casca da uva BRS Carmem, estimada em uma produção de 45 toneladas em 1ha, com a fração residual casca correspondendo a 49%.	46
Figura 15. valores de Produtos comercializando contendo antocianinas	47
Figura 16. Myricetin and malvidin 3,5-diglycoside standart and myricetin and malvidin 3,5- diglycoside standart content (mg) from extract after in vitro digestion simulation	48
Figura 17. (A) Concentração de compostos orgânicos voláteis presente nas bagas e cascas da uva BRS Carmem; (B) (%) Percentual de composto orgânicos voláteis presentes nas bagas e cascas da uva BRS Carmem	53

Lista de Tabelas

Tabela 1- Principais Compostos Fenólicos encontrados em vegetais	15
Tabela 2- Composição de Compostos Fenólicos em frutas típicas Brasileiras	16
Tabela 3- Consumo de solventes e outros reagentes	26
Tabela 4. Delineamento experimental.....	34
Tabela 5- Compostos fenólicos totais (mg/100g), antocianinas monoméricas (mg/100g) e atividade antioxidante por DPPH (mgET/100g) e ABTS (mgET/100g) das bagas e das cascas da uva BRS Carmem.	36
Tabela 7- Ácidos fenólicos, flavanóis e flavonóis Presentes em bagas e em cascas da uva BRS Carmem	39
Tabela- 8 Antocianinas identificadas e quantificadas das bagas e cascas da uva BRS por HPLC-DAD- ESI-MS/MS (modo de ionização positiva)	44
Tabela 9. Compostos orgânicos voláteis identificados por CG-MS nas bagas e cascas da uva BRS Carmem	51

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO.....	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivo específico.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 Uva BRS Carmem.....	12
3.2 Compostos Fenólicos	14
3.4 Antocianinas.....	17
3.4 Corantes alimentícios	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Produtos químicos utilizados	25
4.2 Gestão de Resíduos	25
4.3 Material vegetal.....	26
4.4 Caracterização geral da uva BRS Carmen	27
4.5 Determinação de antocianinas totais das bagas e das cascas da uva BRS Carmem.....	28
4.6 Determinação de compostos fenólicos totais das bagas e casca da uva BRS Carmem.....	28
4.7 Determinação de atividade antioxidante das bagas e cascas da uva BRS Carmem	29
4.8 Identificação e quantificação de antocianinas e compostos fenólicos presentes nas bagas e cascas da uva BRS Carmem por LC-MS/MS.....	30
4.9 Digestibilidade	31
4.9.1 Preparação da amostra.....	31
4.9.2 Simulação de digestão bucal	31
4.9.3 Simulação de digestão gástrica.....	31
4.9.4 Simulação de digestão intestinal	32
4.9.4 Identificação e quantificação de compostos voláteis das bagas e das cascas da uva BRS Carmem.....	32
4.9.5 Determinação de ácido L-ascórbico da uva BRS Carmem	33
4.9.6 Desenho experimental e análise estatística	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1 Partição de massa da uva BRS Carmem	35
5.2 Composição físico-química geral das bagas e cascas da uva BRS Carmem.....	36
5.4 Identificação e quantificação das antocianinas das bagas e das cascas da uva BRS Carmem	42
5.5 Antocianinas por HPLC–DAD–ESI-MS/MS.....	44
5.6 Digestibilidade em “ <i>vitro</i> ”.....	48
5.6 Composto Voláteis	49
5.7 Ácido L-ascórbico.....	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	54
7. REFERÊNCIA TEÓRICO.....	55

1. INTRODUÇÃO

Com a tendência dos novos consumidores "*millennials*", os chamados "*ecos friendly*", cada vez mais exigentes, buscando alimentos mais saudáveis e sustentáveis, há necessidade de estudos que busquem alternativas que visem substituir o uso de aditivos sintéticos na indústria de alimentos (De Souza *et al.*, 2019). Embora os aditivos sintéticos sejam uma ferramenta importante e de uso amplo na tecnologia de alimentos, a tendência é reduzir o *input* na formulação de alimentos. Um dos motivos principais é o fato de serem citados como possíveis causadores de doenças como o câncer e alergias (Simão 1985; Albuquerque, Vieira *et al* 2012; De Souza *et al.*, 2019). Um dos grupos de aditivos químicos sintéticos mais criticados é dos corantes artificiais (Polônio *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2019). Nesse sentido, a indústria de alimentos busca diminuir cada vez mais a dependência do uso de aditivos sintéticos, pelo uso de substâncias obtidas de vias naturais (Grado, 2020; Monteiro, 2020). Mas, para isso, há desafios estratégicos, que incluem a prospecção de matérias-primas com abundância nesses compostos, a tecnologia de extração, preparo e conservação (método de conservação e estabilidade), além da necessidade de redução dos custos de processo e do produto (Ferrari, Ribeiro, 2012).

O uso de compostos bioativos de vegetais é uma das alternativas tangíveis para mitigar o uso de aditivos sintéticos, uma vez que conferem características que remetem o alimento à aparência natural, como sabor e\ou aroma do alimento, despertando expectativas positivas ao público consumidor pelo seu potencial funcional (Schafranski *et al* 2016; Panié, Manuela *et al* 2019). Essa estratégia se enquadra perfeitamente na perspectiva de *Food Trend 2030* e nos 17 ODS 2030 (Martinelli, Cavalli 2019; Stein, Rombaldi 2020), é nesse contexto que se buscam compostos e frações que tenham propriedades antimicrobianas (Miguel 2011), antiproliferativa (Taffarello *et al.*, 2013; Beteto *et al.*, 2015), contribuidoras para o metabolismo lipídico (Miguel 2011; Carmo 2018), antioxidante (Kuskoski, Eugenia Marta *et al.*, 2006), conferidoras de aroma, textura e coloração (Morais 2006), e conservação, por exemplo. Ressalta-se, no entanto, que, pelo fato de serem compostos naturais não significa que só tenham ações benéficas, para cada compostos ou frações, há que serem testados putativas ações benéficas e maléficas (Antunes, Araújo *et al.*, 2000).

Nesse trabalho, o foco está nos pigmentos naturais antocianinas, pela ampla demanda indústria de alimentos (Sato, Tartaro *et al.*, 2021). Elas são produzidas na via biossintética dos fenilpropanóides e são acumulados nos vacúolos das células, conferindo coloração rosa, vermelha, azul ou roxa aos vegetais (Nile *et al*, 2015; Burns *et al.*, 2000; Mazza, Maniati, 1993).

O estudo da aplicação de antocianinas na indústria se tornou uma alternativa factual e sustentável como corante natural, e por sua ação antioxidante atuando como promotora de saúde, atendendo às necessidades dos consumidores mais exigentes, que visam o bem-estar e uma alimentação mais saudável (Ongkowijoyo *et al.*, 2018; Grado, 2020).

Há uma ampla base científica e tecnológica acerca desses pigmentos, desde a compreensão do mecanismo molecular de síntese e acúmulo nas células (Mg miguel 2011), até o uso industrial (Freitas, 2019). Mas, o desafio continua. De modo geral, quando um fruto (Kuskoski, Eugenia Marta *et al.*, 2006; Carmo 2018), tubérculo, flor ou folha (Markakis, 1982; Nile, Kim *et al.*, 2015), é rico em antocianinas, a produção de biomassa é pequena, afora isso, há dificuldade de extração e de manutenção da estabilidade desses pigmentos (Março, Poppi, 2008), assim como a biodisponibilidade (Lopes *et al.*, 2007; Carmo *et al.*, 2018) e bioacessibilidade (Miguel, 2011).

Diversos estudos (Rebello *et al.* 2013; Barcia *et al.*, 2014; Mulero *et al.*, 2015; Vallverdú-queralt *et al.*, 2015; Mazza 2017), têm evidenciado as uvas como uma excelente fonte de composto fenólicos em especial as antocianinas extraíveis, principalmente no suco e no vinho (Mulero *et al.*, 2015; Vallverdú-queralt *et al.*, 2015) e nos coprodutos gerados como casca, bagaço e sementes das indústrias de sucos e vinhos (Renaud, de Logeril, 1992; Brenna, 2001; Mazza 2017). De modo geral, os estudos mostram que cultivares de “*Vitis labrusca*”, como Bord/Yves e BRS Violeta são ricas em antocianinas (De Mello, Dos Santos, 2022; Abe, mota *et al.*, 2006).

Em 2008, a Embrapa lançou a cultivar BRS’ CARMEM, derivada do cruzamento entre as variedades de uvas ‘*Muscat Belly A*’ e a ‘*BRS Rúbea*’. Essa cultivar foi desenvolvida para atender a necessidade da indústria de suco (Wruck, Jesus *et al.*, 2020). Ela apresenta características de aroma e sabor, chamando atenção pela cor do suco violeta intenso e teor de açúcar em torno de 19°Brix. A cor do suco é um indicativo da presença de antocianinas (De Mello, dos Santos, 2022), tendo a malvadinha 3,5-glicosídeo e a malvidina 3-glicosídeo, como os componentes majoritários dessas cultivares mais clássicas (da Silva *et al.*, 2023). Além disso, trata-se de uma cultivar que gera alta produtividade, chegando facilmente a 35 a 40 ton por ha. No Rio Grande Sul, embora haja variações de safra para safra, e entre regiões, em média, a maturação se dá no final de fevereiro. A produção é regular, safra após safra, com cachos relativamente grandes (300 a 400 g), compactos e com maturação uniforme. Na atualidade, essa cultivar tem dois destinos industriais majoritários: suco e vinho de mesa. Nos dois casos, a grande contribuição dessa cultivar é a coloração. Nesse estudo, o foco é a produção de extrato

enriquecido de antocianinas, principalmente a partir da fração casca, que a parte do cacho rica nesses compostos.

No entanto, como citado em revisões acerca desses pigmentos (Schafranski, 2016), há desafios estratégicos a serem superados como estabelecimento de métodos de extração viáveis sob os vieses técnico, econômico e ambiental, o desenvolvimento tecnológico para ter frações enriquecidas com esses compostos e que a estabilidade seja mantida, e, por fim, que, além dos estudos sensoriais, sejam investigados os aspectos relacionados à bioacessibilidade, absorção, translocação e atuação no organismo (Lopes *et al.*, 2007; Miguel, 2011; Carmo *et al.*, 2018). Esse tema está muito bem descrito na revisão de Wu *et al.*, (2022).

Em síntese ainda há escassez de estudos em relação a extração desse pigmento nessa variedade de uva, tornando-se necessário um estudo analítico colocando em evidência a uva como uma latente fonte de possível extração de antocianinas, viabilizando o rendimento do fruto de forma global, caracterizando-a segundo seus aspectos físico-químicos e estruturais e determinar seu potencial antioxidante (Grado *et al.*, 2020; Sato, Tartaro *et al.*, 2021). Diante do exposto, esse estudo visa obter extratos enriquecidos de antocianinas e caracterizá-los por métodos clássicos e robustos.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a uva Carmen, na forma integral e frações (Bagas e Casca), e valorizar a casca como fonte de antocianinas, numa perspectiva nutricional e como fonte de pigmento natural

2.2 Objetivo específico

- Fracionar as partes da uva BRS Carmem e realizar o balanço de massa das frações: bagas, cascas, polpa, sementes e engaço.
- Caracterizar a uva BRS Carmem em termos de composição físico-química, avaliando parâmetros relevantes para o estudo.
- Extrair antocianinas das bagas e cascas da uva BRS Carmem utilizando o método de extração com etanol acidificado.
- Identificar e quantificar compostos fenólicos e antocianinas presentes nas bagas e cascas da uva BRS Carmem por meio de cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detector de arranjo de diodos e espectrometria de massa (HPLC-DAD-ESI-MS/MS).

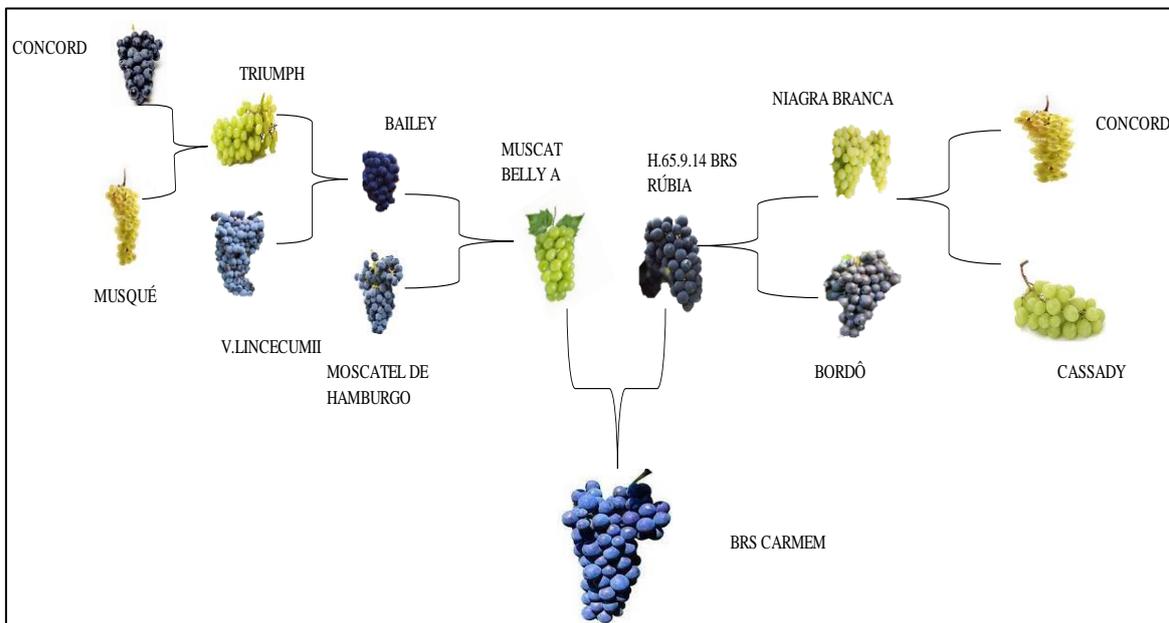
- Analisar a digestibilidade *in vitro* do extrato rico em miricetina e malvidina 3,5-diglicosídeo extraído da casca da uva BRS Carmem.
- Analisar a composição volátil das Bagas e cascas da uva BRS Carmem.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Uva BRS Carmem

A uva Carmem é uma cultivar híbrida interespecífica, foi desenvolvida pelo programa de Melhoramento Genético “Uvas do Brasil”, voltado para a obtenção de cultivares para mesa, suco e vinho, especialmente adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas brasileiras. A primeira produção da uva ocorreu no ano de 1999, após estudos de cruzamentos genéticos (figura 1) originarem uma planta com boa fertilidade. A uva apresenta cor violácea, aroma e sabor semelhantes aos da framboesa, além de ser resistente às principais doenças fúngicas que acometem outras variedades de uvas (Embrapa, 2019).

Figura 1- Genealogia da cultivar BRS Carmem



Fonte: adaptado da Embrapa 2008

Antes denominada CNPUV 188-2, a uva Carmem recebeu esse nome após seu lançamento pela Embrapa em 2008 (Camargo, Maia *et al.*, 2008). Segundo Mello e Santos (2021), ela se destaca no cenário nacional em relação às outras variedades de uva devido ao seu

ciclo tardio e à sua alta produtividade, sendo uma alternativa para a extensão do período de produção das indústrias de suco da região sul do Brasil. Entre 2002 e 2007, a uva Carmem passou por vários estudos nos quais se avaliava sua adaptação e produção em estados como MG, MT, SP e PR. Ela se mostrou promissora em adaptação e alta produtividade na Serra Gaúcha e no Paraná (Camargo, Maia *et al.*, 2008).

Agronomicamente, a uva Carmem apresenta características vigorosas e exuberantes. Seus brotos têm extremidades abertas com pelos longos, superfícies de folhas jovens com coloração verde esbranquiçada e bordas carmim. As folhas adultas são grandes, com formato pentagonal trilobado, coloração antociânica, onduladas e bolhosas, com pelos longos na face inferior, dentes retilíneos, seios peciulares em lira e pecíolo mais curto. Os cachos pesam em torno de 200g. Geralmente, apresenta gemas de alta fertilidade com dois cachos. As bagas medem em média 17mm x 19mm. O cacho é cilíndrico, alado com pêndulo curto, e as bagas possuem formato largo elíptico, com película grossa de cor preta/azulada (figura 2). A polpa é incolor, firme, com sementes normais, pesando em média 6,20g/100 sementes. O teor de açúcar varia em torno de 19° Brix, a acidez total em torno de 70 ml/L e o pH é de 3,60. Essas características se devem ao alto desenvolvimento vegetativo dessa cultivar (Camargo, Maia *et al.*, 2008; Wruck, Jesus *et al.*, 2020; Melo, Santos, 2021).

Figura 2- Cultiva BRS Carmem



Fonte: Embrapa 2008

Essa cultivar tem alto potencial produtivo devido ao elevado vigor vegetativo e apresenta tolerância às principais doenças da videira, como o míldio, sendo uma boa alternativa para o cultivo orgânico. A cultivar possui como características o sabor e aroma típicos de “*Vitis*

labrusca”, teor de açúcar de 19° Brix, acidez total do mosto de 70 mEq/L e mosto de coloração violácea intensa (Embrapa Uva e Vinho, 2008). O suco da BRS Carmem é equilibrado em açúcar e acidez, apresenta intensa cor violácea, aroma e sabor aframboesados. Pode ser consumido puro ou em blends com sucos de outras cultivares, aportando-lhes cor, aroma e sabor. Também pode ser utilizado para a elaboração de vinho de mesa (Embrapa Uva e Vinho, 2008).

Não há dados oficiais sobre a produção e projeção da produção da uva BRS Carmem por estado no Brasil. No entanto, é possível estimar a participação da cultivar na produção total de uvas para processamento nas regiões onde ela é cultivada, com base nos dados do IBGE (2020). Segundo o IBGE (2020), a produção total de uvas para processamento no Brasil foi de 1.411.437 toneladas em 2020, sendo que 90,6% dessa produção foi concentrada na região Sul (1.278.762 t), seguida pela região Sudeste (121.675 t) e Nordeste (10.999 t).

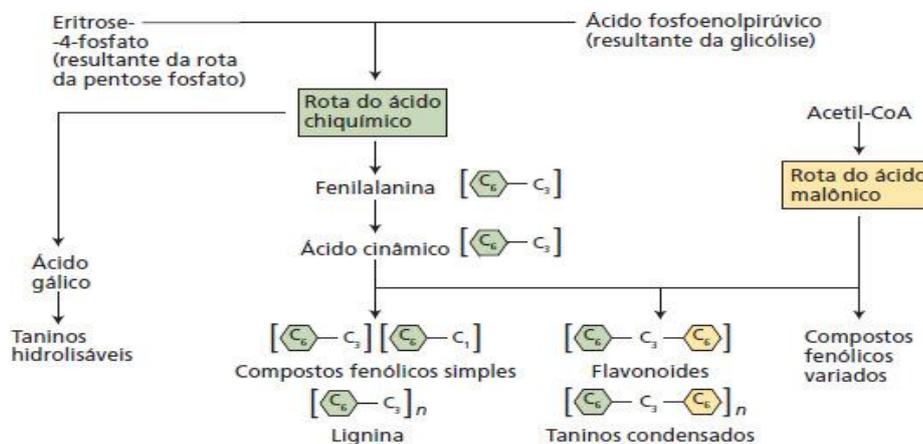
Na região Sul, o estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor de uvas para processamento em 2020, com 1.107.559 t (86,6% da produção regional), seguido pelo Paraná (97.203 t) e Santa Catarina (74.000 t) (IBGE, 2020). Na região Sudeste, o estado de São Paulo foi o maior produtor de uvas para processamento em 2020, com 105.000 t (86,3% da produção regional), seguido por Minas Gerais (15.000 t) e Espírito Santo (1.675 t) (IBGE, 2020). Na região Nordeste, o estado da Bahia foi o maior produtor de uvas para processamento em 2020, com 10.000 t (90,9% da produção regional), seguido por Pernambuco (999 t) (IBGE, 2020). Considerando que a cultivar BRS Carmem é recomendada para cultivo na região Norte do Paraná e na Serra Gaúcha (Embrapa Uva e Vinho, 2008), pode-se estimar que ela represente uma parcela da produção de uvas para processamento nesses estados. Segundo a Embrapa Uva e Vinho (2008), a área plantada com a cultivar BRS Carmem no Brasil era de cerca de 500 hectares em 2008. Não há dados mais recentes sobre a evolução dessa área.

3.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são formados por uma ampla variedade de metabólitos secundários, caracterizados por possuir um grupo hidroxila ligado a um anel aromático de seis átomos de carbono, contendo três duplas ligações. Pode haver mais de uma hidroxila (OH) por anel (Delphine *et al.*, 2019). A grande maioria desses compostos é solúvel em água e ocorre na forma de glicosídeos (que, ao contrário dos alcaloides, não apresentam nitrogênio em sua fórmula estrutural) e ácidos carboxílicos (Delphine *et al.*, 2019). Os compostos fenólicos desempenham diversas funções nos vegetais, dependendo de sua estrutura química, e sua

síntese é ocasionada por duas rotas metabólicas: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido mevalônico.

Figura 3- Rotas Metabólicas dos compostos fenólicos



Fonte: Taiz *et al.*, 2017

Os compostos fenólicos presentes em vegetais desempenham diversas funções importantes. Alguns atuam como defesas contra insetos e patógenos, enquanto outros servem como atrativos para polinizadores ou dispersores de frutos. Eles também contribuem para a proteção contra a radiação ultravioleta, oferecem suporte mecânico e inibem o crescimento de plantas competidoras próximas (Taiz *et al.*, 2017). A tabela abaixo apresenta alguns dos principais compostos fenólicos encontrados em vegetais. Tabela 1- Principais Compostos Fenólicos encontrados em vegetais

Classe	
Fenólicos simples, benzoquinonas	C ₆
Ácidos hidroxibenzóicos	C ₆ -C ₁
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	C ₆ -C ₂
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	C ₆ -C ₃
Nafitoquinonas	C ₆ -C ₄
Xantonas	C ₆ -C ₁ -C ₆
Estilbenos, antoquinonas	C ₆ -C ₂ -C ₆
Flavonóides, isoflavonóides	C ₆ -C ₃ -C ₆
Lignananas, neolignananas	(C ₆ -C ₃) ₂
Biflavonóides	(C ₆ -C ₃ -C ₆) ₂
Ligninas	(C ₆ -C ₃) _n
Taninos condensados	(C ₆ -C ₃ -C ₆) _n

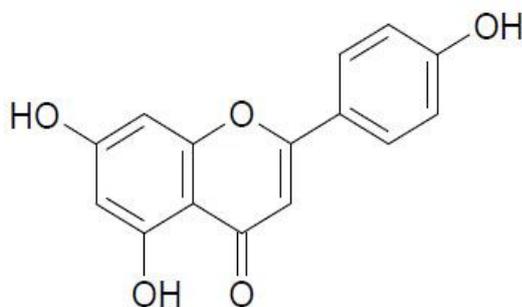
Algumas frutas se destacam como alimentos funcionais devido a quantidade significativas de compostos fenólicos, em exemplos tais como as citadas na tabela abaixo.

Tabela 2- Composição de Compostos Fenólicos em frutas típicas Brasileiras

Fruta	Composto fenólico	Concentração (mg/100 g)	Referência
Açaí	Antocianinas	320,0	Freitas <i>et al.</i> , 2017
Uva	Antocianinas	165,0	Freitas <i>et al.</i> , 2017
Cupuaçu	Flavonóis	44,4	Gonçalves <i>et al.</i> , 2005
Graviola	Flavonóis	28,5	Gonçalves <i>et al.</i> , 2005

Como citado na revisão feita por Machado *et al.* (2021), que faz referência ao estudo de Lamien-Meda *et al.* (2008), algumas frutas e hortaliças possuem quantidades significativas de compostos fenólicos encontrados em diversos continentes ao redor do mundo. Em vegetais como as uvas, os compostos fenólicos se apresentam de forma mais ativa e concentrada nas cascas e sementes. Entre a vasta gama de compostos fenólicos, as antocianinas, flavonóis e flavan-3-óis são os mais encontrados nesses vegetais (Zhang *et al.*, 2007; Nishiyama, 2016).

Figura 4- Estrutura básica dos flavonoides



Fonte: Taiz *et al.*, 2017

Os flavonoides são a maior classe de compostos fenólicos vegetais (Oliveira, 2017). Eles possuem uma estrutura química básica de 15 carbonos, organizados em dois anéis aromáticos, A e B, ligados por uma ponte de três carbonos que formam um anel heterocíclico,

chamado anel C. O anel A origina-se do ciclo acetato/malonato, enquanto o anel B deriva da fenilalanina. Variações na substituição do anel C geram importantes classes de flavonoides, como flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis (ou catequinas), isoflavonas e antocianidinas. Substituições nos anéis A e B resultam em diferentes compostos dentro de cada classe de flavonoides. Essas substituições podem envolver oxigenação, alquilação, glicosilação, acilação e sulfatação (Merken *et al.*, 2000; Hollman *et al.*, 1998; Angelo, 2007; Silva *et al.*, 2010; Nishiyama, 2016).

3.4 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos vegetais responsáveis pela cor vermelha, roxa ou azul de uma vasta variedade de frutas, flores, folhas e raízes (Garcia-Salas *et al.*, 2017; Freitas, V. 2019). A sua concentração nas plantas varia de acordo com fatores “intrínseco, extrínseco, bióticos e abióticos” do meio que o vegetal se encontra (Malacrida; Motta, 2005). As antocianinas são geralmente sintetizadas em resposta a estímulos ambientais, como a exposição à luz ou a mudanças na temperatura.

Além disso, a presença de antocianinas em plantas pode ter uma função protetora, pois elas ajudam a absorver a luz excessiva e reduzem os danos causados pela radiação ultravioleta, além de auxiliar na fotossíntese. As antocianinas também podem atrair animais polinizadores e dispersores de sementes, uma vez que muitos animais são atraídos por cores vibrantes em flores e frutos (Garcia-Salas *et al.*, 2017).

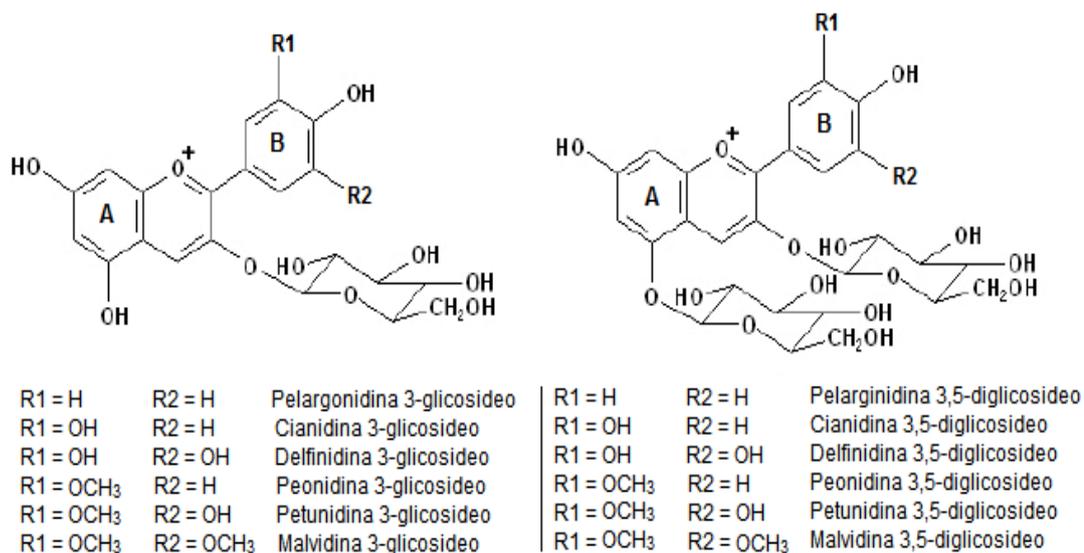
Tornando os frutos sensorialmente atrativos a quem os vez, esse pigmento nas células vegetais é sintetizado a partir do aminoácido fenilalanina, que é convertido em ácido ciânico pela enzima fenilalanina amônia-liase (PAL) (Chen *et al.*, 2020). O ácido ciânico é então convertido em ácido p-cumárico e, em seguida, em ácido 4-hidroxifenilpirúvico, através de uma série de reações enzimáticas (Kong *et al.*, 2021).

O ácido 4-hidroxifenilpirúvico é então convertido em antocianidinas, que são os pigmentos responsáveis pela cor das antocianinas (Kong *et al.*, 2021). Esta conversão ocorre através de uma série de reações enzimáticas que envolvem a participação de outras enzimas, como a hidroxilase e a metiltransferase (Garcia-SalaS *et al.*, 2017), figura 6.

As antocianinas fazem parte de um dos principais grupo de pigmentos naturais, os flavonoides, compostos fenólicos com propriedades antioxidantes. Sua síntese metabólica e derivada das antocianidinas (Freitas, V., 2019), dentre as principais antocianidinas mais frequentes encontradas na natureza na forma de cátion flavilium, com carga positiva, são as

Pelargonidin, Malvidina, Petunidina, Peonidina, Delphinidina, Cianidina, (Brouillard, 1982; Castañeda *et al.*, 2009).

Figura 5- Moléculas das antocianinas encontradas na natureza

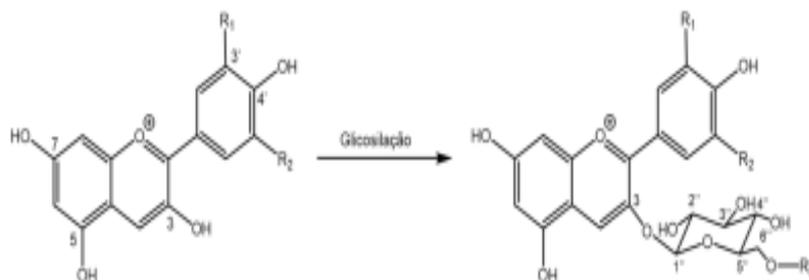


Fonte: Castañeda *et al.*, 2009

As antocianinas encontram-se na natureza na forma glicosilada (estrutura química formada por substituição de um ou vários grupos de açúcares por hidrogénios) em uma ou mais posições por diferentes tipos de açúcares (glucose, ramnose, xilose, galactose), isso se dá por sua molecular se altamente reativa, devido sua carga negativa do núcleo flavílio em pH ácidos(1- 3), elas também podem estar conjugadas com ácidos alifáticos ou aromáticos (p-coumárico, cafêico, fenílico e vanílico), que aumentam a sua estabilidade e solubilidade (Silva; Neves, 2020; Lima *et al.*, 2009). Esse grau de metilação e interação com diferentes grupos de hidroxilas presentes na aglicosa, que permitem a identificação das diferentes antocianinas presente no meio (Mazza,1993).

As interações físicas entre as antocianinas e os açúcares formam complexos de inclusão sem alterar a estrutura química das moléculas, essa interação ocorrer por meio de ligações de hidrogênio, forças de van der Waals ou interações hidrofóbicas. O mais comum entre os açúcares encontrados ligados as antocianinas e a glicose (mono-, di- e triglicosídeos) com maior frequência ligada nas posições C-3 do anel C e C-5, C 6, C7 e C3, C4, C5 do anel A e, com raras exceções, podem estar ligados a posição C-7 do anel A (Castillo-Muñoz *et al.*, 2009).

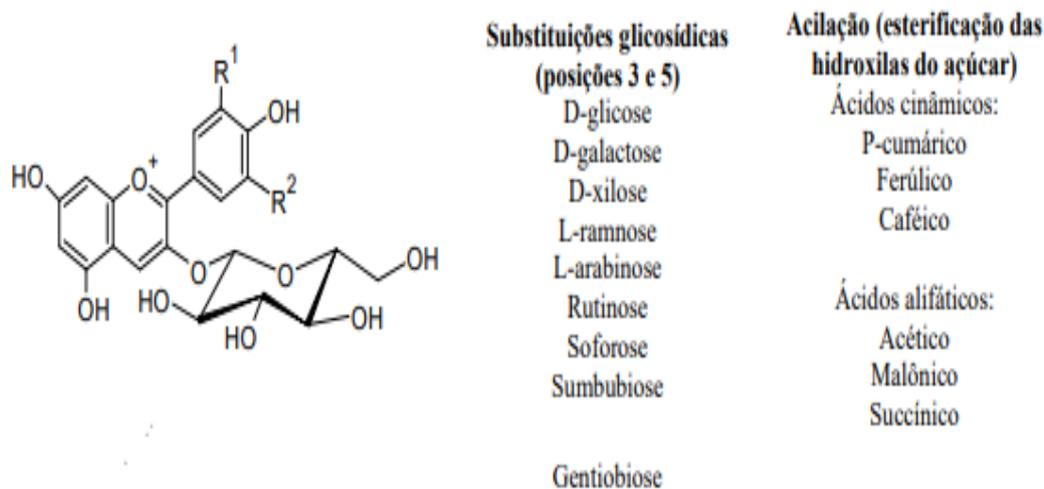
Figura 6- Glicosilação das antocianinas



Fonte: Kuskosk *et al.*, 2004

Os complexos de inclusão podem aumentar a estabilidade das antocianinas em relação à temperatura, luz e oxigênio, além de modificar a sua cor e intensidade (Lima *et al.*, 2011). Além da qualidade sensorial e funcional dos alimentos que contêm esses pigmentos, no entanto podem afetar a biodisponibilidade e a atividade biológica das antocianinas no organismo humano.

Figura 7- Estrutura química das antocianinas e grupos de interação

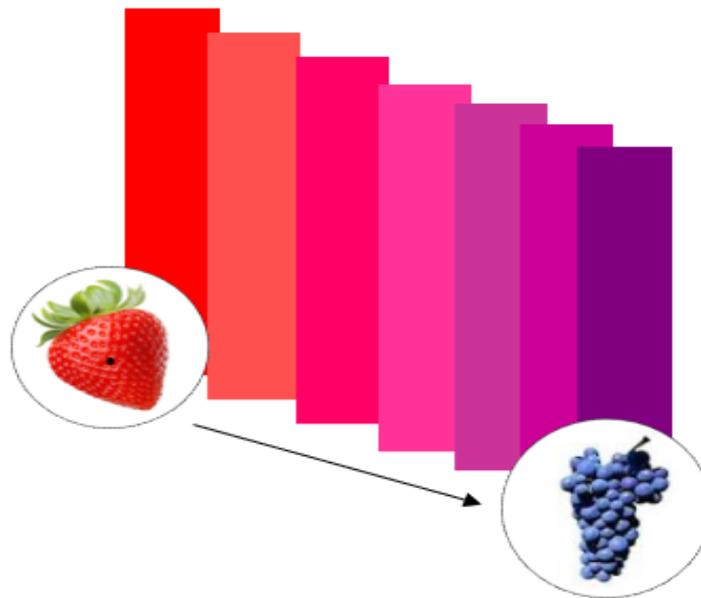


Fonte: Malacrida 2006

Apesar de possuir a mesma via metabólica de outros flavonoides naturais, as antocianinas se diferem destes por absorver fortemente na região visível do espectro, isso ocorre devido sua estrutura ser constituída por dois anéis fenólicos e um anel pirano heterocíclico,

sendo esta estrutura responsável pelo cromóforo de absorção de luz, pela excitação das duplas ligações pela mobilidades dos eletros na molécula no qual é possível conferir tons de cores nos vegetais (Figueiredo *et al.*, 1996) (figura 9), podendo variam de violeta a vermelho chamadas de efeito batocrômico, no qual são ocasionados por grupos croxóchromos, grupo doador de elétrons advindos das hidroxilas e metoxilas que potencializam o efeito batocrômico.

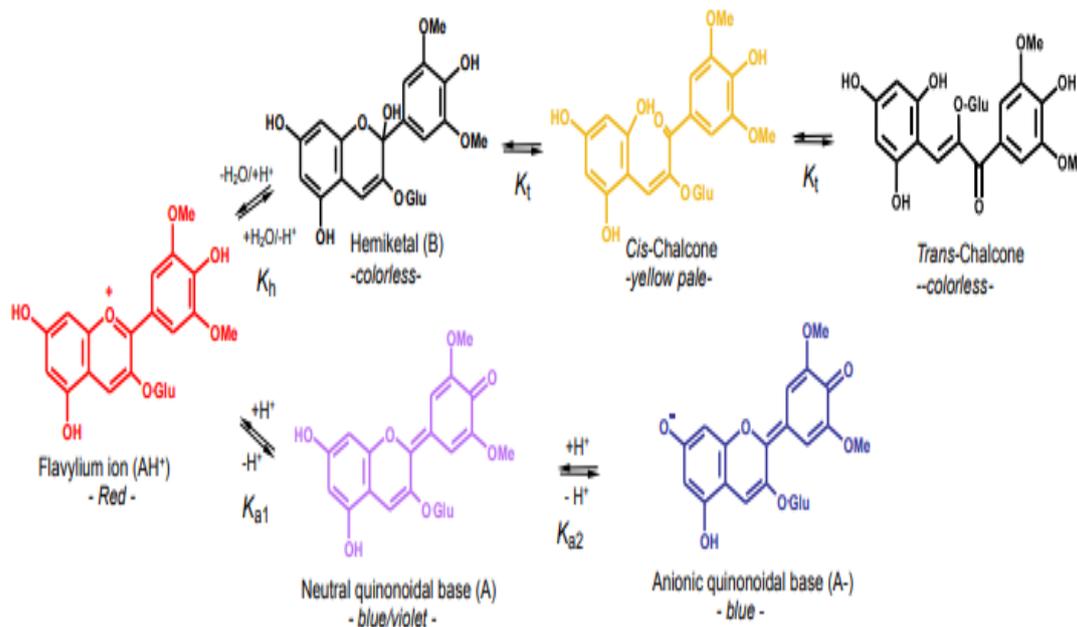
Figura 8- Efeito batocrômo das antocianinas em vegetais



Fonte: Arquivo pessoal

Os principais fatores que estão associados a mudança de cor e que afetam a estabilidade das antocianinas são pH, interação da estrutura química da molécula com íons metálicos, açúcares e copigmentos. Em condições ácidas, as antocianinas apresentam cores vermelhas ou rosas forma flavylium, enquanto em condições alcalinas apresentam cores azuis ou violetas, forma quinoidal (Lima *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2007). Em meios neutros ou intermediários, elas podem apresentar outras formas, como carbinol (incolor) e chalcona (amarelo).

Figura 9- Efeito batocrômico das antocianinas em diferentes pH



Fonte: Freitas, V. 2019

A presença de açúcares pode influenciar na cor das antocianinas por dois mecanismos: formação de complexos de inclusão ou de adutos covalentes. Os açúcares podem diminuir o pH do meio onde as antocianinas estão dissolvidas, favorecendo a forma vermelha dos pigmentos (Lima *et al.*, 2011). Outro fator que influencia na cor e estabilidade das antocianinas é a presença de íons metálicos, que podem formar complexos (formando metaloantocianinas). Com os pigmentos ou acelerar a sua degradação. Alguns íons, como o ferro e o alumínio, podem modificar a cor das antocianinas, tornando-as mais azuis ou mais vermelhas, respectivamente. Outros íons, como o cobre e o magnésio, podem favorecer a oxidação ou a hidrólise das antocianinas, reduzindo a sua estabilidade (Lopes *et al.*, 2007).

Essa absorção de metais pelas plantas está associada ao pH dos solos e a suas disponibilidades de íons metálicos absorvidos como nutrientes pela planta. Esses complexos formados por íons metálicos é um mecanismo de adaptação das plantas que desenvolveram habilidades de estabiliza as antocianinas nos seus vacúolos celulares, mantendo a coloração desejada por meio de auto associação, isso acontece quando as antocianinas coloridas se juntam entre si (autoassociação) ou com outras substâncias, (ácidos orgânicos, flavonoides, aminoácidos e proteínas entre outra substancias), por meio de ligações não covalentes, esse evento é chamado de copigmentação. Esses conjuntos são formados por interações entre as partes aromáticas das duas substâncias protegendo a forma do flavílio (cor vermelha) das

antocianinas do contato com a água, evitando que elas percam vermelha (hipercromismo) ou então fazem com que as formas aniônicas das antocianinas fiquem mais azuis diminuindo seus valores de pKa (Di Meo *et al.*, 2012; Jiadong *et al.*, 2024).

De forma geral, a copigmentação pode causar um aumento da intensidade de cor e uma mudança no comprimento de onda da absorção máxima (λ_{max}) das antocianinas na luz visível para um tom mais roxo (batocromismo). Enquanto vermelha é causada pela presença da antocianina na forma flavílio nos vacúolos (estruturas das células onde as antocianinas ficam nas plantas), no caso das folhas azuis a forma quinônica (azul) das antocianinas é mantida por combinação com o alumínio e o ácido clorogênico. Além disso, a parte aromática do copigmento pode se encaixar com a parte cromófora da antocianina por meio de interações hidrofóbicas do tipo π - π . De fato, os vacúolos das folhas azuis têm mais desse metal e desse copigmento (Lopes *et al.*, 2007). Por fim, os copigmentos são compostos que podem melhorar a cor e estabilidade das antocianinas, pois impedem a mudança de forma química dos pigmentos e protegem contra a oxidação (Lopes *et al.*, 2007).

Em uvas as antocianinas são raramente encontradas na polpa do fruto, em exceção a algumas variedades em exemplo Brs violeta, brs magna, garnacha tintureira (Camargo *et al* 2005; Ritschel *et al.*, 2012; Castillo-Muñoz *et al.*, 2009). Esse pigmento é sintetizado nas células vegetais nos vacúolos celulares encontrados nas cascas das uvas, em proporções microscópicas que dão a coloração que pode variar de vermelho a purpuras nesses vegetais. Esse potencial antociânico desses vegetais desperta até os dias atuais uma mobilização da comunidade científica para a extração e aplicação das antocianinas na indústria de alimentos e pelo seu potencial benéfico a saúde humana (Silva *et al.*, 2011; Bonomini *et al.*, 2011).

As principais pesquisas voltadas para a extração e identificação de antocianinas em uvas tem ênfase no reaproveitamento de resíduos gerados pela indústria de sucos e vinhos, devido o a sua alta capacidade antioxidante e potencial como corante natural (Bressan., *et al* 1980; Rizzon *et al.*, 2002; Rufato *et al.*, 2007; Abe *et al.*, 2007; Falcão *et al.* 2007; Bottero *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010; Miguel 2011; Silva *et al.*, 2012; Panić *et al.*, 2019). O aproveitamento e estudo desses bagaços de uva como corante natural é uma alternativa possível, além de contribuir para o meio ambiente, as antocianinas são agentes antioxidantes e que podem trazer benefícios para a saúde humana (Santos *et al.*, 2019).

3.4 Corantes alimentícios

Os corantes são substâncias amplamente utilizadas na indústria de alimentos para conferir ou modificar a cor dos produtos, visando aumentar seu apelo visual e sensorial para os consumidores. Os corantes podem ser de origem natural ou artificial, cada um apresentando vantagens e desvantagens em termos de propriedades físico-químicas e estabilidade, tornando-os mais atrativos aos olhos do consumidor (Velo, 2012). Os corantes utilizados na indústria de alimentos devem ser aprovados e regulamentados pelas autoridades sanitárias de cada país, que estabelecem os limites máximos permitidos, as categorias de alimentos que podem receber os corantes e as condições de uso.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável por avaliar e autorizar os corantes alimentícios, e estabelecer a lista positiva dos corantes permitidos no Brasil, com suas respectivas denominações, números INS (International Numbering System) e CAS (Chemical Abstracts Service), e uma lista negativa dos corantes proibidos, com suas respectivas denominações e números CAS. Isso é feito sob o regulamento do artigo 10 do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965 (Brasil, 1965), seguido da resolução nº 44/77 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde (Brasil, 1977; Anvisa, 2016).

linhadas às normas do Codex Alimentarius, um programa internacional que visa harmonizar os padrões de segurança alimentar no mundo (Anvisa, 2010), os corantes artificiais são amplamente utilizados na indústria de alimentos. No entanto, os corantes obtidos por síntese química, sem correspondência com pigmentos naturais, são proibidos no Brasil desde 2016 devido aos riscos que apresentam à saúde dos consumidores. Esses corantes artificiais são classificados em três grupos principais: azo, trifenilmetano e xanteno. Assim como no Brasil, há uma tendência mundial de reformulação de alimentos e bebidas processados para diminuir o uso de aditivos alimentares. Isso ocorre pelo impacto negativo que a presença desses compostos causa na percepção da qualidade e segurança dos alimentos pelos consumidores, bem como pela preocupação científica e regulatória quanto à segurança de certos aditivos (Anvisa, 2016).

Uma alternativa atualmente bastante explorada é a substituição desses corantes artificiais por corantes naturais obtidos a partir de fontes biológicas, principalmente de vegetais e animais. Entre os vastos corantes naturais encontrados na natureza, destacam-se os carotenoides, antocianinas, betalainas e clorofilas (Zanoni e Yamanaka, 2016). No entanto,

esses corantes naturais possuem desvantagens, como menor estabilidade, menor variedade de cores e maior custo.

Em exemplo os carotenoides são pigmentos lipossolúveis que conferem cores amarelas, alaranjadas ou vermelhas aos alimentos. Eles são encontrados em frutas, vegetais, algas e micro-organismos. Os mais encontrados na natureza são o beta-caroteno, o licopeno, a luteína e a astaxantina. Os carotenoides têm sido estudados por seus potenciais benefícios à saúde, como ação antioxidante, anti-inflamatória, imunomoduladora e protetora contra doenças crônicas (Rodriguez *et al.*, 2008). Eles são amplamente utilizados na indústria de alimentos para colorir produtos como margarinas, queijos, sorvetes, bebidas e doces. Eles podem ser extraídos de fontes vegetais como cenoura, tomate, urucum e pimentão, ou de fontes microbianas como leveduras e algas (Rodriguez-Amaya; Kimura; Amaya-farfan, 2008).

As betalaínas são pigmentos hidrossolúveis que conferem cores vermelhas ou amarelas aos alimentos. Eles são encontrados em plantas da família das quenopodiáceas, como a beterraba, o cacto e a quinoa. Alguns exemplos de betalaínas são a betacianina e a betaxantina. As betalaínas também têm sido avaliadas por seus benefícios à saúde, como ação antioxidante, anti-inflamatória, hepatoprotetora e hipoglicemiante (Kanner *et al.*, 2001). As betalaínas são utilizadas na indústria de alimentos para colorir produtos como molhos, sopas, massas, sorvetes e doces. Elas podem ser extraídas de fontes vegetais como a beterraba, o cacto e a quinoa (Kanner *et al.*, 2001).

As clorofilas são pigmentos lipossolúveis que conferem cores verdes aos alimentos. Eles são encontrados em plantas, algas e micro-organismos. Alguns exemplos de clorofilas são a clorofila a e a clorofila b. As clorofilas também têm sido pesquisadas por seus efeitos à saúde, como ação antioxidante, antimicrobiana, anticarcinogênica e desintoxicante (Simonich; Chun; Davin; Lewis; Ren; 2007). As clorofilas são aplicadas na indústria de alimentos para colorir produtos como bebidas, gelatinas, queijos e doces. Elas podem ser extraídas de fontes vegetais como espinafre, salsa e couve, ou de fontes microbianas como espirulina e clorela (simonich; Chun; Davin; Lewis; Ren; 2007).

As antocianinas são pigmentos hidrossolúveis que conferem cores vermelhas, roxas ou azuis aos alimentos. Eles são encontrados em frutas, flores e folhas. Alguns exemplos de antocianinas são a cianidina, a delphinidina, a peonidina e a malvidina. As antocianinas também têm sido investigadas por seus efeitos benéficos à saúde, como ação antioxidante, anti-inflamatória, antiangiogênica e anticancerígena (Khoo *et al.*, 2017). As antocianinas são empregadas na indústria de alimentos para colorir produtos como geléias, sucos, vinhos,

iogurtes e balas. Elas podem ser extraídas de fontes vegetais como uva, amora, mirtilo e repolho roxo (Khoo *et al.*, 2017).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Produtos químicos utilizados

- 1- ABTS⁺⁺ (2,2'- azinobis-acid,3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic) (Sigma-Aldrich, pureza > 98%, CAS: 30931-67-0, USA);
- 4- Ácido clorídrico (Synth, pureza 36,5%, Brasil);
- 5- Água ultrapura, purificada em sistema Direct-Q UV3;
- 6- Benzofenona (Dinâmica, pureza 100%, CAS: 119-61-9, Brasil);
- 7- Biftalato de potássio (Synth, Brasil);
- 8- Carbonato de sódio (Synth pureza > 99%, Brasil);
- 10- Cloreto de sódio (Synth, peso Molecular: 58,44, P.A.-A.C. S, Brasil)
- 11- DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Sigma-Aldrich, CAS: 1898-66-4, Índia);
- 12- Etanol (Dinâmica, pureza de 99,5%, Brasil);
- 13- Folin ciocalteau (Exodo Científica, Brasil);
- 14- Hexano (Dinâmica, pureza de 98,5%, Brasil);
- 16- Hidróxido de sódio (Dinâmica, 98% de pureza, Brasil);
- 17- Iodeto de potássio (Dinâmica, Brasil);
- 18- Metanol (Dinâmica, pureza de 99,9%, Brasil);
- 19- Persulfato de potássio (Impex, pureza de 99%, Brasil) (140 mM);
- 20- Tiosulfato de sódio (Synth, pureza 99,5%, Brasil);
- 21- Trolox (Sigma-Aldrich, pureza de 97%, CAS: 53188-07-1, Brasil);
- 22- Pelargonidina chioride (Extrasynthese 69730 Genay France);
- 23- Cyanidina chioride (Extrasynthese 69730 Genay France);
- 24- Delfinidina chioride (Extrasynthese 69730 Genay France);
- 25- Malvidina chioride (Extrasynthese 69730 Genay France).

4.2 Gestão de Resíduos

Este estudo seguiu as orientações do Núcleo de Planejamento Ambiental da UFPEL (NPA) e o Manual de Gerenciamento de Resíduos para destinar os resíduos gerados. Os

resíduos químicos foram rotulados individualmente e segregados conforme as compatibilidades químicas. A destinação final dos frascos rotulados foi ambientalmente adequada.

Tabela 3- Consumo de solventes e outros reagentes

Solvente e/ou Reagente	Concentração	Resíduo
1. ABTS	98%	90mL
2. DPPH• (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	*	90mL
3. Ácido acético	P.A	90 mL
4. Ácido clorídrico	0,5 N	3 mL
5. Carbonato de sódio	Saturado	100 mL
6. Cloreto de sódio	P.A	3 g
7. Etanol	PA	500 mL
8. Hexano	P.A	6 mL
9. Hidróxido de potássio	0,1 N	2 mL
10. Hidróxido de sódio	0,1 M	71,5 mL
11. Metanol	P.A	110 mL
12. Persulfato de potássio	P.A	378,4 mg
12. Solução de Biftalato de potássio		
13. Solução de hidróxido de sódio	0,1N	60 mL
14. Solução de ácido clorídrico metanólico	1%	30 mL
15. Solução de benzofenona	P.A	50 µg
16. Solução de Folin Ciocalteau	1 N	90 mL
16. Solução de Trolox	99,5%	90mL
17. Solução de iodeto de potássio	15%	30 mL
Solvente e/ou Reagente	Concentração	Resíduo
18. Água ultrapura	*	*
19. Tiosulfato de sódio	0,1N	200 mL
20. Pelagonidina	97%	*
21. Cianidina	97%	*
22. Delfinidina	97%	*
24. Malvidina	97%	

4.3 Material vegetal

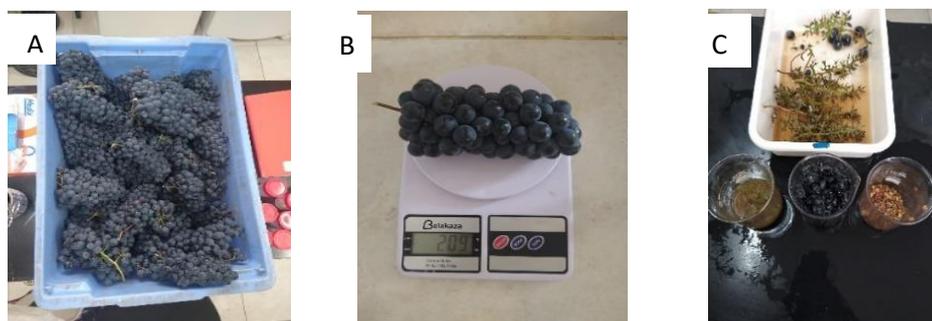
Foi utilizada uva BRS Carmem, da safra do ano de 2022/2023/2024, colhida em vinhedo comercial, no município de Farroupilha- RS, localizado na coordenada -29.264116,-51.372313. O vinhedo tem 9 anos, formado com plantas em portaenxerto Paulsen 1103, com sistema de

condução em latada, com espaçamento entre linhas de 2,5m, e 1,5 m entre plantas. A produtividade desse vinhedo foi de aproximadamente 45 ton\ha, nas duas safras. As uvas foram colhidas e acondicionadas em caixas plásticas, capacidade de 17 kg, e levadas até Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS, Brasil. O tempo decorrido entre a colheita e o início das avaliações foi de 24 h. Nesse tempo, as uvas foram mantidas em temperatura ambiente (20°C a 28°C).

4.4 Caracterização geral da uva BRS Carmen

Inicialmente, fez-se a partição de massa dos componentes do cacho da uva BRS Carmen (Figura 11), ou seja, separaram-se as bagas do engaço e depois fracionaram-se as bagas em polpa, casca e sementes. A partir da pesagem dos cachos inteiros, e das frações, calculou-se o percentual de cada parte do cacho e se fez a estimativa de quanto de cada uma dessas partes podem ser gerada a partir de 1 ha de videira com essa cultivar, tomando por base uma produtividade média de 45 ton/ha.

Figura 10- Partição de massa dos cachos da uva BRS Carmen, passando pela pesagem (A e B), fracionamento(C), e nova pesagem das frações que compõem os cachos.



Fonte: Arquivo Pessoal

Como o foco do estudo está nas antocianinas, na sequência, avaliaram-se as bagas e as cascas. As características físico-químicas gerais foram determinadas segundo a OAC (2005). Dessa caracterização do material em estudo, se verificou que as bagas tinham umidade de 73,39%, pH de 3,86, acidez titulável total de 0,82 g de ácido tartárico por 100 g de uva e sólidos solúveis totais de 13,5 Brix.

4.5 Determinação de antocianinas totais das bagas e das cascas da uva BRS Carmem

Para a determinação do teor de antocianinas totais, usou-se 1 g de cascas da uva BRS Carmem e 1g de bagas. Para o processamento, as cascas ou bagas foram congeladas em nitrogênio líquido e desintegradas em moinho de bolas (Moinho Micro Pulverizador TE-350 Agroads, 1 /4 CV). Em seguida, foram adicionados 15 ml da solução extratora de etanol (Dinâmica, pureza de 99,5%, Brasil) acidificado com ácido clorídrico (Synth, pureza 95,5%, Brasil), (pH 0,85), e submeteu-se à agitação em Vórtex por 1 min. Depois, manteve-se as amostras na ausência de luz por 10 minutos. Em seguida, as amostras foram centrifugadas (Eppendorf AG 22331 Hamburg/Centrifuge 5430 R) por 20 minutos a 0°C a 4000 g. Após a centrifugação, retirou-se o sobrenadante, e repetiram-se 3 lavagens do precipitado. Os sobrenadantes foram reunidos. A partir dessa solução determinaram-se as antocianinas totais com leitura da absorbância a 535 nm em espectrofotômetro UV-Vis de microplacas (Spectramax 190, Molecular Devices VR). A quantificação de antocianinas foi feita a partir de curva analítica de malvidina 3,5-glicosídeo (Extrasynthese 69730 Genay France) (MDG) e os resultados foram expressos em mg equivalentes de MDG/100g de amostra fresca.

4.6 Determinação de compostos fenólicos totais das bagas e casca da uva BRS Carmem

Para quantificação dos compostos fenólicos totais, seguiu-se a metodologia proposta por Singleton; Rossi, (1965). Para isso usou-se 1 g de bagas e 1 g de cascas da uva BRS Carmem e adicionaram-se 10 mL de metanol em cada amostra. Fez-se a homogeneização em ultraturrax (10900 g) por 1 min. Após, centrifugou-se a mistura a 10900 g por 15 min, a 15°C. O sobrenadante foi coletado e adicionado em tubo de centrífuga de 15 mL, onde foram cobertos com papel alumínio e armazenado em freezer a -20°C. Preparou-se a solução de Folin Ciocalteu 1 N e, para isso, foram diluídos 12,5 mL do Reativo Folin Ciocalteu (Exodo Científica, Brasil) 2 N em 87,5 mL de água destilada; essa solução foi transferida para um frasco âmbar e armazenada a 8°C. Para a solução de carbonato de sódio (Synth, pureza > 99%, Brasil), foram dissolvidos 5,3 g de carbonato de sódio (Na₂CO₃) em 100 mL de água destilada e essa solução foi transferida para um frasco âmbar e armazenada a 8°C. Com as soluções e o extrato pronto se iniciou a determinação dos compostos fenólicos. Utilizaram-se 15 µL do extrato diluído em 240 µL de água destilada e 15 µL de Folin Ciocalteu Fenol (Exodo Científica, Brasil) (1 M) (v/v); a solução foi homogeneizada e mantida em ambiente escuro por 10 min. Após esse tempo, foram adicionados 30 µL de carbonato de sódio (1 M) e a solução foi armazenada nas

mesmas condições por 2 h. A leitura da absorbância foi realizada a 725 nm em espectrofotômetro UV-Vis de microplacas. Para quantificar os compostos fenólicos totais uma curva analítica de ácido gálico (AG) (Dinâmica, pureza de 98%, Brasil) foi usada. Os resultados foram expressos mg equivalentes de AG (mg AGE) /100g de amostra fresca.

4.7 Determinação de atividade antioxidante das bagas e cascas da uva BRS Carmem

A atividade antioxidante foi mensurada pelos métodos DPPH e ABTS. Inicialmente, 1g de amostra foi adicionado 10 mL de metanol P.A. Para isso, fez-se a homogeneização em ultraturrax (10900 g) por 1 min. Após, centrifugou-se a mistura a 10900 g por 15 min, a 15°C. O sobrenadante foi coletado e adicionado em tubo de centrifuga de 15 mL, que foi imediatamente coberto com papel alumínio e armazenado em freezer a -20°C.

Para o método DPPH•, seguiu-se a metodologia proposta por Brand-Williams; Cuvelier; Berset, (1995). Uma solução estoque de DPPH (0,24 mg/mL) foi preparada com metanol (Dinâmica, pureza de 99,9%, Brasil) e a solução de uso foi diluída no mesmo solvente até se obter uma absorbância de $1,10 \pm 0,02$ a 515 nm. Em sequência, 50 µL de extrato foram misturados com 250 µL da solução diluída e acondicionados em ambiente escuro por 3 h. Efetuou-se a leitura em espectrofotômetro UV-Vis de microplacas, no comprimento de onda 515 nm. A quantificação foi através de curva analítica de Trolox (ET) (Sigma-Aldrich, pureza de 97%, CAS: 53188-07-1, Brasil) e os resultados foram expressos em mg equivalentes de Trolox (ET)/100g de amostra fresca.

Para o método de ABTS•+, seguiu a metodologia proposta por Rufino (2007). Inicialmente, fez-se solução estoque de ABTS•+ 18.64 mM. (192 mg do padrão ABTS em 50 ml de água destilada). Para a solução de uso mediu 5 mL de solução estoque ABTS•+ com 88 µL de persulfato de potássio (Impex, pureza de 99%, Brasil) (140 mM) (m/v), essa mistura foi acondicionada em ambiente escuro por 16 h. Após esse período, a solução de uso foi diluída até se obter uma absorbância de $0,70 \pm 0,05$ nm a 734 nm. Após, foram adicionados 50 µL de extrato e, em seguida, misturaram-se 250 µL da solução diluída e mantida no escuro por 6 min. Efetuou-se a leitura em espectrofotômetro UV-Vis de microplacas, no comprimento de onda 734 nm. Uma curva analítica de Trolox (Sigma-Aldrich, pureza de 97%, CAS: 53188-07-1, Brasil) foi elaborada para quantificação e o resultado foi expresso em mg ET/100g de amostra fresca.

4.8 Identificação e quantificação de antocianinas e compostos fenólicos presentes nas bagas e cascas da uva BRS Carmem por LC-MS/MS.

Para a análise precisou-se preparar uma solução extratora contendo metanol, água e ácido fórmico na proporção (50:48,5: 1,5). Para análise pesaram-se 100 mg da amostra e adicionou 1 ml da solução extratora. A mistura foi homogeneizada em vórtex por 1 minuto e, em seguida, levou-se ao banho de ultrassom (Unique modelo USC-1400a) por 10 minutos. Após isso, centrifugou-se a amostra (Eppendorf AG 22331 Hamburg/Centrifuge 5430 R) por 5 minutos a 2500 g. Por fim, coletou-se o sobrenadante em tubos e repetiu-se o processo. As análises LC-MS/MS foram realizadas em um sistema de cromatografia líquida acoplado a um espectrômetro de massa quadrupolo de tempo de voo (QToF) (Shimadzu, modelo LCMS-9030, Kyoto, Japão). A separação dos metabólitos foi realizada utilizando coluna tipo C18 (Durashell RP, 3 μm , 150 \AA , 100 \times 2,1 mm, Agela Technologies). As fases móveis eram aquosas com ácido fórmico a 0,1% (solvente A) e acetonitrila com ácido fórmico a 0,1% (solvente B). O programa de gradiente iniciou em 5% B, aumentando linearmente até 90% B aos 15 min e mantido por 3 min a 90% B; retornou a 5% de B em 2 min e manteve-se a 5% de B por mais seis minutos a uma taxa de fluxo de 0,2 mL min⁻¹. Os volumes de injeção foram de 10 μL . Variáveis e parâmetros para análise de MS foram definidos usando modo de ionização negativa para fenólicos o modo de ionização foi positivo para as antocianinas. Com espectros adquiridos em uma faixa de massa de 150 a 950 m/z, com tensão de interface de 3,5 kV. Para MS/MS (DDA), a faixa foi de 100 a 950 m/z, com energia de colisão de 30 eV; O EC Spread (+/-) foi de 17, usando N₂ como gás de colisão. O tempo máximo do loop foi de 0,5 s, com número máximo de eventos de 6. O fluxo de gás nebulizador foi de 3,0 L.min⁻¹, o fluxo de gás de aquecimento foi de 12 L.min⁻¹ e a temperatura da interface foi de 350 °C. A vazão do guia iônico/gás de secagem foi de 12 L.min⁻¹, enquanto as temperaturas do DL e do bloco térmico foram de 250°C e 400°C, respectivamente. A calibração foi realizada com iodeto de sódio 2,6 mM. LabSolutions Insight e LabSolutions Insight Explore foram usados para aquisição de dados no modo DDA e processamento de dados de espectros MS e MS/MS para detecção e identificação eficiente de compostos direcionados e não direcionados. A identidade de ácido gálico, catequina, epicatequina, ácido caféico, p- ácido cumárico, ácido ferúlico, quercetina e kaempferol foram confirmados com padrões externos (Sigma-Aldrich). Para análise quantitativa foi construída uma curva de calibração para cada padrão fenólico disponível (10 a 1050 ng mL⁻¹). Para os compostos fenólicos para os quais não havia padrão disponível, a

quantificação foi realizada utilizando a curva de calibração de outros compostos do mesmo grupo fenólico, os resultados foram expressos em (mg/kg) de amostra fresca.

Para antocianinas foram realizadas curvas analíticas de padrões de Pelargonidina chioride (pureza de 97% CAS: 69730), Cyanidina chioride (pureza de 97%, CAS CAS:69730), Delphinidina chioride (pureza de 97%, CAS :69730), Malvidina chioride (pureza de 97%, CAS 69730). Os resultados foram expressos em (mg/100g) de amostra fresca.

4.9 Digestibilidade

4.9.1 Preparação da amostra

Para o teste de simulação de digestão *in vitro*, utilizaram-se dois compostos majoritários presentes nos extratos das cascas das uvas: o flavonoide Miricitina e a antocianina Malvindina 3,5-diglicosídeo (Sigma-Aldrich). A simulação foi realizada a partir de 20 mg de Miricitina e 20 mg de malvidina padrão 3,5-diglicosídeo, além de 20 mg de extrato liofilizado. Esse extrato contém aproximadamente 5% de Miricitina e 45% de Malvidina 3,5-diglicosídeo. As amostras foram misturadas com 2 mL de água ultrapura e, em seguida, utilizadas para simular as reações enzimáticas e de pH da digestão na boca, estômago e intestino (Gião *et al.*, 2012; Radünz *et al.*, 2021).

4.9.2 Simulação de digestão bucal

As soluções foram adicionadas com 600 µL de solução enzimática de saliva humana α -amilase (100 U/mL; tipo IX-A, Sigma-Aldrich) e posteriormente incubadas a 37 °C em banho-maria sob agitação constante por 1 min. Em seguida, uma alíquota de 300 µL foi retirada de cada amostra para quantificação de curcuminóides por HPLC-DAD e 300 µL para uso em outras análises.

4.9.3 Simulação de digestão gástrica

Depois de simular a digestão na boca, as soluções passaram para o segundo estágio, que simulou as condições de digestão no estômago. O pH das soluções foi ajustado para 2 com HCl (1 M) e, em seguida, 750 µL de solução de pepsina obtida da mucosa gástrica suína (25 mg/mL em HCl 1M; Sigma Aldrich). A mistura foi então incubada a 37 °C em banho-maria sob

agitação constante por 60 min. Em seguida, 600 µL de alíquotas foram retiradas das soluções (300 µL foram retirados de cada amostra para quantificação de curcuminóides por HPLC-DAD e 300 µL para uso em outras análises).

4.9.4 Simulação de digestão intestinal

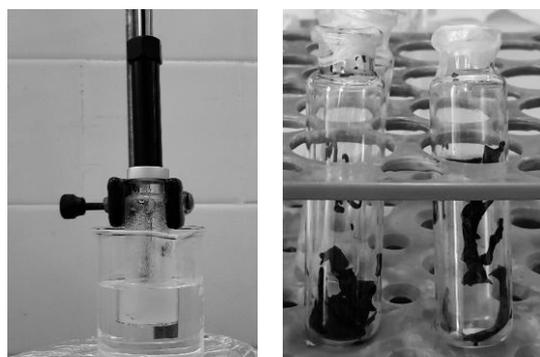
O pH das soluções que passaram previamente pelas condições de simulação da digestão gástrica foi ajustado para 7 com NaHCO₃ (1M). Em seguida, 375 µL de solução de pancreatina do pâncreas suíno (2 g/L em NaHCO₃ 1 M; Sigma Aldrich, CAS 8049-47-6) e sais biliares (12 g/L em NaHCO₃ 1M; Sigma Aldrich) foram adicionados e depois incubados a 37 °C em banho-maria (Velp Scientifica, Enzymatic Digester-GDE, Itália) sob agitação constante por 120 min. Em seguida, 600 µL foram removidos para avaliar a digestão no intestino (300 µL foram retirados de cada amostra para quantificação de curcuminóides por HPLC-DAD. As Análises estatísticas foram realizadas com o software RStudio 2021.09, pelo método de Scott Knott.

4.9.4 Identificação e quantificação de compostos voláteis das bagas e das cascas da uva BRS Carmem

A amostra foi preparada usando o método de micro extração em fase sólida (HS-SPME) utilizando fibra de divinilbenzeno/carboxen/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) (Supelco, 50/30 µm × 20 mm) pré-condicionada seguindo o protocolo do fabricante. Para extração dos COVs, foi pesado 1 g de amostras (casca fresca da uva) em frasco de 20 ml, em seguida, acrescentado 0,1 g de NaCl e 10 µL de solução padrão de benzofenona (2 µg). Imediatamente, o frasco foi selado utilizando tampa de silicone revestidos com politetrafluoretileno. Os frascos selados, contendo o extrato, foram submersos em banho-maria a 40 °C por 15 min, posteriormente, a fibra foi exposta ao *headspace* por 15 min sob agitação constante (Figura 12). Os COVs foram quantificados e identificados usando um sistema de cromatografia em fase gasosa (CG) (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com um espectrômetro de massas detector de massas (Shimadzu QP2010 UltraPlus, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) e coluna capilar Rxi-1MS (30 m × 0,32 mm × 0,25 µm, Restek U.S.). A temperatura da rampa foi mantida a 40 °C por 5 min, aumentada para 50 °C a 3 °C⊕min⁻¹, para 120 °C a 5 °C⊕min⁻¹, a 175 °C a 7 °C⊕min⁻¹ e, finalmente a 230 °C a 10 °C⊕min⁻¹ e mantido em condições isotérmicas por 8 min. A espectrometria de massa (MS) foi operada em modo de varredura completa (faixa de massa *m/z* 30 a 450). Os dados de CG-MS foram analisados usando

LabSolution (GCMS solution Version 4.11 SU2). Os COVs foram identificados a partir da comparação dos índices de similaridade e espectro de massas, com o banco de dados do sistema do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST11), índice de retenção e índice de retenção calculado a partir de uma série homóloga de hidrocarbonetos C8-C40 de acordo com (VAN DEN DOOL; DEC. KRATZ, 1963) e, por fim a análise quantitativa foi determinada por padronização interna e a concentração expressa em mg/100g de casca fresca.

Figura 11- Exposição da fibra (DVB/CAR/PDMS) aos compostos voláteis da amostra casca da uva BRS Carmem



Fonte: Arquivo pessoal

4.9.5 Determinação de ácido L-ascórbico da uva BRS Carmem

A extração e a quantificação de ácido L-ascórbico foram realizadas utilizando o método RP-HPLC desenvolvido por Vinci, Botre e Ruggieri (1995), com modificações. Pesaram-se 50mg de amostra, adicionaram-se 5 mL de solução de ácido metafosfórico (4,5 %) em água ultrapura, agitou-se em vórtex por 1 min, após centrifugou-se por 10 min a 10.000g (Eppendorf AG 22331 Hamburg/Centrifuge 5430 R) a 4°C. Posteriormente, o sobrenadante foi coletado em 2 microtubos mL, com diluição 1:1 com solução de água ultrapura e ácido metafosfórico (Merck). As amostras foram filtradas com filtros de membrana PVDF (0,22 µM) e transferidos para frascos, sendo analisados por HPLC (Shimadzu, Kyoto, Japão), equipado com detector de arranjo de fotodiodos (DAD) (Shimadzu, Kyoto, Japão). a coluna cromatográfica utilizada foi Hyperclone ODS C18 (Phenomenex, CA, EUA), e como fase móvel, solução de água ultrapura com 0,1% de ácido fórmico como eluente A e metanol acidificado com ácido fórmico a 0,1% como eluente B. O volume de injeção foi de 10 µl com eluição isocrática (1% B), o fluxo foi de 0,2 mL min⁻¹ e a temperatura da coluna estava em 30 °C. A vazão utilizada foi de 0,2 mL

min-1, temperatura da coluna de 30 °C. foi elaborada para quantificação uma curva padrão do ácido L-ascórbico e o resultado foi expresso em mg/ 100g de amostra fresca.

4.9.6 Desenho experimental e análise estatística

Para a caracterização foram realizadas análises da partição de massa, composição físico-química, ácidos fenólicos, flavonoides, compostos voláteis e ácido L-ascórbico. A estrutura experimental contou com 10 repetições biológicas e 2 repetições técnicas (repetições analíticas). Os dados foram avaliados em relação à média, ao desvio padrão, ao coeficiente de variação e aplicado teste Tukey. Para isso, foi usado o programa Statistics (versão 7.0).

Tabela 4. Delineamento experimental

Variáveis independentes	Variáveis dependentes
Extratos das Bagas e das Cascas	- Partição de Massa
	- pH
	- Acidez total titulável
	- Umidade
	-Brix
	- Compostos fenólicos totais
	Antocianinas totais
	-Digestibilidade (cascas)
	- Capacidade antioxidante ABTS
	- Capacidade antioxidante DPPH
	-Ácido L-ascórbico
	Compostos voláteis
	Composto fenólicos por HPLC
Antocianinas totais HPLC	

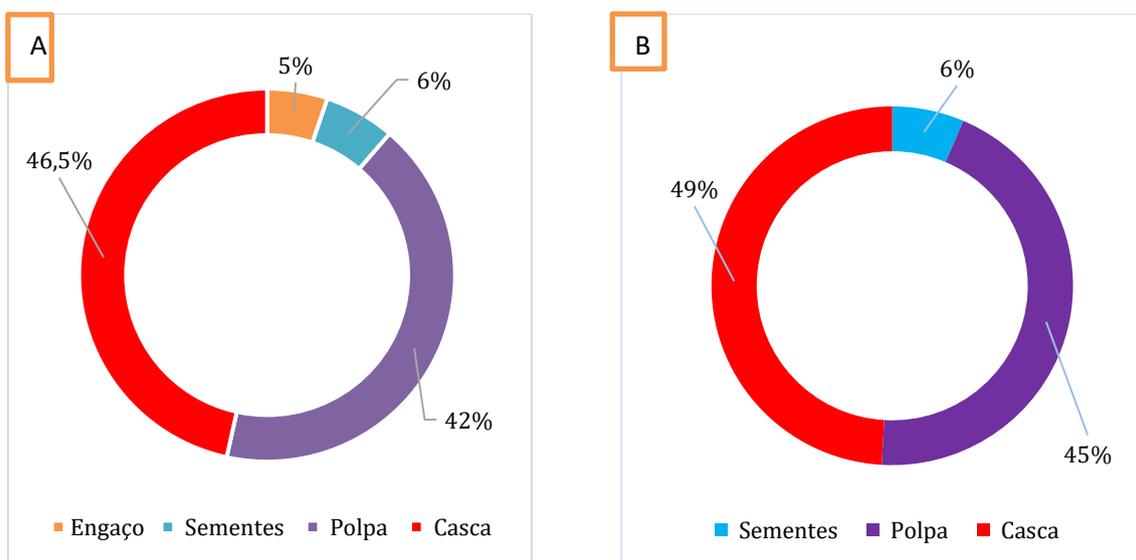
Fonte: Autor

5. RESSULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Partição de massa da uva BRS Carmen

Primeiramente, a escolha da cultivar BRS Carmen se deu pelo elevado potencial e regularidade de produção agrícola e pelo versátil uso industrial (sucos, vinhos de mesa, vinagre, geleias, sorvetes, outros) dessa uva. Como recentemente descrito por Gomez *et al.* (2023) trata-se de uma cultivar que, em relação à referência que é o Bordô ou Ives, é mais rica em compostos bioativos. O elevado potencial de produção foi confirmado, ao se atingir 45 ton\ha. Embora não seja o objetivo desse trabalho, também se observou uma relativa resistência dessa cultivar às principais doenças da videira, exceto podridões do cacho, em safras com excesso de chuvas durante a maturação, como foi o caso de 2024. Ao se avaliar a partição de massa de cachos de uva BRS Carmen, se verificou que o engaço representa aproximadamente 5 % (m\m) da massa total, as sementes 6 %, a polpa 42 % e as cascas 46,5 % do total (Figura 13 A). Quando se avaliam apenas as bagas (Figura 13 B), após o desengace, as sementes representam aproximadamente 6%, a polpa 45% e as cascas 49%.

Figura 12- Partição de massa (%) de cachos (engaço, casca, polpa e semente) (A) e das bagas (casca, polpa e semente) (B) de uva BRS Carmen



Numa perspectiva de balanço de massa, adotando por base uma produtividade de 45 ton\ha, é esperada uma geração com aproximadamente de 2,3 ton de engaço, 2,7ton de sementes, 19 ton de polpa e 21 ton de cascas. Na atualidade, o engaço de uvas é frequentemente utilizado em compostagem e\ou na produção de biochar (Prelac, Palcic *et al.*, 2023); as

sementes, para a extração de óleo e de compostos fenólicos, e\ou compostagem; a polpa e casca, em conjunto ou separadas, na produção de sucos e\ou vinhos de mesa, e depois para biochar, compostagem, silagem, alimentação animal, alimentos e outros (Antonic *et al.*, 2020; Cvetnic, Gunjevic *et al.*, 2023).

Quando não tratados de forma correta esses resíduos podem causar diversos danos ao meio ambiente, poluindo o solo, rios, lagos e lençõs freáticos também impactando de forma negativa na biodiversidade (Taifouris *et al.*, 2023). Em vista disso, o estudo sobre o reaproveitamento dos resíduos da casca da uva BRS Carmem representar uma abordagem inovadora e importante para promover a sustentabilidade ambiental, impulsionando a economia circular, criando oportunidades para a indústria.

Como o foco deste trabalho são os pigmentos da uva BRS Carmen, e esses pigmentos estão nas bagas, notadamente nas cascas, é nessa fração do cacho de uva que será dada a continuidade dos trabalhos. Paralelamente, avaliaram-se as bagas como referencial.

5.2 Compostos fenólicos e atividade antioxidante das bagas e cascas da uva BRS Carmem

Tabela 5- Compostos fenólicos totais (mg/100g), antocianinas monoméricas (mg/100g) e atividade antioxidante por DPPH (mgET/100g) e ABTS (mgET/100g) das bagas e das cascas da uva BRS Carmen.

Variáveis	Bagas	Cascas
Compostos fenólicos totais	90,62b	240,27a
Antocianinas monoméricas	65,78b	287,82a
DPPH	46,02b	138,23a
ABTS	155,67b	268,24a

*Médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem no nível de probabilidade de 95%.

As cascas da uva BRS Carmen têm maior concentração de compostos fenólicos totais (240,27 mg/100g) e antocianinas monoméricas (287,82mg/100g) do que as bagas inteiras (90,62mg/100g e 65,78 mg/100g, respectivamente) (Tabela 5). Isso é coerente com o fato de que esses compostos são mais acumulados no epicarpo de frutos, notadamente as antocianinas (Fei Ele *et al.*, 2012). Pela análise cromatográfica, o ácido fenólico em destaque é o gálico (majoritário nas cascas) e o flavonóide em maior concentração é a catequina (Tabela 6). Esses compostos, assim como os minoritários, são frequentemente detectados em uvas (Chira K *et al.*, 2009; Nilo *et al.*, 2013; Gomez *et al.*, 2023). Tratam de compostos oriundos do metabolismo

dos fenilpropanóides, a partir de aminoácidos aromáticos que dão origem a ácidos fenólicos, flavonóis, proantocianinas e antocianinas, dependendo dos genótipos e das condições de cultivo (Broussaud *et al.*, 1999). De modo geral, é atribuído a esses compostos um potencial funcional em alimentos, inclusive a uva e derivados da uva (Dani *et al.*, 2008; Dani *et al.*, 2009; Kandyli, 2021).

Em relação às antocianinas, a malvidina 3,5-diglicosídeo foi a majoritária, representando 74,48 % das antocianinas totais na casca (Tabela 7). Essa antocianina também é a majoritária noutras cultivares de *V. labrusca* como Bordô, BRS Violeta, BRS Magna e BRS Cora. A presença de elevados teores de antocianinas na uva BRS Carmen se deve também ao fato de ter tido melhoramento genético para esse fim, ou seja, para produzir vinhos de mesa e sucos com elevada coloração. A relação entre o perfil fitoquímico dessa cultivar (e outras destinadas à produção de sucos) e a progênie (cruzamento Muscat Belly A × BRS Rúbea) está descrita no trabalho de Gomez *et al.* (2023). Comparada com a cultivar referência no Brasil nessa característica, que o Bordô, a BRS Carmen pode ser considerada fonte rica em antocianinas (284,82mg/100g). Além disso a uva BRS Carmem é altamente produtiva (45ton/ha).

Sob o aspecto nutricional e funcional, a elevada concentração de compostos fenólicos e antocianinas indica um putativo potencial bioativo dessa cultivar. Como já citado nos robustos trabalhos feitos pela equipe de Dani *et al.* (2008); Dani *et al.* (2009), Rodrigues *et al.*, (2012); Andrade *et al.* (2021), o consumo de sucos de uvas, de cultivares *V. labrusca*, é um hábito de promoção da saúde, pela prevenção de doenças crônico-degenerativas. Nesses trabalhos fica evidenciada a importância do consumo de sucos integrais, pela contribuição dessa matriz complexa em compostos fitoquímicos e em minerais na promoção dos benefícios à saúde. Recentemente, Macueia *et al.* (2024) também evidenciaram a riqueza fitoquímica e mineral de sucos de uvas Bordô. Os benefícios demonstrados pelo consumo de derivados dessas cultivares se dá pela sinergia dos compostos fitoquímicos, alguns absorvidos e metabolizados (detectados no plasma e na urina), como é o caso de ácidos fenólicos, flavonóis, procianidinas e formas agliconas (Di Lorenzo *et al.*, 2021), e pela ação na microbiota intestinal (antocianinas) (Tian *et al.*, 2018; Verediano *et al.*, 2021), essas menos absorvidas (Mattioli *et al.*, 2020).

Quando se mensurou a atividade antioxidante, pelos métodos mais clássicos para essa avaliação, se verificou que os extratos provenientes das bagas inteiras geraram menor atividade (Tabela 5). Devido à maior concentração de compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas estarem nas cascas, esperava-se uma atividade antioxidante mais elevada nessa

fração. Isso foi confirmado, visto que a atividade antioxidante foi maior quando avaliada pelos radicais DPPH e ABTS. Em geral, estudos demonstram uma correlação positiva entre maiores concentrações de compostos fenólicos e antocianinas com uma alta (>0,90) atividade antioxidante (Vamanu *et al.*, 2013; Grzesik *et al.*, 2017; Grzesik *et al.*, 2018; Tena *et al.*, 2020; Grzesik *et al.*, 2017; Grzesik *et al.*, 2018). Isso sugere que a fração maior de antocianinas presente na casca seja mais participante nessa atividade do que na baga onde sua concentração foi menor. Mais detalhadamente, as bagas geraram atividades antioxidantes pelo método DPPH e ABTS de 46,02mgET/100g e 155,67mgET/100g, e as cascas, atividades DPPH e ABTS de 138,23mg/100g e 268,24mg/100g.

No entanto, há dificuldade para comparar os resultados aqui obtidos com outros trabalhos, pois há diferenças nas matrizes de estudo (alguns estudam sucos, outros frações, outros produtos comerciais), nos tempos de reação, assim como na forma de expressão dos resultados. Aqui avaliaram-se as bagas inteiras e as cascas, e os resultados estão expresso em mgET/100g. Essas condições variam muito em outros trabalhos. Alguns avaliaram sucos (Dani *et al.* 2008; Dani *et al.* 2009 e Rodrigues *et al.*, 2012; KIM, Min-Ju *et al.* 2017; Cosme *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2021; Macueia *et al.*, 2024), outros as bagas (KÄHKÖNEN *et al.*, 2001; DU *et al.*, 2012; Qing Liu *et al.*, 2018; LI, LI *et al.*, 2019; Gomez *et al.*, 2023) outros as cascas (Soares *et al.*, 2008), entre outros (LI, LI *et al.*, 2019; Sahoo *et al.*, 2019).

Sob o aspecto tecnológico, principalmente quando se busca uma fonte rica em antocianinas, a casca da uva BRS Carmen é um alvo. Assim, a partir de 1 ha se prospecta a produção de 45ton de uva, com aproximadamente 21 toneladas de cascas, valor gerando aproximadamente 18 kg de antocianinas totais (perfil quantitativo na Figura 13). Além disso, com a melhoria do processo de extração, com o uso de congelamento e descongelamento das cascas, ultrassom, uso de enzimas, outros (Velásquez *et al.*, 2021; Aakriti Darnal *et al.*, 2023), a eficiência de extração poderia ser maior. Entretanto, se optou pelo procedimento mais simples, que foi o uso de etanol acidificado, solvente de fácil acesso, produção local e de baixo custo. Atualmente, o mercado de antocianinas é estimado em US\$ 355,67 milhões em 2024, com projeção de US\$ 457,19 milhões até 2029, com um crescimento de 28 % nesse período. Esse mercado é impulsionado pelas grandes vantagens e benefícios oferecidos por esses pigmentos, tanto pelo aspecto que conferem aos alimentos, como por atuarem como anti-inflamatórios, antivirais e antiproliferativos (Dani *et al.* 2008; Dani *et al.* 2009). Adicionalmente a essas atividades, é atribuída às antocianinas a contribuição à saúde visual (Câmera *et al.*, 2022)

Tabela 6-Ácidos fenólicos, flavanóis e flavonóis Presentes em bagas e em cascas da uva BRS Carmem

Compounds	RT (min)	m/z (Theoretical)	[M-H] ⁻ experimental	Molecular Fórmula (M)	Diff. (ppm)	Fragment (m/z)	Bagas (mg/kg)	Cascas (mg/kg)	Bagas (%)	Cascas (%)
Phenolico acid										
Gallic acid	6,785	169,03216	168,04123	C7H6O5	0,598	125,025	35,00	148,67	73,88	84,02
Caffeic acid	6,993	179,03498	179,03498	C9 H8 O4	-5,697	135,0438	8,54	24,616	18,02	13,9
Ellagic acid	7,365	300,0987	300,0987	C14H6O8	0	283,9961	3,83	3,65	8,08	2,06
Total: mg/kg	-	-	-	-	-	-	47,37	176,93	100	100
Flavonóis										
Catechin	6,597	289,07293	289,07176	C15 H14 O6	4,047	205,0532	53,56	2,88	81,18	4,98
Myricitrin	6,806	463,0882	463,09	C21H20O12	3,887	301.03548; 300.02753	3,34	15,08	5,07	26,04
isorhamnetin-3-O-										
glucoside	7,2	477,10385	477,10612	C22 H22 O12	4,758	315.05297;314.045;299.0229	2,66	10,24	4,03	17,68
Epicatechin	7,242	289,07176	289,07293	C15 H14 O6	4,047	188,0461	0,003	0,004	0,008	0,008
Myricetin 3-O-										
glucoside	7,821	479,08311	479,08524	C21H20O13	4,446	479.08328; 317.02968; 316.02216	0,003	0,001	0,005	0,001
Myricetin 3-O-										
glucuronide	8,04	493,06238	493,0669	C21 H18 O14	9,167	317.0331; 178.99809 609.12753; 301.03504;	0,006	0,002	0,0001	0,004
Prodelfhinidin B4	8,114	609,12498	609,12621	C30 H26 O14	2,019	300.02646	0,003	0,005	0,004	0,001
Isoquercitrin	8,3	463,0882	463,09062	C21 H20 O12	5,226	300.0284; 301.0366	0,003	0,007	0,004	0,001

Compounds	RT (min)	m/z (Theoretical)	[M-H] – experimental	Molecular Fórmula (M)	Diff. (ppm)	Fragment (m/z)	Bagas (mg/kg)	Cascas (mg/kg)	Bagas (%)	Cascas (%)
Laricitrin 3- glucoside	8,3	493,09876	493,10138	C22 H22 O13	5,313	331.04632; 330.04039; 315.01618	0,0014	0,003	0,002	0,005
quercetin 3-O- glucuronide	8,4	477,06746	477,0699	C21 H18 O13	5,115	301.03614; 151.00407	4,59	24,72	6,97	42,68
syringetin-3-o- glucoside	8,7	507,11441	507,11657	C23 H24 O13	4,259	344.0564; 345.06215; 301.03510	1,79	4,98	2,72	8,6
Total:(mg/kg)		-	-	-	-	-	65,93	57,93	100	100

RT* retention time. (M/Z): mass; charge ration, [M-H]: Difference. Fragmento m/z: (%) percentual referente ao conjunto total do grupo

Para melhor conhecer o perfil de compostos fenólicos das frações estudadas, fez-se a separação, tentativa de identificação e quantificação por HPLC–DAD–ESI-MS/MS (Tabela 6). Esperava-se detectar ácidos fenólicos como gálico, elágico, caféico, genstático, ferrúlico, clorogênico e outros, normalmente presentes em frutos (Colombo *et al.*, 2020; Ali Sabra *et al.*, 2021). Os ácidos fenólicos detectados foram o gálico, o caféico e o elágico, identificado pelos íons de fragmentação e comprovado pelo uso de padrão analítico.

O ácido fenólico majoritário foi o gálico, que está principalmente nas cascas, na concentração de 148,67mg/kg, comparados aos 35,00mg/kg, nas bagas inteiras. O ácido gálico é um composto fenólico, sintetizado através da fenilalanina via caféico ácido ou ácido trihidroxicinâmico, também podendo ser devido de intermediários da via do chiquimato, como 5-desidroshiquimato ou protocatechuato (Lu *et al.*, 2006). Os estudos têm associado o ácido gálico e seus derivados como agentes benéficos à saúde, atuando como agentes anticarcinogênicos e antiangiogênicos (Rosen *et al.*, 2003; Principe *et al.*, 2009; Verma *et al.*, 2013; Jiang *et al.*, 2022); antimicrobianos, antimutagênicos anti-inflamatórios e antioxidante (S.S. Chang *et al.*, 2012; Couto *et al.*, 2013; Badhani *et al.*, 2015; Choubey *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2016; Bai *et al.*, 2020).

O segundo ácido fenólico detectado com maior concentração foi o ácido caféico, presente em maior concentração nas cascas (24,61mg/kg) do que nas bagas inteiras (8,54mg/kg). O ácido caféico é um composto bioativo do subgrupo polifenol dos ácidos hidroxicinâmicos, e ocorre principalmente como um éster de ácido quínico denominado ácido clorogênico. Estudos anteriores evidenciaram seu papel como um dos ácidos fenólicos presentes em uvas (Hermosín-Gutiérrez, García-Romero, 2011; Lago-Vanzela *et al.*, 2011; Rebello *et al.*, 2013; Tavares *et al.*, 2019; Colombo *et al.*, 2020).

Acredita-se que o ácido caféico, como outros polifenóis, apresenta muitos benefícios à saúde associados às propriedades funcionais (Teixeira *et al.*, 2013; Cizmarova *et al.*, 2020). Aliás, há estudos que demonstram uma maior bioatividade do ácido caféico do que outros ácidos fenólicos (Keshari AK *et al.*, 2015; Sato *et al.*, 2011; Yamada Y 2006).

No grupo dos flavanóis, os compostos detectados foram catechin, epicatechin, prodelphinidin B4. Nesse grupo de compostos, a catechin, foi majoritária nas bagas inteiras, com uma concentração de 53,56mg/kg de amostra fresca, o que representa 81,18% dos flavonóis nas bagas. Nas cascas, dos flavonoides totais, o majoritário foi a quercetin 3-O-glucuronide com 24,72mg/kg de amostra fresca, que representa 42,6% dos flavonoides nessa fração da uva. A elevada concentração de catequina nas bagas pode estar associada ao fato de

a análise ter sido realizada com a amostra inteira, incluindo casca, polpa e semente da uva. O alto teor desse composto pode ser atribuído principalmente às sementes, que são reconhecidamente ricas em catequinas, conforme descrito no estudo de Santos et al. (2011). É muito provável que o maior teor de catequinas nas bagas inteiras, se deve à presença das sementes, que são fontes ricas nesse composto. A maioria dos estudos relacionam a catequina com a ação antioxidante e eliminadora de radicais, mas o mecanismo de ação não é claramente compreendido. Mesmo assim, há estudos que associam a catequina e seus estereoisômeros com processo anti-inflamatório, antidiabético, anticancerígeno, neuroprotetor, bactericida, intensificador de memória, antiartrítica e hepatoprotetor, principalmente por alterar a via por NF-KB, Nrf-2, TLR4/NF-KB, COMT e MAPKs (Dani *et al.*, 2008). Vários desses benefícios já foram postos em evidência por Dani *et al.*, 2008; BaranwaL *et al.*, 2022), em estudo com sucos de uva de cultivares *V. labrusca*.

Nas cascas, a quercetina foi o flavonoide com maior concentração detectada. Esse composto é um metabólito secundário que ocorre amplamente em diferentes partes da planta, especialmente nas cascas e sementes de uvas. O potencial da quercetina como um agente promotor de saúde é amplamente difundido no meio científico como já bem citado nos trabalhos de Georgiev *et al.* (2014); Wang *et al.* (2022). Com destaque para atividades anti-SARS-CoV-2-(Deng *et al.*, 2020; Agrawal *et al.*, (2020) antioxidante (Chen *et al.*, 2014; Zou H *et al.*, 2021) anticâncer (Erdogan *et al.*, 2018; Tang *et al.*, 2020), antienvelhecimento, antiviral e anti-inflamatória (Chen *et al.*, 2014; Deng *et al.*, 2020), bem como o mecanismo de ações envolvidas.

Nos flavonóis, oito compostos foram detectados myricitrin; myricetin 3-O-glucoside; myricetin 3-O-glucuronide; isorhamnetin-3-O-glucoside; quercetin 3-O-glucuronide; syringetin-3-O-glucoside. laricitrin 3-glucoside e isoquercitrin. À semelhança do que foi citado para os ácidos fenólicos e flavanóides, a esses flavonóis também são atribuídas propriedades funcionais (Al-Ishaq *et al.*, 2019; Al-Khayri *et al.*, 2022).

5.4 Identificação e quantificação das antocianinas das bagas e das cascas da uva BRS Carmem

Seis antocianinas foram detectadas: Cianidina 3 glicosideo; Petunidina 3,5-diglucoside; Peonidina 3,5-diglucoside; Malvidina 3,5-diglucoside; Petunidina 3-glucoside; Peonidina 3 glicosideo (Tabela 7). Como já citado, a antocianina majoritária na casca da uva BRS Carmen é malvidina 3,5-diglucoside, representando 74,48% do total das antocianinas. A importância das antocianinas em alimentos vai além da propriedade corante, pois demonstram excelentes

bioatividades e efeitos benéficos à saúde (Kroo *et al.*, 2017; Sood, Rachit *et al.*, 2024). Por exemplo, a malvidina-3-O-glicosídeo demonstrou efeitos terapêuticos, como demonstrado no estudo Hao *et al.* (2016), a delphinidina-3-O-glicosídeo e a cianidina-3-O-glicosídeo podem reduzir o citocromo C diretamente em doenças isquêmicas (Skemiene *et al.*, 2013; Hao *et al.*, 2016). Os benefícios que as antocianinas proporcionam para a saúde é amplamente descrito, especialmente na prevenção de doenças associadas ao estresse oxidativo, como as cardiovasculares e neurodegenerativas (Mollersen *et al.*, 2016; Mattioli *et al.*, 2020).

As antocianinas também apresentam ações positivas frente a doenças como: hiperóxia (Cimino *et al.*, 2012), cardiomiopatia diabética (CMD) (Yue *et al.*, 2021), na redução dos níveis de glutamato no hipocampo cerebral (Shah *et al.*, 2016). Na inibição da fosfo-HER2 e o fosfoAKT, induzindo a apoptose de células de câncer de mama HER2-positiva (Liu *et al.*, 2013), na disfunção endotelial, as células endoteliais, quando expostas às antocianinas e seus metabólitos derivados da microbiota intestinal, diminuem a adesão de monócitos e sua migração transendotelial (Krga *et al.*, 2018). No entanto ainda há uma carência de estudos sobre biodisponibilidade desses compostos (Eker *et al.*, 2019).

5.5 Antocianinas por HPLC–DAD–ESI-MS/MS.

Tabela- 7 Antocianinas identificadas e quantificadas das bagas e cascas da uva BRS por HPLC–DAD–ESI-MS/MS (modo de ionização positiva)

Compostos	Fragmentos m/z	(M-H) experimental	Massa teórica	Molecular Fórmula(M)	Tempo de RT	Baga mg/100g	Casca mg/100g	Baga (%)	Casca (%)
Cianidina 3 glicosideo	449.16; 317.122	449,10975	449,10784	C21 H20 O11	7,11	2,24	5,06	5,24	1,5
Petunidina 3,5- diglucoside	479.121;317.06	641,17402	641,17177	C28 H33 O17	6,58	9,04	27,37	21,13	8,36
Peonidina 3,5- diglucoside	463.12; 301.07	625,18049	625,17686	C28 H33 O16	6,9	13,22	37,4	30,91	11,43
Malvidina 3,5- diglucoside	493.13; 331.08	655,18881	655,18688	C29 H35 O17	6,8	24,335	243,73	10,13	74,48
Petunidina 3- glucoside	317,067	479,15507	479,15534	C23 H27 O11	7,13	10,605	7,285	24,79	2,23
Peonidina 3 glicosideo	317.13; 301.07	463,12409	463,12349	C22 H23 O11	7,44	3,334	6,405	7,79	1,96
Total:(mg/100g)	-	-	-	-	-	62,774	327,25	100	100

(RT) tempo de retenção.

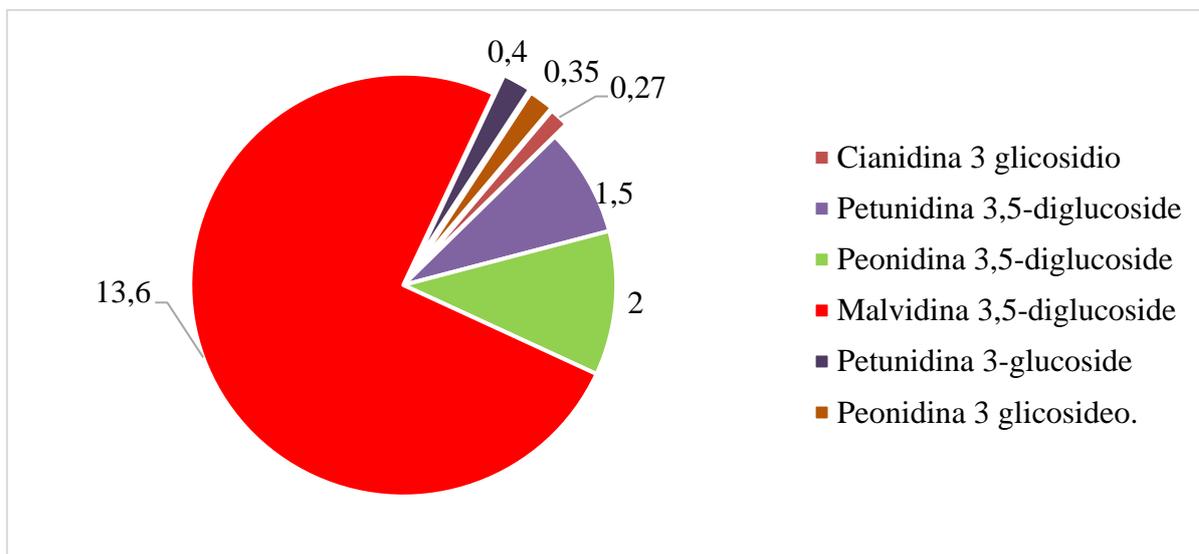
Quando se avaliou o teor de antocianinas monoméricas totais pelo método clássico, espectrofotométrico, como já citado, as concentrações nas bagas inteiras e nas cascas foram de 65,78 e 287,82 mg/100g de amostras frescas, como equivalentes de malvidina 3,5-diglicosídeo), respectivamente. Por HPLC–DAD–ESI-MS/MS, as concentrações foram de 62,77 e de 327,25 mg/100g, respectivamente. Esses resultados indicam que, como esperado, o uso de técnica mais robusta e com performance, como é o caso de HPLC–DAD–ESI-MS/MS, é necessário quando se deseja identificar o perfil de antocianinas.

O perfil encontrado de antocianinas nas bagas e casca da uva BRS Carmem apresenta alta complexidade devido à presença de seis antocianinas, que podem ser detectadas sob diferentes níveis de glicosilação como citado por Colombo *et al.*, (2020). A uva BRS Carmem apresentou elevada concentração de antocianinas, ocorrendo principalmente nas cascas, como demonstrado na (Tabela 7). Esse valor é similar ao encontrado em BRS Violeta, com concentração de antocianinas de 395 mg/100g, como equivalentes de mv-3,5-diglc (na fração casca) (Rebello *et al.*, 2013), e superior ao de outras cultivares, Bordô (*Vitis labrusca*), 136 mg/100g (Lago-Vanzela *et al.*, 2011b), Marechal Foch (*Vitis rupestris* × *Vitis vinifera*) e Norton (*Vitis aestivalis*), 111,6–275 mg/100g (Muñoz, Bordelon *et al.*, 2004), (COLOMBO *et al.*, 2020). Em contraste, a uva BRS Vitoria apresentou menor concentração de antocianinas 59,69 mg/100g o que a uva BRS Carmem (Colombo *et al.*, 2022).

Os resultados para antocianinas detectadas na baga e casca da uva BRS Carmem são semelhantes aos encontrados por Colombo *et al.*, (2020), na casca de bagas da uva híbrida BRS Vitoria, tendo como achados 3-glicosídeos não acilados, 3,5-diglicosídeos e seus derivados p-cumarina (em cis e trans conformações). Essas antocianinas também ocorrem em outras espécies de uva, como demonstrado no estudo de Zhao *et al.*, (2010), a detecção de pelargonidina 3,5-diglicosídeo em bagas de *V. amurensis*, e pelargonidina-3-O-glicosídeo em cascas de bagas de uvas *V. vinifera* Cabernet Sauvignon (HE *et al.*, 2010). Essas antocianinas também podem ser encontradas em uvas de mesa, como relatado por Di Lorenzo *et al.*, (2019), que ao analisarem 13 variedades de uvas de mesa a malvidina-glicosídeo foi a antocianidina com maior número de derivados, seguida peonidina-glicosídeo.

Nesse universo potencial que as antocianinas possuem, a cultivar BRS Carmem se mostra uma alternativa em potencial para o mercado que explora a extração desse composto. Como já citados no texto acima, e evidenciado na tabela 7, o valor total de antocianinas na casca e bagas da Uva BRS Carmem foi de 327,25 mg/100g de amostra, equivalente a uma geração de 18 kg de antocianinas/ha ou por 45 toneladas de uva.

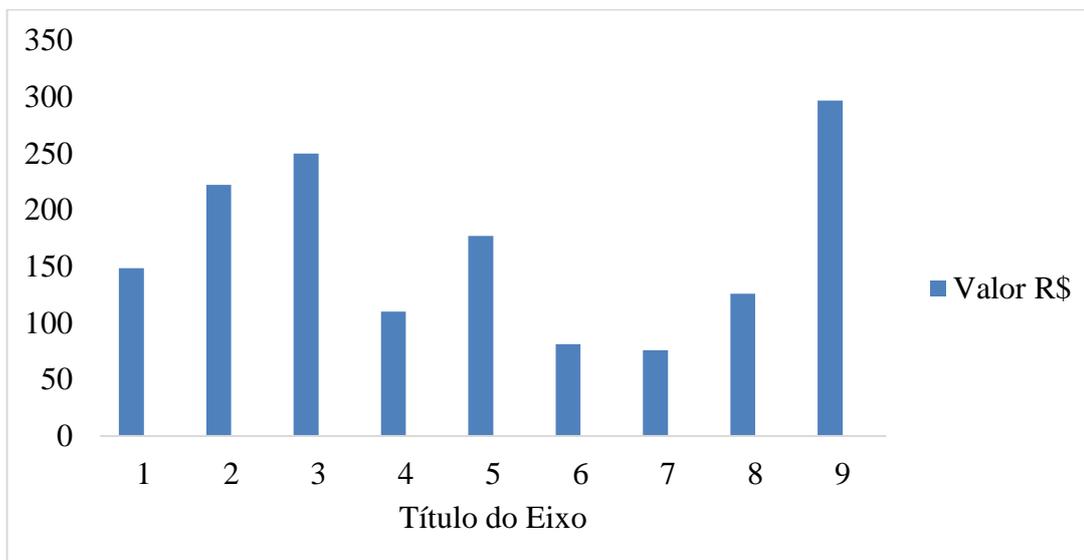
Figura 13- Partição de massa (Kg) antocianinas individuais presente na fração da casca da uva BRS Carmem, estimada em uma produção de 45 toneladas em 1ha, com a fração residual casca correspondendo a 49%.



A malvidina 3,5- diglucosídeo corresponde a 13,6 kg, seguida da Pdn 3,5-glucosídeo 2kg. Ao analisa o perfil de antocianinas detectadas e suas concentrações nas cascas da uva BRS Carmem, é possível concluir que essa cultivar se enquadra com uma fonte rica nesse pigmento, abrindo margem para outras possibilidades de mercado, uma vez que a essa cultivar foi desenvolvida para atender a indústria de sucos e vinhos.

Ao explorar os produtos que contêm antocianinas na sua composição (suplementos dietéticos, sucos, extratos) é notável o crescimento o desse mercado, como bem citado no relatório da mordorintelligence “mercado de antocianinas”. Com base em dados obtidos em sites de vendas online (Amazon; Mercado livre; Alibaba; Ebay) foi realizado uma análise do preço de produtos que contêm antocianinas. No total foram 9 produtos (figura 15).

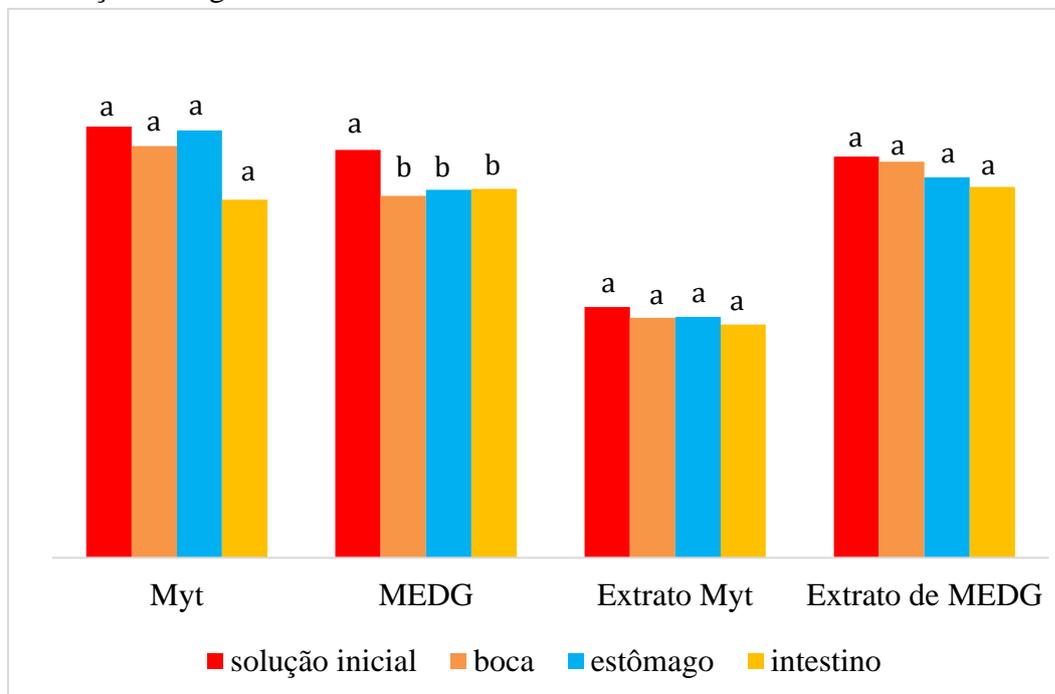
Figura 14- Valores de Produtos comercializando contendo antocianinas



Os produtos analisados foram: (1) 50 gramas de antocianinas de mirtilo 25% Marca: Bright sunlight; (2) Bright sunlight antocianinas de cranberry de 25% Antocianinas cranberry 200g Marca: (3) Bright sunlight ; Antocianinas de alta qualidade 1% -25% extrato de mirtilo Subtotal;(4) Suplemento alimentar natural 95% OPC antocianina em pó orgânico extrato de semente de uva em massa;(5)Pó de Blackberry orgânico solúvel em água antocianina Blackberry suco de frutas em pó ;(6) Semente de uva antocianina glutathione pílulas músculo cristal tomate branco pó 22.8g (0.76g/capsule, 30 capsules); (7) Cápsulas de antocianina em pó de semente de uva 250 g colágeno oxidado; (8) Laranja Moro Ocean Drop 500mg Antocianinas; (9) Frascos Antocionidinol 100% original - 360 Capsulas). Esse mercado de antocianinas é promissor e isso gera uma demanda por vegetais ricos nesses pigmentos. A uva BRS Carmem se enquadra como umas das alternativas para atender esse mercado.

5.6 Digestibilidade em “*vitro*”

Figura 16- Teor padrão de Mirectina e Malvidina 3,5-diglicosídeos (mg) do extrato após simulação de digestão “*in vitro*”



No teste clássico de digestibilidade *in vitro* usaram-se 2 padrões analíticos, a Myrecitina (MyT) e a malvidina 3,5-diglicosídeo (MEDG), que também estão presentes nos extratos da casca da uva BRS Carmem.

O padrão 1 não foi afetado pelas enzimas, no teste *in vitro* (figura 16). Isso também ocorreu quando o teste foi feito com o extrato da casca da uva. Em contrapartida, o padrão da malvidina 3,5 diglicosídeo foi afetado na etapa de digestão da boca. Nas demais fases, a MEDG não foi afetada. A MEDG presente nos extratos de uva não foi afetada nas etapas digestivas. Esses resultados não eram esperados, tendo em vista que é citada a ocorrência de alterações nos níveis de antocianinas de várias fontes (Ayvaz H *et al.*, 2022 ; Kumkum *et al.*, 2024). As causas exatas desses resultados não foram elucidadas. É fato amplamente citado de que as antocianinas são instáveis (Wu, Oliveira e Lila 2022) e passam por alterações durante as etapas de digestão. Aqui, neste trabalho, isso não foi detectado. Duas causas mais prováveis podem explicar hipoteticamente. Primeira, um possível problema no kit enzimático. Essa causa está descartada, tendo em vista que as mesmas enzimas, do mesmo kit, foram testadas noutras matrizes e a ação foi eficiente. A segunda pode estar associada ao método de preparo do extrato

deste trabalho que resultou em uma amostra enriquecida em ácidos fenólicos, flavonóides e antocianinas (malvidina 3,5 diglicosídeo) estáveis. Alias, embora não se tenha feito um delineamento experimental específico para estudar estabilidade nesse experimento, esses extratos ficaram armazenados por 12 meses e nenhuma alteração significativa foi observada. Também, elaborou-se iorgute adicionando desses extratos (dados não informados) e, em 30 dias de armazenamento refrigerado, não observou-se alterações nesses compostos. Assim, tem-se um extrato que foi obtido por um método simples, rápido e com uma solução simples (H₂O, Etanol e Ácido), seguido de liofilização que foi método mais sofisticado. Esses resultados são muito importantes pois indicam que se pode obter um extrato rico de antocianinas a partir de um coproduto de uva Carmem, sem problemas de estabilidade. A grande maioria dos trabalhos (Tan *et al.*, 2022; Jiaqi *et al.*, 2022), citam a necessidade de se usarem métodos mais sofisticados como o uso de solventes eutéticos, enzimas, ultrason, outros, para se chegar a esse resultado (Tena N *et al.*, 2022), e mesmo assim normalmente, há a necessidade de encapsulamento das antocianinas (Rashwan *et al.*, 2023).

5.6 Composto Voláteis

Após a análise por GC/MS, identificamos e quantificamos 16 compostos voláteis presentes nas bagas e 9 compostos nas cascas da uva BRS Carmem, conforme detalhado na Tabela 8. Dos 16 compostos identificados nas bagas, 7 não foram identificados nas cascas, sendo estes: o aldeído 2-heptenal, (Z)-; os álcoois 3-hexen-1-ol, 1-hexanol (3), heptan-2-ol e 3-cyclohexen-1-ol; fenol 3-Allyl-6-methoxyphenol; terpenos eucalypto, thymoquinone, α -terpineol; e o ester butanoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester. De modo geral, as bagas inteiras são mais ricas em compostos voláteis do que as cascas. As bagas apresentaram concentração de 8,78 e as cascas 0,18 mg/100g. Em ordem decrescente de concentração, nas bagas inteiras, os grupos de compostos voláteis identificados nas bagas foram terpenos; álcoois; aldeídos; ester e fenóis; nas cascas, foram aldeídos; ester; terpenos; álcoois e fenóis.

O 2-Hexanal foi o composto majoritário tanto nas bagas (1,51 mg/100 g) quanto nas cascas (0,50 mg/100 g) da uva. Esse composto é um aldeído graxo saturado proveniente da decomposição de hidroperóxidos, resultantes de processos de oxidação secundária (GILL *et al.*, 2015). O 2-Hexanal correspondeu a 26,98% do valor total dos compostos voláteis presentes nas cascas, e a 86,20% do valor total de aldeídos presente nas cascas, já para as bagas esse composto correspondeu a 17,22% do valor total de composto voláteis e 88,30% do valor total

de aldeídos presente nas bagas da uva BRS Carmem. Os aldeídos presentes nas bagas foi de (19,6%) enquanto nas cascas foi de (37 %).

Em seguida, vem o hidrocarboneto cíclico saturado o-Cymene, o Benzene e o 1-metil-2-(1-metiletil), presentes nas bagas (1,34 mg/100 g) e nas cascas (0,04 mg/100 g).

Tabela 8. Compostos orgânicos voláteis identificados por CG-MS nas bagas e cascas da uva BRS Carmem

Compostos	IS	IRL*	Descrição aromática	Bagas	Cascas	Bagas (%)	Cascas (%)
<i>Aldeido</i>							
2-Hexenal	96	814	Grama/folha verde	1,51	0,50	17,22	26,00
2-Heptenal, (Z)-		1143	Fresco/herbais	nd	0,006		3,33
n-Decaldehyde	95	1.204	Cítrico/frutado	0,21	nd	2,42	-
1,6-Octadien-3-ol, beta. -							
Linalool	97	1.082	Floral/frutado	nd	0,02	-	8,67
<i>Álcoois</i>							
3-Hexen-1-ol	96	868	Grama cortada/folhas verdes	0,28	nd	3,23	-
1-Hexanol (3)	97	860	Maçãs verdes/grama cortada	1,04	nd	11,85	-
heptan-2-ol	97	1.138	Fruta	0,72	nd	8,14	-
3-Cyclohexen-1-ol	95	1.137	Floral /refrescante	0,60	nd	6,80	-
<i>Fenóis</i>							
3-Allyl-6-methoxyphenol	98	1.392	Picante/condimentado/cravado	0,35	nd	3,97	-
<i>Terpenos</i>							
o-Cymene, Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)	97	1.042	Terroso/cítrico	1,34	0,04	15,32	22,22
Eucalypto	90	1.059	Hortelã/doce	0,29	nd	3,31	-
D-Limonene	95	1.018	Citrico/hortelã	0,78	0,01	8,89	4,27
Thymoquinone	89	1.340	Herbal/picante	0,36	nd	4,11	-

Compostos	IS	IRL*	Descrição aromática	Bagas	Cascas	Bagas (%)	Cascas (%)
<i>Terpenos</i>	-	-	-	-	-	-	-
α -terpineol	96	1.143	Flor lilás/floral	0,23	nd	2,61	-
<i>Ester</i>	-	-	-	-	-	-	-
Decanoic acid,ethyl ester	95	1.397	Gordura/ranço	0,10	0,01	1,08	7,67
Octanoic acid, ethyl ester	81	2.574	Frutas/flores	nd	0,01		6,75
Oxime-methoxy-phenyl	86	1301	Floral/frutado	0,23	0,01	2,63	7,58
Butanoic acid, 3-hydroxy-, ethyl ester	96	947	Frutado/adocicado	0,39	nd	3,97	-
2,4-Decadienoic acid, ethyl ester, (E,Z)	94	1.397	Frutados/florais/picantes	0,35	0,03	-	14,33
<i>padrão</i>							
Benzophenone	96	1.603	-	-	-		
Total: mg/100g				8,78	0,18	100	100

O ordo característico de nuances verdes das uvas percebidos, são oriundos dos chamados voláteis básicos de fundo em bagas de uvas, derivados de uma parcela dos grupos de aldeídos, álcoois e Ester, combinados de outras moléculas, resultantes da degradação enzimática ácidos graxos saturados, a exemplo dos ácidos, ácido linoleico e linolênico (WU *et al.*, 2016). As cascas da uva BRS Carmem apresentaram baixas concentrações de terpenos, no entanto a concentração de terpenos nas bagas da uva Carmem foi superior em relação aos outros compostos, apresentando uma concentração 3,01(mg/100g) do total de compostos voláteis presente nas bagas da uva BRS Carmem.

Figura 15. (A) Concentração de compostos orgânicos voláteis presente nas bagas e cascas da uva BRS Carmem; (B) (%) Percentual de composto orgânicos voláteis presentes nas bagas e cascas da uva BRs Carmem

	Bagas		Cascas	
Concentração U _g /100g	3,01	Terpenos	0,072	Aldeído
	2,64	Álcoois	0,07	Ester
	1,72	Aldeído	0,047	Terpenos
	1,06	Ester	-	Álcoois
	0,35	Fenóis	-	Fenóis

Os terpenos foram majoritários nas bagas da uva BRS Carmem, representando um total de 34,24%, sendo o-Cymene, Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl) o principal representando um percentual de 15,32% do valor total dos compostos voláteis presentes nas bagas, já as cascas apresentaram uma concentração total de 25,24% de terpenos, correspondendo a 22,2% da concentração total de compostos voláteis nas cascas da uva BRS Carmem. Esses compostos podem contribuir para aromas cítricos/fresco de frutas verdes, percebidos nas uvas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2021).

Com relação aos álcoois, as bagas apresentaram uma concentração de 30,1%, sendo o 1-Hexanol o majoritário com uma concentração de 11,85% dos compostos voláteis totais presente na baga, seguido pelo 3-Hexen-1-ol, correspondendo a 3,23%, dos compostos voláteis totais. Já nas cascas não foi detectado a presença de álcoois. Esses compostos podem contribuir para os aromas de grama verdes e herbáceas percebidos em uvas de mesa (Wu *et al* 2019).

O perfil de compostos orgânicos detectado nas bagas e cascas da uva BRS Carmem está alinhado com o perfil sensorial odorífico percebido na uva BRS Carmem. Podendo ser os terpenos os principais responsáveis pelo aroma presente nas bagas e cascas da uva BRS Carme, indo em contraste com o estudo realizado por Wu *et al.* (2016) que ao analisarem 20 variedades de uva de mesa, os terpenos foram os principais contribuintes para os aromas das uvas

5.7 Ácido L-ascórbico

A concentração de ácido L-ascórbico na uva BRS foi de aproximadamente 3,49 mg/100g de amostras fresca, valor superior ao encontrados por Detoni *et al.* (2005), na cultivar Niágara rosada, com teores de 1,0 mg 100ml. No entanto inferior ao teor relatado por Santana *et al.* (2008) na cultivar Patrícia, que foi de 17,54 mg 100 mL. É em portas enxertos de uva Bordô com teores de 8,23, 9,57 e 7,89 mg 100 mL⁻¹ aos 90, 100 e 110 dias da colheita, enxerto 'IAC-766'. A uva BRS Carmem não se apresenta como uma fruta rica nesse micronutriente, quando comparadas com outras cultivares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A uva BRS Carmem tem grande potencial para ser usada para a extração de pigmentos naturais, notadamente antocianinas. Tomando-se por base uma produtividade de 45 ton/ha de uva, se produz 18 kg de antocianinas. Os estudos preliminares (digestibilidade *in vitro*), 12 meses de estocagem, e elaboração de um produto alimentício (iogurte), apontam por excelente estabilidade do extrato e das antocianinas. A perspectiva desse trabalho é a contribuição ao aproveitamento integral da uva BRS Carmen, numa perspectiva de biorrefinaria, ou seja, uso da polpa/mosto para vinho rosê, do engaço para compostagem ou biochar, casca para a produção de extrato rico em antocianinas, sobras da extração para biochar ou outro coproduto.

7. REFERÊNCIA TEÓRICO

A.G. Couto, C.A.L. Kassuya, J.B. Calixto, P.R. Petrovick, Anti-inflammatory, antiallodynic effects and quantitative analysis of gallic acid in spray dried powders from *Phyllanthus niruri* leaves, stems, roots and whole plant, **Rev. Bras. Farmacogn.** 23 (1) (2013) 124–131, Couto, Angélica G. *et al.* Anti-inflammatory, antiallodynic effects and quantitative analysis of gallic acid in spray dried powders from *Phyllanthus niruri* leaves, stems, roots and whole plant. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 1, p. 124-131, 2013..

Aakriti Darnal. Simone Poggesi. Adriana Teresa Ceci. Tanja Mimmo^{2,3} · Emanuele Boselli. Edoardo Longo. Interactive effect of pre-fermentative grape freezing and malolactic fermentation on the anthocyanins profile in red wines prone to colour instability. **European Food Research and Technology** (2023) 249:2045–2065.

Abe, Lucile Tiemi *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Food Science and Technology**, v. 27, p. 394-400, 2007.

Agrawal P. K., Agrawal C., Blunden G. Quercetina: significado antiviral e possíveis considerações integrativas COVID-19. *Comunicações de Produtos Naturais*. 2020; 15(12)

Albuquerque, Miriani Vieira *et al.* Educação alimentar: uma proposta de redução do consumo de aditivos alimentares. **Química nova na escola**, v. 34, n. 2, p. 51-57, 2012.

AL-ishaq, Raghad Khalid *et al.* Flavonoids and their anti-diabetic effects: Cellular mechanisms and effects to improve blood sugar levels. **Biomolecules**, v. 9, n. 9, p. 430, 2019.

Al-khayri, Jameel M. *et al.* Flavonoids as potential anti-inflammatory molecules: A review. **Molecules**, v. 27, n. 9, p. 2901, 2022.

Andrade, F. de O., Liu, F., Zhang, X., Rosim, M. P., Dani, C., Cruz, I., ... Hilakivi-Clarke, L. (2021). Genistein Reduces the Risk of Local Mammary Cancer Recurrence and Ameliorates Alterations in the Gut Microbiota in the Offspring of Obese Dams. **Nutrients**, 13(1), 201. doi:10.3390/nu13010201.

Anthocyanins protect human endothelial cells from mild hyperoxia damage through modulation of Nrf2 pathway. **Genes & nutrition**, 8(4), 391-399.

Antonić, B.; Carvalho, S.; Oliveira, D.; Tremlová, B. Valorização do bagaço de uva: uma revisão sistemática e meta-análise. **Alimentos** 2020, 9, 1627. <https://doi.org/10.3390/foods9111627>

Antunes, Lusânia Maria Gregg; ARAÚJO, Maria Cristina Paiva. Mutagenicidade e antimutagenicidade dos principais corantes para alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 13, p. 81-88, 2000.

Anvisa. Resolução RDC nº 112, de 29 de novembro de 2016. Proíbe o uso dos aditivos alimentares corantes artificiais amarelo crepúsculo, amarelo tartrazina e vermelho 40 em todos os alimentos. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 30 nov. 2016. Seção 1, p. 76.

Anvisa. Resolução RDC nº 5, de 15 de janeiro de 2010. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para a utilização de aditivos alimentares. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 19 jan. 2010. Seção 1, p. 40-53.

Aubert, Christophe; CHALOT, Guillaume. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). **Food Chemistry**, v. 240, p. 524-533, 2018.

Ayvaz H, Cabaroglu T, Akyildiz A, Pala CU, Temizkan R, Ağçam E, Ayvaz Z, Durazzo A, Lucarini M, Direito R, Diaconeasa Z. Anthocyanins: Metabolic Digestion, Bioavailability, Therapeutic Effects, Current Pharmaceutical/Industrial Use, and Innovation Potential. **Antioxidants (Basel)**. 2022 Dec 26;12(1):48. doi: 10.3390/antiox12010048. PMID: 36670910; PMCID: PMC985550

Ayvaz H, Cabaroglu T, Akyildiz A, Pala CU, Temizkan R, Ağçam E, Ayvaz Z, Durazzo A, Lucarini M, Direito R, Diaconeasa Z. Anthocyanins: Metabolic Digestion, Bioavailability, Therapeutic Effects, Current Pharmaceutical/Industrial Use, and Innovation Potential. **Antioxidants (Basel)**. 2022 Dec 26;12(1):48. doi: 10.3390/antiox12010048. PMID: 36670910; PMCID: PMC9855055.

Badhani B., Sharma N., Kakkar R. Ácido gálico: Um antioxidante versátil com aplicações terapêuticas e industriais promissoras. **RSC Adv**. 2015; 5:27540–27557.

Bai, J., Zhang, Y., Tang, C., Hou, Y., Ai, X., Chen, X., ... Meng, X. (2021). Ácido gálico: Atividades farmacológicas e mecanismos moleculares envolvidos em doenças relacionadas à inflamação. **Biomedicina & Farmacoterapia**, 133, 110985. DOI:10.1016/j.biopha.2020.110985

Baranwal, Aadrika *et al.* Ações farmacológicas e mecanismos subjacentes da catequina: uma revisão. **Mini Resenhas em Química Medicinal**, v. 22, n. 5, pág. 821-833, 2022.

Barcia, M. T. *et al.* Phenolic composition of grape and winemaking byproducts of brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry, London**, v. 159, p. 95-105, 2014.

Benmeziane, F., Cadot, Y., Djamai, R., & Djermoun, L. (2016). Determinação dos principais pigmentos antocianínicos e flavonóis na casca da uva vermelha de algumas variedades de uva de mesa (*Vitis vinifera* sp.) por cromatografia líquida de alta eficiência – detecção de arranjo de fotodiodos (HPLC-DAD). **OENO Um**, 50 (3).

Berman, A. Y. *et al.* The therapeutic potential of resveratrol: a review of clinical trials. **Precision Oncology**, n. July, 2017

Beteto, Flávia Maria. **Bioacessibilidade, atividade antioxidante e antiproliferativa de compostos bioativos fenólicos de sucos de frutos da família Myrtaceae**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Bobbio, P. A.; Bobbio, F. O. Pigmentos naturais. In: Bobbio, P. A.; bobbio, F. O.(Ed.) **Introdução à Química de Alimentos**. 2ª ed., São Paulo: Varela, 1995. cap.6, p.191-223.

Bonomini; F; Rodrigues; A.C; Artículo de revisión Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico Biological effects of anthocyanins in the atherosclerotic process; **Revista Chilena de Nutrición**, Vol . 38 , Nº4 , Diciembre 2011 , págs : 458 - 467.

Bonomini; F; Rodrigues; A.C; Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico; **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 23 , n . 4 , p . 633 - 644 , jul./ago . 2010.

Bottero G., Cagnasso e., Cagnasso P., Cordero C., Del Carlo M., Gambelli I., nicolini g., antioxidant activity and phenolic composition of cv corvina (vitis vinifera l.) Grapes and wines; **Food Chemistry**, Volume 100 , Issue 1 , January 2007 , Pages 203 - 210.

Brenna, O. V.; Pagliarini, E. Multivariate analysis of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4841-4844, 2001

Bressan, w. Antocianinãs em uvas de variedades viníferas, americanas e híbridas. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

Bressan, W.; Cesar, M.A.A.; Prado Filho L.G. Antocianinas em uvas de variedades viníferas l. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 253-258, 1981.

Burin VM *et al.* 2014. Bioactive compounds and antioxidant activity of Vitis vinifera and Vitis labrusca grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal** 114: 155–163.

Burns J., Gardner P.T., Oneil J., Crawford S., Morecroft I., Mcphail D.B., Lister C., Matthews D., Maclean M.R., Lean M.E., Duthie G.G., Crozier A., 2000. **Relationship among antioxidant activity vasodialtion capacity and phenolic content of red wines. J. Agric. Food Chem., 48, 220-230.**

Carmo, Jéssica Silva do; NAZARENO, Lailla Sabrina Queiroz; RUFINO, Maria do Socorro Moura (2018). Characterization of the acerola industrial residues and prospection of their potential application as antioxidant dietary fiber source. **Food Science and Technology**, (), – . doi:10.1590/fst.18117

Chassagne-berces, S. *et al.* Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing. **Food Research International, Barking**, v. 42, p. 788-797, 2009.

Chen B. L., Wang L. T., Huang K. H., Wang C. C., Chiang C. K., Liu S. H. A quercetina atenua a lesão de isquemia/reperfusão renal por meio de uma ativação da via de autofagia regulada pela proteína quinase ativada por AMP. **O Jornal de Bioquímica Nutricional** . 2014; 25(11):1226–1234. DOI:

CHEN, C. *et al.* Biosynthesis and regulation of anthocyanins in fruit crops. **Plant Growth Regulation**, v. 92, n. 1, p. 1-26, 2020.

Chira K, Schmauch G, Saucier C, Fabre S, Teissedre PL. Efeito da variedade de uva na composição de proantocianidinas e na percepção sensorial dos extratos de sannin da pele e das sementes de uvas para vinho Bordeaux (Cabernet Sauvignon e Merlot) por duas safras consecutivas (2006 e 2007). **J Agric Food Chem** . 2009; 57 :545–53.

Choubey, S., Varughese, LR, Kumar, V., & Beniwal, V. (2015). Importância medicinal do ácido gálico e seus derivados ésteres: uma revisão de patentes. **Analista de Patentes Farmacêuticas**, 4(4), 305–315. doi:10.4155/ppa.15.14

Cizmarova B., Hubkova B., Bolerazska B., Marekova M., Birkova A. Caffeic acid: a brief overview of its presence, metabolism, and bioactivity. **Bioactive Compounds in Health and Disease** 2020; 3(4): 74-81. DOI: <https://doi.org/10.31989/bchd.v3i4.692>

Coelho, Olivia G.L, Alfena, rita de Cassia G. Ferruzzi, Mario G. Mattes. Richard D. Effects of Concord Grape juice flavor intensity and phenolic compound content on glycemia, appetite and cognitive function in adults with excess body weight: a randomized double blind crossover trial. **Royal Society of chemistry**, 2021.

Colombo R.C., Roberto S.R., Nixdorf S.L., Pérez-Navarro J., Gómez-Alonso S., Mena-Morales A.... Hermosín-Gutiérrez I. Análise da composição fenólica e rendimento de uvas de mesa 'BRS Vitoria' seedless sob diferentes densidades de cachos utilizando HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**. 2020; 130:108955

Colombo, R. C., Roberto, S. R., da Cruz, M. A., de Carvalho, D. U., Yamamoto, L. Y., Nixdorf, S. L., ... Hermosín-Gutiérrez, I. (2020). Characterization of the phenolic ripening development of “BRS Vitoria” seedless table grapes using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, 103693. doi:10.1016/j.jfca.2020.103693

Colombo, Ronan Carlos *et al.* Caracterização do desenvolvimento da maturação fenólica de uvas de mesa sem sementes 'BRS Vitória' por meio de HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Jornal de Composição e Análise de Alimentos**, v. 95, p. 103693, 2021.

Cosme, F., Pinto, T., & Vilela, A. (2018). Compostos fenólicos e atividade antioxidante em sucos de uva: uma visão química e sensorial. *Bebidas*, 4(1), 22. DOI:10.3390/bebidas4010022

Dani, C., Oliboni, L. S., Pasquali, M. A. B., Oliveira, M. R., Umezu, F. M., Salvador, M., ... Henriques, J. A. P. (2008). Intake of Purple Grape Juice as a Hepatoprotective Agent in Wistar Rats. **Journal of Medicinal Food**, 11(1), 127–132. doi:10.1089/jmf.2007.558

Dani, C., Oliboni, L. S., Vanderlinde, R., Pra, D., Dias, J. F., Yoneama, M. L., ... Henriques, J. A. P. (2009). *Antioxidant Activity and Phenolic and Mineral Content of Rose Grape Juice*. **Journal of Medicinal Food**, 12(1), 188–192.

DAS PK *et al.* 2012. Sugar-hormone cross-talk in anthocyanin biosynthesis. **Molecules and Cells** 34: 501-507.

De Carvalho Tavares, Lasnaia Maria *et al.* BRS Violeta (BRS Rúbea × IAC 1398-21) suco de uva em pó produzido por secagem em esteira de espuma. Parte I: Efeito da temperatura de secagem nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante. **Química Alimentar**, v. 298, pág. 124971, 2019.

De Mello, I. M. R.; Dos santos, A. C. C. Novas cultivares de uvas para Suco: BRS Cora, BRS Violeta, BRS Carmem e BRS Magna: **relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa**. 2022.

De Oliveira Nishiyama, Yara Paula. Composição fenólica de uvas brasileiras e produtos derivados.

De Souza, Betina Aguiar *et al.* Aditivos Alimentares: Aspectos Tecnológicos e Impactos na Saúde Humana. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 36, p. 5-13, 2019.

Delgado-Vargas F *et al.* 2000. Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains – Characteristics. Biosynthesis . Processing. and Stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition** 40: 173-289.

Deng Q., Li X. X., Fang Y., Chen X., Xue J. Potencial terapêutico da quercetina como agente antiaterosclerótico na doença cardiovascular aterosclerótica: uma revisão. **Medicina**

Alternativa e Complementar Baseada em Evidências. 2020; 2020:5926381–12. DOI: 10.1155/2020/5926381

Detoni AM, Clemente E, Braga GC & Herzog NFM (2005) Uva 'niágara rosada' cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25:546-552

Di Lorenzo, C., Colombo, F., Biella, S., Stockley, C., & Restani, P. (2021). Polifenóis e saúde humana: o papel da biodisponibilidade. **Nutrientes**, 13(1), 273.

EKER, Merve Eda *et al.* A review of factors affecting anthocyanin bioavailability: Possible implications for the inter-individual variability. **Foods**, v. 9, n. 1, p. 2, 2019.

EMBRAPA UVA E VINHO. BRS Carmem: **uva para suco e vinho de mesa** [online]. Disponível em: . Acesso em: 06 abr. 2021.

EMBRAPA. Bagaço de uva vira alimentos funcionais. **Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2235712/bagaco-de-uva-vira-alimentos-funcionais>**. Acesso em: 15 dez. 2021

Erdogan S., Turkekul K., Dibirdik I., *et al.* Biomedicina & Farmacoterapia . 2018; 107:793–805. DOI: 10.1016/j.biopha.2018.08.061

Extraction and purification of anthocyanins: **A review, Journal of Agriculture and Food Research**, Volume 8, 2022, 100306, ISSN 2666-1543, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100306>.

F. Broussaud *et al.* Diferenças na composição de flavonóides de uvas entre plantios de teste de Cabernet franc. **jornal Americano de Enologia e Viticultura** (1999)

Falcão, l.d.; Borges, k.c.; Gonçalves, e.d.; De Rosa Junior, e.; De Oliveira Dantas, j.a.; Nunes Gomes, a.p.; Pereira, g.e.; Biasoto, a.c.t.; Correa, l.c.; Santos Silva, m.a.a.p.; Da silva Maia, j.g.; Leão p.c.s.; De Assis Saes Silva, m. Quantificação de antocianinas totais determinadas na casca e na polpa de uvas cultivadas no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.695-698, 2007.

Fei Ele. Na-na liang. Lin Mu. Qiu_Hong Pan. Jun Wang. Malcolm. Reeves. Chang-Qing Duam. Antocianinas e suas variações em vinhos tintos I. Antocianinas monoméricas e suas expressões de cor. **Molecula**. 2012 Fev; 17(2): 1571–1601. Publicado online 2012 Fev 7.

Ferrari, Cristhiane Caroline; Ribeiro, Caio Pereira; Aguirre, José Maurício de. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 157-165, 2012.

Freitas, M. S. *et al.* Compostos fenólicos em frutas – uma revisão. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n. 4, p. 949-959, 2014.

Garcia-Salas, P. *et al.* Phenolic compounds as functional ingredients in purple corn products: **a review. Journal of Cereal Science**, v. 74, p. 155-162, 2017.

Georgiev, Vasil; Ananga, Anthony; Tsoleva, Violeta. Recent advances and uses of grape flavonoids as nutraceuticals. **Nutrients**, v. 6, n. 1, p. 391-415, 2014.

GOMES, Beatriz Borges *et al.* Efeitos das antocianinas na saúde: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e6411427069-e6411427069, 2022.

Gonçalves, a. E. S. S.; Iago, r. C. A.; Figueiredo-ribeiro, R. C. L. Flavonoids in fruits of Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) and Graviola (*Annona muricata* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 413-418, 2005.

Grando, Christian Alan. Determinação do rendimento do processo de extração de antocianina do bagaço da uva. **Química Bacharelado-Tubarão**, 2020.

Grzesik, M., Naparło, K., Bartosz, G., & Sadowska-Bartosz, I. (2018). Antioxidant properties of catechins: Comparison with other antioxidants. **Food Chemistry**, 241, 480–492

Hao, J., Du, H., Li, W., Liu, F., Lu, J., Yang, X., & Cui, W. (2016). Anthocyanins protected hearts against ischemic injury by reducing MMP-2 activity via Akt/P38 pathways. **American Journal of Translational Research**, 8(2), 1100.

Hollman PCH, Katan MB. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food Chem Toxicol** 1999; 37 (9/10)

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2020 [online]. Disponível em: . Acesso em: 06 abr. 2021

Isabela de Moraes Silva; Nathalia de Andrade Neves. Antocianinas: estrutura química, estabilidade e extração. **AGRON FOOD ACADEMY**. Acesso em: 29 jul. 2023.

J.H. Lee, M. Oh, J.H. Seok, S. Kim, D.B. Lee, G. Bae, H.I. Bae, S.Y. Bae, Y.M. Hong, S.O. Kwon, D.H. Lee, C.S. Song, J.Y. Mun, M.S. Chung, K.H. Kim, Antiviral effects of black raspberry (*Rubus coreanus*) seed and its gallic acid against influenza virus infection, **Viruses** 8 (6) (2016) 157, <https://doi.org/10.3390/v8060157>.

Jiang Y., Pei J., Zheng Y., Miao Y.-J., Duan B.-Z., Huang L.-F. Ácido gálico: um potencial agente anti-câncer. **Chin. J. Integr.** 2022; 28:661–671.

Jiaqi Tan, Yanmei Han, Bo Han, Xiangmei Qi, Xu Cai, Shaoqin Ge, Hongkun Xue,

José S. Câmara. Mônica Locatelli. Jorge Am Pereira. Helder Oliveira. Marcos Arlório. Ivam Fernandes. Rosa Perestrelo. Victor Freitas. Matteo bordiga. Nos bastidores das antocianinas – dos benefícios à saúde às aplicações potenciais nas áreas alimentícia, farmacêutica e cosmética. **Nutrientes** 2022 , 14 (23), 5133

K.G. Lima, G.C. Krause, A.D. Schuster, A.V. Catarina, B.S. Basso, F.C. De Mesquita, L. Pedrazza, E.S. Marczak, B.A. Martha, F.B. Nunes, E.C.F. Chiela, N. Jaeger, M.P. Thomé, G.V. Haute, H.B. Dias, M.V. Donadio, J.R. De Oliveira, Gallic acid reduces cell growth by induction of apoptosis and reduction of IL-8 in HepG2 cells, **Biomed. Pharmacother.** 84 (2016) 1282–1290, <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.10.048>.

Kähkönen, Márcia P.; HOPIA, Anu I.; HEINONEN, Marina. Fenólicos de baga e sua atividade antioxidante. **Revista de química agrícola e alimentar**, v. 49, n. 8, p. 4076-4082, 2001.

Kandyliis, P. (2021). *Uvas e seus derivados em alimentos funcionais*. **Alimentos**, 10(3), 672.

Kanner, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains - a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, n. 11, p. 5178-5185, 2001.

Keshari AK, Verma AK, Kumar T, Srivastava R: Oxidative stress: a review. **Int J Sci Technol** 2015, 3(7):155-162. 10.

Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Antocianidinas e antocianinas: pigmentos coloridos como alimentos, ingredientes farmacêuticos e potenciais benefícios para a

saúde. **Pesquisa em Alimentação e Nutrição**, 61(1), 1361779. DOI:10.1080/16546628.2017.1361779.

Khoo, H. E.; Azlan, A.; Tang, S. T.; LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & Nutrition Research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

Kim, Min-Ju *et al.* Antioxidant activities of fresh grape juices prepared using various household processing methods. **Food science and biotechnology**, v. 26, p. 861-869, 2017.

Kong, W. *et al.* Biosynthesis of anthocyanins: a complex interplay of enzymes and regulators. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 1-15, 2021.

Krga, I., Tamaian, R., Mercier, S., Boby, C., Monfoulet, LE, Glibetic, M., ... & Milenkovic, D. (2018). As antocianinas e seus metabólitos intestinais atenuam a adesão de monócitos e a migração transendotelial por meio de mecanismos nutrigenômicos que regulam a permeabilidade das células endoteliais. **Free Radical Biology and medicine**, 124, 364-379.

Kumkum, R.; Aston-Mourney, K.; McNeill, BA; Silva, D.; Rivera, L.R. Biodisponibilidade de antocianinas: alimentos integrais versus extratos. **Nutrientes 2024**, 16, 1403. <https://doi.org/10.3390/nu16101403>

Kumkum, R.; Aston-Mourney, K.; McNeill, BA; Silva, D.; Rivera, L.R. Biodisponibilidade de antocianinas: alimentos integrais versus extratos. **Nutrientes 2024**, 16, 1403. <https://doi.org/10.3390/nu16101403>

Kuskoski, E. Marta *et al.* Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. **Food Science and Technology**, v. 24, p. 691-693, 2004.

Kuskoski, Eugenia Marta *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1283-1287, 2006.

Lago-vanzela, E. S. *et al.* Phenolic composition of the brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS Morena. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, p. 8314-8323, 2011a.

Li D, Liu Z, Zhao W, Xi Y, Niu F. A straightforward method to determine the cytotoxic and cytopathic effects of the functional groups of gallic acid. *Process Biochem.* 46(11), 2210–2214 (2011)

LI, F., LI, F., YANG, Y., YIN, R., & MING, J. (2019). Comparação de perfis fenólicos e atividades antioxidantes em cascas e polpas de onze cultivares de uva (*Vitis vinifera* L.). **Jornal de Agricultura Integrativa**, 18(5), 1148–1158. doi:10.1016/s2095-3119(18)62138-0

Lima, V. L. A. G.; Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Prazeres, F. M.; Musse, R. A. P. Antocianinas em alimentos: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, n.1, p. 109-120, 2011.

Lima, V. L. A. G.de; MÊLO, E. de a.; LIMA, U.dos S.; LIMA, D.E.da S. Polpa Congelada de Acerola: Efeito da Temperatura sobre os Teores de Antocianinas e Flavonóis Totais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.31, n.spe1, p. 294-299, 2009.

Liu, W., Xu, J., Wu, S., Liu, Y., Yu, X., Chen, J., ... & Li, X. (2013). Selective anti-proliferation of HER2-positive breast cancer cells by anthocyanins identified by high-throughput screening. **PLoS one**, 8(12), e81586

Loiva Maria Ribeiro de Mello¹ Gildo Almeida da Silva². **Disponibilidade e Características de Resíduos Provenientes da Agroindústria de Processamento de Uva do Rio Grande do Sul**. Fevereiro, 2014 Bento Gonçalves, RS.

Lopes, T.J.; Xavier, M.F.; Quadri, M.G.N.; quadri, M.B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.1-4, p.291-297, 2007.

Lu Z., Nie G., Belton PS, Tang H., Zhao B. Análise da relação estrutura-atividade da capacidade antioxidante e efeito neuroprotetor de derivados do ácido gálico. *Neuroquímica. Internacional* 2006; 48 :263–274.

M. G. Miguel. Anthocyanins: Antioxidant and/or anti-inflammatory activities. **Journal of Applied Pharmaceutical Science** 01 (06); 2011: 07-15

Maria da Conceição Prudêncio Dutra, Ana Beatriz Martins da Silva, Ederlan de Souza Ferreira, Ana Julia de Brito Araujo Carvalho, Marcos dos Santos Lima, Aline Camarão Telles Biasoto, Bioaccessibility of phenolic compounds from Brazilian grape juices using a digestion model with intestinal barrier passage. **Food Bioscience**, Volume 52, 2023, 102501, ISSN 2212-4292, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102501>.

Martinelli, Suellen Secchi; CAVALLI, Suzi Barletto. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 4251-4262, 2019.

Mattioli R, Francioso A, Mosca L, Silva P. Antocianinas: uma revisão abrangente de suas propriedades químicas e efeitos na saúde em doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. *Moléculas*. 21 de agosto de 2020; 25(17):3809. DOI: 10.3390/molecules25173809. PMID: 32825684; PMCID: PMC7504512. DU, Bin *et al.* Teor fenólico e atividade antioxidante de uvas viníferas e de mesa. **Revista de Pesquisa em Plantas Mediciniais**, v. 6, n. 17, p. 3381-3387, 2012.

Mattioli, R., Francioso, A., Mosca, L., Silva (2020). Antocianinas: Uma revisão abrangente de suas propriedades químicas e efeitos na saúde em doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. *Moléculas*, 25(17), 3809. DOI:10.3390/molecules25173809

Mazza G., Maniati E., 1993. Anthocyanins in fruits vegetables and grains. **Boca Raton FL: CRC Press, pp. 10-362**

Mello, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: panorama 2012. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 5 p. (**Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico 137**).

Merken HM, Beecher GR. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: a review. *J Agric Food Chem* 2000; 48 (3): 577-99.

MG. Miguel. Antocianinas: atividades antioxidantes e/ou anti-inflamatórias, **Journal of Applied Pharmaceutical Science** 01 (06); 2011: 07-15

Miguel, Maria Graça. Antocianinas: atividades antioxidantes e/ou anti-inflamatórias. **Journal of Applied Pharmaceutical Science** , n. Problema, pág. 15-07, 2011.

Møllersen, L., Moldestad, O., Rowe, A. D., Bjølgerud, A., Holm, I., Tveterås, L., & Retterstøl, L. (2016). Effects of anthocyanins on CAG repeat instability and behaviour in Huntington's disease R6/1 mice. **PLoS currents**, 8.

- Moraes, Fernanda P. Alimentos funcionais e nutraceuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista eletrônica de farmácia**, v. 3, n. 2, 2006.
- Moreira, Gabriela Caroline Rovea Costa *et al.* Conteúdo de minerais, compostos fenólicos e antocianinas em farinhas de bagaço de uva das variedades Seibel e Bordô provenientes de uma vinícola sul-paranaense. **Nutrição Brasil**, v. 16, n. 6, p. 391-397, 2017.
- Mulero, J. G. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. *Food Chemistry*, London, v. 180, p. 25-31, 2015
- Nile, Shivraj Hariram; Kim, Doo Hwan; Keum, Young-Soo. Determinação do teor de antocianinas e capacidade antioxidante de diferentes castas de uva. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 30, n. 2, pág. 60-68, 2015.
- Nilo, SH, Kim, SH, Ko, EY e Park, SW (2013). Conteúdo polifenólico e propriedades antioxidantes de diferentes cultivares de uva (*V. vinifera*, *V. labrusca* e *V. hybrid*). **BioMed Research Internacional**, 2013, 1–5. doi:10.1155/2013/718065
- Nishiyama, Yara Paula de Oliveira. Composição fenólica das partes comestíveis das uvas BRS Carmem e BRS Magna. 2016.
- O ácido gálico atenua a ativação plaquetária e a agregação plaquetário-leucocitária: envolvendo as vias de akt e GSK3β
- Oliveira *et al.*, 2022. Phenolic composition and antioxidant potential of purple onion peel. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. un 2022 - v.13 - n.6
- Oliveira, C.M.; Boss, P.K. Comparação dos principais compostos voláteis das uvas Riesling e Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) da frutificação à colheita. **Aust. J. Vinho de Uva Res.** 2010, 16, 337–348.
- Oliveira, E. F.; SANTOS, F. G. A importância da uva para a saúde. **Revista Saúde e Bem-Estar**, v. 10, n. 2, p. 45-50, mar./abr. 2021.
- Ongkowijoy, P.; Luna-Vitala, D. A.; Mejia, E. G. Extraction techniques and analysis of anthocyanins from food sources by mass spectrometry: An update. **Food Chemistry**, v. 250, p. 113-126, 2018.
- Panić, Manuela *et al.* Viabilizando tecnologias para a extração de antocianinas de bagaço de uva usando solventes eutéticos profundos naturais em extração em lotes de até meio litro de antocianinas de bagaço de uva usando NADES. **Química dos Alimentos**, v. 300, pág. 125185, 2019.
- Panić, Manuela *et al.* Habilitando tecnologias para a extração de antocianinas de bagaço de uva usando solventes eutéticos profundos naturais em lotes de até meio litro de extração de antocianinas de bagaço de uva usando NADES. **Química de Alimentos**, v. 300, p. 125185, 2019.
- Paulo Henrique Março e Ronei Jesus Poppi. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 5, 1218-1223, 2008
- Polônio, Maria Lúcia Teixeira; PERES, Frederico. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. **Cadernos de saúde pública**, v. 25, p. 1653-1666, 2009.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Antocianinas.** Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/antocianinas>. Acesso em: 29 jul. 2023.

Pozzan, Maria Suzana Vial; Braga, Gilberto Costa; Salibe, Ariane Busch. Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva 'bordô' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Ceres**, v. 59, p. 701-708, 2012.

Prelac M, Palčić I, Cvitan D, Anđelini D, Repajić M, Čurko J, Kovačević TK, Goreta Ban S, Užila Z, Ban D, *et al.* Biochar de resíduos de poda de videira como adsorvente eficiente de compostos polifenólicos. **Materiais**. 2023; 16(13):4716. <https://doi.org/10.3390/ma16134716>

Príncipe, Ponnian Stanely Mainzen; PRISCILA, Hansi; DEVIKA, Periathambi Thangappan. O ácido gálico previne danos lisossômicos na cardiotoxicidade induzida por isoproterenol em ratos Wistar. **Revista Europeia de Farmacologia**, v. 615, n. 1-3, pág. 139-143, 2009.

Priscila Milene ANGELO1, Neuza JORGE. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 66(1): 1-9, 2007

QING Liu, Guo-yi Tang; Cai-ning Zhao, Xiao-Feng, Xiao-yu xu, Shi-yu Cao, Xiao Meng, Sha li, Ren-You Gann, Hua-Bin Li. Comparação da atividade antioxidante de diferentes variedades de uva. **Revista Moléculas**, outubro de 2018; 23(10): 2432. Publicado online 2018 Set 23

Rashwan AK, Karim N, Xu Y, Xie J, Cui H, Mozafari MR, Chen W. Potenciais sistemas de micro / nanoencapsulamento para melhorar a estabilidade e a biodisponibilidade das antocianinas: uma revisão atualizada. **Crit Rev Food Sci Nutr**. 2023; 63(19):3362-3385

Rebello, L. P. G. *et al.* Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea × IAC 1398-21) using HPLC– DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International, Barking**, v. 54, p. 354- 366, 2013.

Renaud, S. D.; de Lorgeril, M. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. **The Lancet**, v. 339, n. 8808, p. 1523-1526, 1992

Ribéreau-Gayon, Pascal *et al.* **Handbook of Enology, volume 2: The chemistry of wine stabilization and treatments**. John Wiley & Sons, 2021.

Rizzon, I. A.; Miele, a.; Meneguzzo, J. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 22, n. 3, p. 230-234, set./dez. 2002.

Rizzon, L. A.; Miele, A.; Meneguzzo, J. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 22, n. 3, p. 230-234, set./dez. 2002.

Rodrigues, a.; Bridi, a. M.; Cladera-olivera, f.; Carvalho filho, m. A. S.; Oliveira, d. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 29, n. 2, p. 394-400, abr./jun. 2009.

Rodrigues, Eliseu *et al.* Compostos fenólicos e atividade antioxidante de cultivares de mirtilo produzidas no Brasil. **Food Science and Technology**, v. 31, p. 911-917, 2011.

Rodriguez-amaya, d.; kimura, m.; amaya-farfan J. Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos. Brasília: **Ministério da Saúde**, 2008.

Rosen, Roberto. **Extratos de mirtilos com propriedades antioxidantes e anticancerígenas. Pedido de Patente dos EUA** n. 10/175.216, 13 fev. 2003.

Rufato, I.; Kretzschmar, A.A.; Rufato A.R.; Zanini G.P.; Silva J.A.; Souza P.V.D.; Silveira S.V.D.A.; Mauta D.S.D.A.; Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva 'bordô' sobre diferentes porta-enxertos; **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, v. 29, número especial, p. 695-698, 2007.

S.S. Chang, Lee V.S, Y.L. Tseng, K.C. Oliveira, J.B.; Chen, Y.L. Chen, C.Y. Li

Sabra, Ali; Netticadan, Thomas; Wijekoon, Champa. Grape bioactive molecules, and the potential health benefits in reducing the risk of heart diseases. **Food Chemistry: X**, v. 12, p. 100149, 2021.

Sahoo, Tanushree *et al.* Estimation of DPPH antioxidant activity in some of the grape genotypes. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 8, n. 4, p. 46-48, 2019.

Santana MTA, Siqueira HH, Lacerda RJ & Lima LCO (2008) Caracterização físico-química e enzimática de uva 'patricia' cultivada na região de Primavera do Leste - MT. **Ciência e Agrotecnologia**, 32:186-190.

Sato Y, Itagaki S, Kurokawa T, Ogura J, Kobayashi M, Hirano T, Sugawara M *et al.*: In vitro and in vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. **Int J Pharm** 2011, 403(1-2):136-138.

Sato, A. J.; Tartaro, E. L.; Botelho, R. V.; Martinez, J. F.; Oliveira, T. L. A. De; Ribeiro, I. T. M.; Binotto, C. Fenologia e caracterização físico-químicas e produtivas da videira 'Brs Carmem' produzida no oeste do Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages**, v. 20, n. 4, p. 286-293, 2021. DOI: 10.5965/223811712042021286. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/20544>. Acesso em: 15 dez. 2022.

Sato, A.J; Tartaro, E. L. *et al.* 2021. Phenology and physicochemical and productive characterization of the 'Brs Carmem' vine produced in western Paraná. **Revista de Ciências Agroveterinárias**.

Saxena, A.; Bhattacharya, A.; Singh Bisht T.; Bhatia J.; Srivastava A.K.; Singh Bisht S.S. Triphenylmethane and xanthene dyes in food products - a review on their toxicity and carcinogenicity. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 8, p. 3179-3187, 2016.

Schafranski, Kathlyn. **Extração e estabilidade de antocianinas do repolho roxo (Brassica oleracea)**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Shah, S. A, Amin F. U., Khan, M., Abid, M. N., Rehman, S. U., Kim, T. H., & Kim, M. O. (2016). Anthocyanins abrogate glutamate-induced AMPK activation, oxidative stress, neuroinflammation, and neurodegeneration in postnatal rat brain. **Journal of Neuroinflammation**, 13(1), 1-16.

Silva Junior; A.F.M; **Estudo do processo de extração dos compostos fenólicos e antocianinas presentes em resíduos agroindustriais de uva utilizando fluidos pressurizados**; Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Natal; 2012.

Silva, A. L. da; Borges, K. C.; Fernandes, I.; Nogueira, G. C.; Wosiacki, G.; Nodari, R. O. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geleia de uvas. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 40, n. 2, p. 374-379, fev. 2010.

Silva, I. de M.; Neves, N. de A. Antocianinas: estrutura química, estabilidade e extração. In: Ciência e tecnologia dos alimentos: Pesquisas e avanços . **Agron Food Academy**, 2020. cap.29, p. 1-14.

Silva, k. M.; rosa, c. O. B.; silva, m. E.; vieira-filho, s. A.; santos-souza, s.; matta, s. L. P.; conserva, l. M.; lago-vanzela, e. S.; stringheta, p. C.; rocha-nogueira, f.; nascimento-silva, v.; gusevskaya, e. V.; freitas-silva, o.; soares-mota, m. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Farmacognosia, Curitiba**, v. 21, n. 6, p. 1053-1061, nov./dez. 2011.

Silva, Natiele Bezerra *et al.* Aditivos químicos em alimentos ultraprocessados e os riscos à saúde infantil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 21, p. e542-e542, 2019.

Simão, Antonia Mattos. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 1985. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Simonich m.t.; Chun y.j.; Davin l.b.; Lewis n.g.; Ren h. Do mammalian cytochrome P450 enzymes metabolize chlorophylls and their derivatives? **Journal of Natural Products**, v. 70, n. 1, p. 169-173, 2007.

Skemiene, K., Rakauskaite, G., Trumbeckaite, S., Liobikas, J., Brown, G. C., & Borutaite, V. (2013). Anthocyanins block ischemia-induced apoptosis in the perfused heart and support mitochondrial respiration potentially by reducing cytosolic cytochrome c. **The international journal of biochemistry & cell biology**, 45(1), 23-29.

Sokač Cvetnić, T.; Gunjević, V.; Oliveira, A.; Souza, A.; Jurinjak Tušek, A.; Jakovljević, T.; Radojčić Redovniković, I.; Uher, D. Monitoramento das Características Químicas e Fermentativas durante Diferentes Tratamentos de Silagem de Bagaço de Uva. **Agricultura 2023**, 13, 2264. <https://doi.org/10.3390/agriculture13122264>

Sood, Rachit *et al.* Potenciais propriedades anticâncer da malvidina e seus glicosídeos: evidências de estudos in vitro e in vivo. **Revista de Alimentos Funcionais** , v. 116, p. 106191, 2024.

Taffarello, Denise *et al.* Atividade de extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verlot obtidos por processos biotecnológicos sobre a proliferação de fibroblastos e células tumorais humanas. **Química Nova**, v. 36, p. 431-436, 2013.

Tainfouris M. El-halwagi M. Martin M. Avaliação do impacto econômico, ambiental e social da valorização do bagaço da Indústria Vitivinícolas. **ACS Sustain Chem Eng**. 2023, 18 de setembro.

Taiz, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017

Tang S. M., Deng X. T., Zhou J., Li Q. P., Ge X. X., Miao L. Bases farmacológicas e novos conhecimentos da ação da quercetina em relação aos seus efeitos anticancerígenos. **Biomedicina & Farmacoterapia** . 2020; 121 DOI: 10.1016/j.biopha.2019.109604.109604

Teixeira J; Gaspar A; Garrido EM; Garrido J; Borges F: Hydroxycinnamic acid antioxidants, An electrochemical overview. **Bio Med Res In** 2013, 2013:1-11.

Teixeira, e.; Meinert, e. M.; Barbeta, P. A. **Composição química de frutas e hortaliças**. Florianópolis: UFSC/EMBRAPA-1989

Teixeira; T; 10 benefícios das Antocianinas e alimentos ricos; **Tua Saúde**, 14 set. 2021; Disponível em: [7]; Acesso em: 11 out. 2021.

Tena N, Asuero AG. Análise atualizada dos métodos de extração de antocianinas: princípios das técnicas, otimização, progresso técnico e aplicação industrial. *Antioxidantes (Basileia)*. 30 de janeiro de 2022; 11(2):286.

Tena N, Asuero AG. Análise atualizada dos métodos de extração de antocianinas: princípios das técnicas, otimização, progresso técnico e aplicação industrial. *Antioxidantes (Basileia)*. 30 de janeiro de 2022; 11(2):286.

Tena, N., Martín, J. e Asuero, AG (2020). Estado da Arte das Antocianinas: Atividade Antioxidante, Fontes, Biodisponibilidade e Efeito Terapêutico na Saúde Humana. **Antioxidantes**, 9(5), 451.

Tian, L., Tan, Y., Chen, G., Wang, G., Sun, J., Ou, S.,... Bai, W. (2018). Metabolismo das antocianinas e consequentes efeitos na microbiota intestinal. **Revisões Críticas em Ciência de Alimentos e Nutrição**, 1–10. doi:10.1080/10408398.2018.1533517

Toni Jefferson Lopes 1 *; Marcelo Fonseca Xavier², Mara Gabriela Novy Quadri³, Marinho Bastos Quadri⁴. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Anthocyanins: a brief review of structural characteristics and stability*.

TOPI, Dritan *et al.* Caracterização por LC-DAD-ESI-MS/MS de compostos fenólicos em vinhos das cultivares *Vitis vinifera* 'Shesh i bardhë' e 'Vlosh'. **Revista de Processamento e Conservação de Alimentos**, v. 46, n. 6, pág. e16157, 2022.

Tsuda S.; Murakami M.; Matsusaka N.; Takeda K.; Kawakishi S.; Sekihashi K.; Sato S.; Watanabe M.; Enomiya T.; Hayashi M. DNA damage induced by red food dyes orally administered to pregnant and male mice. **Toxicological Sciences**, v. 61, n. 1, p. 92-99, 2001.

Vallverdú-queralt, A. *et al.* Identification of phenolic compounds in red wine extract samples and zebrafish embryos by HPLC-ESI-LTQOrbitrap-MS. **Food Chemistry, London**, v. 181, p. 146-151

Vamanu, E. e Nita, S. (2013). Capacidade antioxidante e a correlação com os principais compostos fenólicos, conteúdo de antocianina e tocoferol em vários extratos do cogumelo *Boletus edulis* comestível selvagem. **BioMed Research Internacional**, 2013, 1–11.

Velásquez, P., Bustos, D., Montenegro, G., & Giordano, A. (2021). Extração de antocianinas assistida por ultrassom usando solventes eutéticos profundos naturais e sua incorporação em filmes comestíveis. **Moléculas**, 26(4), 984. doi:10.3390/moléculas26040984

Veloso, L. A. Dossiê técnico: corantes e pigmentos. **Serviço Brasileiro de Respos-tas Técnicas**, 2012. Disponível em:<
<http://www.respostatecnica.org.br/dossietecnico/downloadsDT/NTcwOA=>

Verediano, T. A., Stampini Duarte Martino, H., Dias Paes, M. C., & Tako, E. (2021). Effects of Anthocyanin on Intestinal Health: A Systematic Review. **Nutrients**, 13(4), 1331. doi:10.3390/nu13041331

Verma S, Singh A, Mishra, A. Gallic acid: molecular rival of cancer. **Environ. Toxicol. Phar.** 35(3), 473–485 (2013).

- Vimolmangkang S *et al.* 2014. Transcriptome analysis of the exocarp of apple fruit identifies light-induced genes involved in red color pigmentation. **Gene** 534: 78-87.
- Wang, Guanzhen *et al.* Pharmacological activity of quercetin: an updated review. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, n. 1, p. 3997190, 2022.
- WRUCK, Flávio Jesus *et al.* **Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela embrapa**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-uva-e-vinho/a-viticulturano-brasil>
- Wu, Y. *et al.* Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes. **Sci. Rep.** 6: 31116. 2016.
- Wu, Yusen *et al.* Study on the volatile composition of table grapes of three aroma types. **Lwt**, v. 115, p. 108450, 2019.
- Yamada Y, Yasui H, Sakurai H: Suppressive effect of caffeic acid and its derivatives on the generation of UVA-induced reactive oxygen species in the skin of hairless mice and pharmacokinetic analysis on organ distribution of caffeic acid in ddY mice. **Photochem Photobiol** 2006, 82:1668–1676
- Yue, E., Yu, Y., Wang, X., Liu, B., Bai, Y., & Yang, B. (2021). Anthocyanin protects cardiac function and cardiac fibroblasts from high-glucose induced inflammation and myocardial fibrosis by inhibiting IL-17. **Frontiers in Pharmacology**, 2289.
- Zhang, L.F.; Mou, D.H.; Du, Y.S. **Procyanidins: extraction and micro-encapsulation**. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.87, p. 2192–2197, 2007
- Zou H., Ye H., Kamaraj R., Zhang T., Zhang J., Pavék P. Uma revisão sobre as atividades farmacológicas e o efeito sinérgico da quercetina com agentes de pequenas moléculas. **Fitomedicina** . 2021; 92 DOI: 10.1016/j.phymed.2021.153736.153736