



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

Meri Beatriz Da Rocha Zaneti

**EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHAS DE BIORRESÍDUOS DE UVA ORGÂNICA  
(*Vitis labrusca* L.) SOBRE AS PROPRIEDADES DE IOGURTE**

Florianópolis

2021

Meri Beatriz da Rocha Zaneti

**EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHAS DE BIORRESÍDUOS DE UVA ORGÂNICA  
(*Vitis labrusca* L.) SOBRE AS PROPRIEDADES DE IOGURTE**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Ciência dos Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Manuela Camino Feltes.

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniele Cristina da Silva Kazama.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zaneti, Meri Beatriz da Rocha  
EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHAS DE BIORRESÍDUOS DE UVA  
ORGÂNICA (*Vitis labrusca* L.) SOBRE AS PROPRIEDADES DE  
IOGURTE / Meri Beatriz da Rocha Zaneti ; orientadora,  
Maria Manuela Camino Feltes, coorientadora, Daniele  
Cristina da Silva Kazama, 2021.  
84 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós  
Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência dos Alimentos. 2. Biorresíduos de uva.  
Iogurtes. Compostos fenólicos. Capacidade antioxidante. I.  
Feltes, Maria Manuela Camino . II. Kazama, Daniele  
Cristina da Silva . III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos  
Alimentos. IV. Título.

Meri Beatriz da Rocha Zaneti

**EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHAS DE BIORRESÍDUOS DE UVA ORGÂNICA  
(*Vitis labrusca* L.) SOBRE AS PROPRIEDADES DE IOGURTE**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “**Mestre em Ciência dos Alimentos**”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Carolina Maisonnave Arisi  
Coordenadora do Curso

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Manuela Camino Feltes  
Orientadora (UFSC)

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniele Cristina da Silva Kazama  
Coorientadora (UFSC)

Florianópolis, 2021.

## **Dedico**

À meus pais **Neida Coutinho da Rocha e Ivo Zanetti**,

Pelo dom da vida, excelência nas qualidades morais, amparo incondicional e amor verdadeiro.

À meus filhos **Matheus e Iago**,

Presentes de Deus,

Afetividade diária,

Razão do meu viver.

## AGRADECIMENTOS

Obrigada, DEUS!

Pai de Infinito Amor... Receba a minha humilde gratidão pela extensão de Tua bondade.

Por me conduzir aos melhores caminhos e me ensinar que o AMOR, em sua grandeza superlativa, é a fonte de todo o bem.

Eu me consagro ao Seu coração bondoso e agradeço por me fornecer, todos os dias, uma nova oportunidade de ser a minha melhor versão neste planeta.

Obrigada, Senhor, por me iluminar, me levando à reflexão íntima, formalizando a necessidade do aprendizado acadêmico e, acima de tudo, do autoconhecimento, sem me fazer perder a essência mais sutil de minha alma.

É justo e voluntário agradecer, carinhosamente, às pessoas que contribuíram para realização deste trabalho, participando desta importante fase da minha vida, e que, evidentemente me inspiram e ajudam a escrever uma nova história.

A minha amada mãe: Muito obrigada pelas poderosas “Orações de Mãe” que sempre me abençoam e amparam a manutenção da minha energia. Amo você, mãezinha!

Expresso aqui minha eterna gratidão pela incrível variedade de pessoas boas presentes em minha vida, algumas delas, citadas a seguir:

À minha orientadora, **Profª Maria Manuela Camino Feltes**, a quem manifesto minha profunda admiração e respeito por me confiar este trabalho desafiador e ao mesmo tempo instigante e prazeroso. Pelos laços de confiança e credibilidade tecidos com o fio da sensibilidade e compreensão. Muito obrigada por me agraciar com suas palavras motivadoras, me orientando constantemente na tomada de decisões e contribuindo diariamente para o meu crescimento intelectual, acadêmico e profissional.

À minha coorientadora, **Profª Daniele Cristina da Silva Kazama** por acreditar no meu potencial, confiando em meu trabalho e na obtenção de resultados satisfatórios. Gratidão por sua importante orientação com relação a comentários e discussões concernentes à viabilidade das metodologias estatísticas e laboratoriais e, sobretudo, ao suporte emocional para que eu atingisse as metas de melhoria e excelência à execução e conclusão deste trabalho.

À **Profª Edna Regina Amante**, pela palavra confortadora e afetuosa que muito contribuiu para minha capacitação profissional e acadêmica; meu exemplo de inquestionável dedicação, profissionalismo e competência, sempre disposta a contribuir com suas prestimosas ponderações, as quais foram relevantes para o aperfeiçoamento deste manuscrito.

À **Profª Elane Schwinden Prudêncio** e sua equipe pelas valiosas contribuições a esta pesquisa e pela paciência e atenção com que sempre me tratou. Obrigada por todo aprendizado compartilhado, pela disponibilidade em me auxiliar no planejamento dos experimentos e, acima de tudo, sou grata pela confiança depositada na minha capacidade.

À **Profª Renata Dias de Mello Amboni** por suas considerações a este trabalho e pela oportunidade de contar com a parceria estabelecida para auxílio à determinação das análises instrumentais. Um agradecimento especial à Pós- Doutoranda **Isabel Cristina da Silva Haas**, que faz parte de seu grupo de pesquisa, pela prestimosa colaboração.

Ao **Prof. Luiz Augusto dos Santos Madureira**, do Departamento de Química da UFSC e à Doutoranda **Marina Pereira Coelho** pelo auxílio à execução das análises cromatográficas.

Ao **Prof. Diego Peres Netto** supervisor do Laboratório de Nutrição Animal, por ter proporcionado um ambiente tranquilo, estabelecendo uma relação de confiança e respeito para que as etapas experimentais desta pesquisa fossem desempenhadas com estímulo e produtividade, sem o prejuízo das minhas atividades laborais.

Às queridas amigas **Bianca Cardoso Gasparini Gandolpho**, **Denise Wibelinger de Melo**, **Luciana Sampaio da Silva**, **Patrícia Müller Vidal** e **Cynthia de Farias Manassi** que me auxiliaram a reestruturar a minha visão simplista de imaginação, limites, dúvidas e respostas. O convívio diário, a atenção e dedicação desses verdadeiros anjos foram o “elixir motivador” para a conclusão deste trabalho e o combustível para manutenção de uma amizade saudável, produtiva e duradoura. Meus amores, com vocês nunca me sinto invisível, porque posso ser eu mesma ... sempre! Amooooo vocês!

Ao meu amigo “irmão” **Gelso Francisco Panho** pela dedicação e companheirismo, ajudando em meus projetos acadêmicos e pessoais; como grande incentivador das minhas potencialidades.

Ao Técnico Administrativo **José Paulo Speck Pereira**, da Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias, pela atenção e profissionalismo em relação ao empréstimo de materiais bibliográficos e às informações a respeito de normalização e diretrizes acadêmicas. Por me auxiliar com sua didática estimuladora e afetuosa, durante minha busca pela autoeducação e ampliação do saber.

Ao Pós-Graduando **Gustavo da Silva Fortunato**, minha gratidão por sua ajuda nos procedimentos experimentais e pelos momentos agradáveis e descontraídos de estudo, discussão e tradução dos artigos estrangeiros, utilizados no embasamento deste estudo.

Ao Técnico Administrativo **Leandro Guarezi Nandi**, da Central de Análises do Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos EQA- UFSC, por me auxiliar na realização das análises instrumentais de textura e viscosidade dos iogurtes.

À Nutricionista **Bruna Mara Postinger**, proprietária da Empresa ECONATURA® - Produtos Ecológicos e Naturais LTDA, pelas imagens, informações detalhadas dos processos agroindustriais utilizados e pelas matérias-primas gentilmente doadas para a realização desta pesquisa. Sou grata pelo carinho e atenção com que fui recebida por acasão da visita às instalações da empresa.

Assim, ao término do Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, em nível de Mestrado, agradeço e reconheço o apoio e o estímulo dos colegas discentes, técnico-administrativos e docentes do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos e do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, que contribuíram direta ou indiretamente para minha caminhada acadêmica. O comprometimento desta renomada Instituição com a excelência em produção científica e tecnológica, bem como a consolidação de habilidades para a formação do caráter humanitário, muito me orgulha; e fazer parte desta busca para a construção de uma sociedade justa e democrática, é no mínimo, uma experiência enriquecedora.

Muito Obrigada!

***ASSIM MESMO***

*“Muitas vezes, as pessoas são egocêntricas, ilógicas e insensatas.*

*Perdoe-as assim mesmo.*

*Se você é gentil, as pessoas podem acusá-lo de egoísta, interesseiro.*

*Seja gentil, assim mesmo.*

*Se você é um vencedor, terá alguns falsos amigos e alguns inimigos verdadeiros.*

*Vença assim mesmo.*

*Se você é honesto e franco, as pessoas podem enganá-lo.*

*Seja honesto assim mesmo.*

*O que você levou anos para construir, alguém pode destruir de uma hora para outra.*

*Construa assim mesmo.*

*Se você tem Paz e é Feliz, as pessoas podem sentir inveja.*

*Seja Feliz assim mesmo.*

*Dê ao mundo o melhor de você, mas isso pode nunca ser o bastante.*

*Dê o melhor de você assim mesmo.*

*Veja você que, no final das contas, é entre você e DEUS.*

*Nunca foi entre você e as outras pessoas!.”*

***Madre Teresa de Calcutá***

## RESUMO

**ZANETI, Meri Beatriz da Rocha. Efeito da adição de farinhas de biorresíduos de uva orgânica (*Vitis labrusca* L.) sobre as propriedades de iogurte. 2021. 84 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, SC.**

Os coprodutos, normalmente desperdiçados, oriundos do processamento do suco de uva orgânico (*Vitis labrusca* L.), são ingredientes em potencial para a elaboração de alimentos funcionais, por apresentarem teores atrativos de compostos bioativos, uma alternativa para compor formulações lácteas diferenciadas. Neste estudo, estes coprodutos, denominados “biorresíduos”, foram adicionados à formulação de um iogurte integral: iogurte contendo a farinha de semente da uva orgânica (IFSU) e iogurte adicionado da mistura de farinhas de semente e de casca da uva orgânica (IM). Uma formulação foi desenvolvida sem a presença das farinhas (iogurte controle, IC). Os compostos fenólicos totais (CFT), a capacidade antioxidante (ABTS e FRAP) e o perfil fenólico (determinado por CG-DIC) dos extratos obtidos das farinhas IFSU e IM, bem como dos iogurtes, foram avaliados. A amostra IM exibiu uma capacidade antioxidante 22,12% maior do que a amostra IFSU. O enriquecimento dos iogurtes com as farinhas promoveu mudanças importantes nos indicadores tecnológicos (pH, viscosidade, cor e sinerese) e não alterou significativamente os parâmetros de textura em relação ao iogurte controle. Em relação à aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA) o primeiro componente explicou 63,57% (PC1) e o segundo 36,43% (PC2) da dispersão total da variabilidade dos dados, pertinentes às amostras de iogurte. A amostra IFSU apresentou uma forte associação com a maioria dos polifenóis individuais (ácido gálico, ácido cumárico, ácido ferúlico e ácido cafeico), com o perfil de textura (coesividade, resiliência, gomosidade e dureza), com os compostos fenólicos totais, com a capacidade antioxidante (método ABTS) e também com os parâmetros de cor ( $L^*$  e  $b^*$ ). O PC2 sugeriu que a amostra IM teve uma forte associação com a maioria das características físico-químicas, (acidez, proteínas e cinzas), bem como a adesividade e a atividade antioxidante (método FRAP). Já a elasticidade e o teor de lipídios estão fortemente associados com o iogurte controle. Os resultados indicaram que as farinhas obtidas de resíduos do processamento de uva podem ser valorizadas mediante uso como ingredientes para a elaboração de um produto lácteo fermentado contendo compostos fenólicos e com comprovada capacidade antioxidante *in vitro*, podendo contribuir para a oferta de produtos "clean label" e com alegações de propriedades funcionais promissoras, visando à melhoria da dieta dos consumidores.

**Palavras-chave:** Biorresíduos de uva. Iogurtes. Compostos fenólicos. Capacidade antioxidante. Bioatividade. *Vitis labrusca* L.

## ABSTRACT

**ZANETI, Meri Beatriz da Rocha. Effect of the addition of organic grape biowaste flours (*Vitis labrusca* L.) on the properties of yogurt. 2021. 84 p. Dissertation (Master's in Food Science). Federal University of Santa Catarina. Florianópolis - SC.**

The by-products, normally wasted, originated from the processing of the organic grape juice (*Vitis labrusca* L.), are potential ingredients for elaborating functional foods, as they present an attractive content of bioactive compounds, being an alternative to compose unique dairy formulations. In this study, these co-products, called "biowastes", were added to the formulation of a whole yogurt: a formulation containing organic grape seed flour (GSFY), and another one containing a mixture of organic grape seed and skin flour (MFY). Another formulation did not contain any of these flours (control yogurt, CY). The total phenolic compounds (TFC), the antioxidant capacity (ABTS and FRAP), and the phenolic profile (determined by GC-FID) of the extracts obtained from the GSFY and MFY flours, as well as from the yogurt samples, were evaluated. The MFY sample exhibited an antioxidant capacity of 22.12% greater than that of the GSFY sample. The enrichment of yogurts with these flours led to important changes in the technological characteristics (pH, viscosity, color, and syneresis) of the samples and did not significantly change their texture characteristics when compared to the control yogurt. Regarding the application of Principal Component Analysis (PCA), the first (PC1) and the second components (PC2) explained, respectively, 63.57% and 36.43% of the total dispersion of data variability of the yogurt samples. The GSFY sample had a strong association with the majority of the individual polyphenols (gallic acid, coumaric acid, ferulic acid, and caffeic acid); the texture profile (cohesiveness, resilience, gumminess, and hardness); the total phenolic compounds; the antioxidant capacity (ABTS method); and also with the color parameters (L\* and b\*). The PC2 suggested that the MFY sample had a strong association with most physicochemical characteristics (acidity, proteins, and ash), as well as with the adhesiveness, and the antioxidant capacity (FRAP method). The elasticity and the lipid content, in turn, were strongly associated with the control yogurt. The results indicated that the flours obtained from grape processing residues can be valued by use as ingredients for the elaboration of a fermented dairy product containing phenolic compounds and with proven *in vitro* antioxidant capacity, which may contribute to supply clean label products with promising functional properties, aiming at improving the consumers' diet.

Keywords: Grape biowaste. Yogurts. Phenolic compounds. Antioxidant capacity. Bioactivity. *Vitis labrusca* L.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Crescimento simbiótico das bactérias ácido-láticas presentes em iogurte.....	27
Figura 2 - Fluxograma genérico de elaboração do iogurte batido. ....	28
Figura 3 - Distribuição espacial dos vinhedos georreferenciados na região vitivinícola tradicional no Rio Grande do Sul - Microrregião Caxias do Sul.....	32
Figura 4 - Uva Bordô ( <i>Vitis labrusca</i> L.): (a) Parreiral; (b) Coleta; (c) Detalhe do fruto maduro.....	33
Figura 5 - Selo do Sistema Brasileiro da Avaliação da Conformidade Orgânica (SISORG). .	35
Figura 6 - Fluxograma de obtenção das farinhas da semente e da casca da uva orgânica. ....	37
Figura 7 - Estrutura genérica de compostos fenólicos. ....	44
Figura 8 - Resultados de: a) viscosidade aparente ( $\text{mPa s}^{-1}$ ), b) sinerese (%) e c) contagem de bactérias viáveis ( $\text{UFC mL}^{-1}$ ). ....	63
Figura 9 - Análise de componentes principais das propriedades físico-químicas, polifenóis individuais, polifenóis totais, capacidade antioxidante, parâmetros de textura e cor do iogurte controle e iogurte enriquecido com farinha de semente de uva (IFSU) e mistura. ....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição físico-química dos biorresíduos: 1) Farinha da semente; 2) Farinha da casca da uva orgânica.....	40
Tabela 2 - Compostos fenólicos individuais da farinha da semente e da farinha da casca da uva orgânica.....	41
Tabela 3 - Composição e propriedades físico-químicas, cor e avaliação do perfil de textura das amostras de iogurte controle (IC), de iogurte adicionado de farinha de semente de uva orgânica (IFSU), e do iogurte adicionado da mistura de 50% de farinha de semente e 50% da farinha de casca de uva orgânica (IM). ....	59
Tabela 4 - Determinação da composição fenólica total (CFT) e da capacidade antioxidante, e estimativa do perfil de compostos fenólicos nas amostras de farinha de semente de uva (FSU) e da mistura contendo 50% de farinha de semente e 50% de farinha de casca de uva (FM)...	65
Tabela 5 - Determinação da composição fenólica total (CFT) e da capacidade antioxidante in vitro, estimativa do perfil de compostos fenólicos das amostras de iogurte controle (IC), e de iogurte contendo a farinha de semente de uva (IFSU) e a mistura contendo 50% de farinha de semente e 50% de farinha de casca de uva (IM). ....	67

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABTS Ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzodiazol) 6-ácido sulfônico
- ABRASCO Associação Brasileira de Saúde Coletiva
- ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- ANOVA Análise de Variância
- AOAC *Association of Official Analytical Chemistry*
- BAL Bactérias ácido-láticas
- CFT Compostos Fenólicos Totais
- CG/DIC Cromatografia em fase gasosa acoplada a detector de ionização de chama
- COVID-19 Infecção causada por Coronavírus
- EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
- FDA *Food and Drug Administration*
- FAO *Food and Agriculture Organization of the United Nations* - Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas
- FOSHU *Food for Specific Health Use*
- FRAP Poder antioxidante/redutor do ferro (Do Inglês: *Ferric reducing antioxidant potential*)
- IAL Instituto Adolfo Lutz
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- pH Potencial Hidrogeniônico
- mg GAE 100 g<sup>-1</sup> Miligramas equivalentes de ácido gálico por 100 gramas
- mg GAE l<sup>-1</sup> Miligramas equivalentes de ácido gálico por litro
- ND Não Detectado
- PCA Análise de Componentes Principais (do Inglês: *Principal Components Analysis*)
- ROS Espécies reativas de oxigênio (do Inglês: *Reactive Oxygen Species*)
- SAS/STAT *Statistical Analysis Software*
- TEAC Atividade Antioxidante Equivalente ao TROLOX
- TROLOX 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico
- UFC mL<sup>-1</sup> Unidade Formadora de Colônia por mililitros
- UFSC Universidade Federal de Santa Catarina
- UVIBRA União Brasileira de Vitivinicultura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>22</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>22</b>
<b>1 ALIMENTOS E INGREDIENTES COM ALEGAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS</b> .....	<b>23</b>
<b>2 IOGURTE: UM DERIVADO LÁCTEO FERMENTADO</b> .....	<b>25</b>
2.1 DEFINIÇÕES E LEGISLAÇÃO .....	26
2.2 ETAPAS DE PROCESSAMENTO DO IOGURTE .....	27
2.3 ENRIQUECIMENTO DE DERIVADOS LÁCTEOS FERMENTADOS E DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM BIORRESÍDUOS DE UVA: UMA TENDÊNCIA .....	29
<b>3 PANORAMA VITÍCOLA BRASILEIRO E SUL-RIOGRANDENSE: CULTIVO E PRODUÇÃO</b> .....	<b>31</b>
3.1 ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA UVA ( <i>VITIS LABRUSCA</i> L.) .....	33
3.2 AGROINDÚSTRIA FAMILIAR CERTIFICADA.....	34
<b>4 PROCESSAMENTO DE SUCO DE UVA: DA MATÉRIA-PRIMA À GERAÇÃO DE RESÍDUOS</b> .....	<b>35</b>
4.1 BIORREFINARIAS E BIOECONOMIA CIRCULAR .....	38
<b>5 COMPOSIÇÃO E ALEGAÇÕES DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS BIORRESÍDUOS DE UVA OBTIDOS NO PROCESSAMENTO PARA A ELABORAÇÃO DE SUCO</b> .....	<b>39</b>
5.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS BIORRESÍDUOS .....	40
5.2 METABÓLITOS BIOATIVOS MAJORITÁRIOS .....	42
<b>5.2.1 Compostos fenólicos</b> .....	<b>42</b>
<b>5.2.2 Capacidade antioxidante</b> .....	<b>45</b>
5.3 FIBRAS ALIMENTARES.....	46

<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>49</b>
<b>VALORIZAÇÃO DE BIORRESÍDUOS DA VITICULTURA SUSTENTÁVEL COM POTENCIAL BIOATIVO: APLICAÇÃO EM IOGURTE COM ALEGAÇÕES DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS.....</b>	<b>49</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>50</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
2.1 MATÉRIA-PRIMA .....	53
2.2 REAGENTES E PADRÕES .....	53
2.3 PREPARAÇÃO DO IOGURTE .....	54
2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE IOGURTE.....	55
<b>2.4.1 Composição e propriedades físico-químicas.....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.2 Análise instrumental de cor .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.3 Avaliação instrumental de textura.....</b>	<b>56</b>
<b>2.4.4 Viscosidade e sinérese.....</b>	<b>56</b>
<b>2.4.5 Análises microbiológicas .....</b>	<b>57</b>
2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, PERFIL DE FENÓLICOS E TEOR DE ÁCIDO FUMÁRICO DAS AMOSTRAS DE FARINHA E DE IOGURTE.....	57
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	59
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
3.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COR E PERFIL DE TEXTURA DAS AMOSTRAS DE IOGURTE.....	59
3.2 VISCOSIDADE APARENTE, SINERESE E ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS DE IOGURTE.....	63
3.3 COMPOSIÇÃO FENÓLICA TOTAL (CFT), CAPACIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN</i> <i>VITRO</i> , PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E TEOR DE ÁCIDO FUMÁRICO ....	64
<b>3.3.1 Caracterização da farinha de semente de uva, e da mistura da farinha de semente de uva com farinha de casca de uva .....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.2 Caracterização das amostras de iogurte.....</b>	<b>67</b>
3.4 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS .....	70

<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>72</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Há uma tendência dos consumidores em priorizar os cuidados nutricionais, bem como o consumo consciente e sustentável, hábitos que vêm sendo incorporados pela sociedade (VENTURA, 2011). Conseqüentemente, tanto a indústria quanto a comunidade científica buscam pesquisar e desenvolver produtos de significativa relevância, valorizando fitoquímicos naturais como ingredientes bioativos para o desenvolvimento de alimentos com alegações de propriedades funcionais (DA SILVA; BARREIRA; OLIVEIRA, 2016; ROBAZZA, 2013).

Em 2020, particularmente, diante de um cenário pandêmico, observou-se uma nova realidade em relação aos hábitos alimentares (GUENTHER; 2020), sendo que, especialmente neste período, maior atenção tem sido concedida por parte dos consumidores em relação ao aumento da imunidade para a defesa do organismo (DI RENZO et al, 2020).

Por outro lado, cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são desperdiçados a cada ano, gerando perdas econômicas e impactando severamente no meio ambiente (DAHIYA *et al.*, 2018).

Segundo dados da FAOSTAT de 2017 (FAO, 2019), a uva (*Vitis vinifera* L.) é uma das maiores colheitas de fruta do mundo. O processamento de uva orgânico gera uma quantidade expressiva de resíduos (cascas, sementes e restos de polpa, por exemplo), representando 20 a 25% da massa inicial da fruta, os quais são geralmente desperdiçados, apesar de apresentarem compostos bioativos, em quantidade que pode ser superior à presente na fruta *in natura* (CANTERI; PETKOWICZ; WOSIACKI, 2016).

Deste modo, o aproveitamento integral destes resíduos e coprodutos de uva, ricos em compostos fitoquímicos (fenólicos antioxidantes, flavonoides) vem sendo realizado dentro de uma perspectiva de produção mais limpa, através da implantação de novos processos de conversão integrada, baseados nos modernos conceitos de biorrefinaria e bioeconomia circular (DAHIYA *et al.*, 2018; LUCARINI *et al.*, 2018). Esta visão permite aliar a produtividade com a eficiência ambiental, sendo capaz de minimizar, consideravelmente, este passivo (AYALA-ZAVALA, 2011; GRUZ *et al.*, 2013).

A corrida mercadológica da indústria alimentícia e a constante preocupação com as exigências do consumidor são fatores determinantes na busca de processos alternativos, inclusive na área da viticultura sustentável (MELLO; MACHADO, 2020). Isto porque o consumidor passa a ter mais cuidado na decisão de compra, não só avaliando a aparência dos alimentos, mas também observando a ausência de aditivos químicos, de substâncias artificiais,

bem como os teores de açúcares, sal, gorduras (GUENTER, 2020) e, especialmente, a inclusão de compostos bioativos, indicados nos rótulos dos produtos (ROBAZZA, 2013), dentro de uma tendência inovadora para alimentos 100% saudáveis e com apelo “clean label”.

As farinhas desidratadas produzidas a partir de casca e de sementes de uva orgânica apresentam teores relevantes de metabólitos bioativos: fibras dietéticas, diversas substâncias com atividade antioxidantes, como os compostos fenólicos, os quais também demonstram efeitos insulíntricos (DOSHI *et al.*, 2015), anti-inflamatório (SCOLA *et al.*, 2011), antimutagênico, anticarcinogênico (POZUELO, *et al.*, 2012; SÁNCHEZ-TENA, *et al.*, 2013), hipolipidêmico (ISHIMOTO *et al.*, 2020), antibacteriano (TSENG & ZHAO, 2012; XU *et al.*, 2016) e colaboram para a prevenção de doenças cardiovasculares (TOALDO *et al.*, 2015; TOMÉ-CARNEIRO *et al.*, 2012).

Scalbert, Johnson e Saltmarsh (2005) afirmam que os polifenóis são os mais abundantes antioxidantes que podem ser adicionados aos alimentos, sendo que sua ingestão alimentar é alta: 10 vezes maior que a ingestão de vitamina C e 100 vezes maior do que a ingestão de carotenoides e vitamina E. Sendo assim, os biorresíduos oriundos do processamento da uva orgânica, por apresentarem, majoritariamente, teores expressivos de ácidos fenólicos e flavonoides, antocianinas e *trans*-resveratrol (YU; AHMEDNA, 2013), podem compor alimentos convencionais, enriquecendo-os com estes compostos bioativos, como fonte de antioxidantes naturais, para a elaboração de produtos inovadores. Este material mostra-se, portanto, como uma excelente matéria-prima para uso como ingrediente com alegação de propriedades funcionais, permitindo a agregação de valor tecnológico e nutricional no desenvolvimento de formulações diferenciadas de produtos como, por exemplo, os iogurtes.

Os produtos lácteos, indubitavelmente, ocupam um lugar de destaque entre os alimentos com alegação de propriedades funcionais (OLIVEIRA, 2009). Este nicho de mercado cresce a uma taxa de 10% ao ano, ao passo que outros segmentos da indústria alimentícia têm sua taxa de crescimento anual em torno de 2,5% (FRITZEN-FREIRE *et al.*, 2017).

Contudo, a elaboração de um produto lácteo funcional, enriquecido com compostos bioativos, requer uma pesquisa minuciosa acerca da origem da matéria-prima a ser adicionada: uma procedência confiável em termos de segurança de alimentos (ausência de contaminantes químicos e biológicos) e condições higiênico-sanitárias; associadas ao sistema de manejo agroindustrial empregado no processamento destas matrizes alimentares, de forma que atendam à demanda dos consumidores por alimentos nutricionalmente saudáveis. Esta

avaliação passa pela biodisponibilidade de compostos bioativos presentes no ingrediente, pela quantificação dos compostos fitoquímicos, por análises físico-químicas, pela viabilidade das cepas adicionadas e por outros levantamentos que visem à comprovação de alegação de propriedades funcionais de acordo com a legislação vigente (ANVISA, 2018; BARROS *et al.*, 2017; CALEJA *et al.*, 2015).

Diante deste contexto, este estudo teve o intuito de utilizar farinhas da semente e da casca de uva (biorresíduos oriundos do processamento da uva orgânica, *Vitis labrusca* L.) para desenvolver um produto lácteo fermentado contendo compostos bioativos, com a perspectiva de valorizar estes coprodutos subexplorados, agregando valor funcional e nutricional aos iogurtes elaborados.

A presente dissertação está estruturada na forma de capítulos, conforme segue.

No primeiro capítulo, está descrita a revisão bibliográfica, a qual aborda definições e legislação acerca dos ingredientes com alegação de propriedade funcional e do iogurte; o cultivo e produção da uva, sob o aspecto da viticultura sustentável, e sua posição no *ranking* mundial, nacional e, principalmente, no estado do Rio Grande do Sul. Neste mesmo capítulo, destacam-se as propriedades funcionais e a composição dos biorresíduos gerados a partir da elaboração do suco de uva orgânico, em relação aos compostos bioativos presentes nas farinhas da semente e da casca da uva, bem como a biodisponibilidade dos compostos fenólicos nestes insumos, do ponto de vista bioquímico, com ênfase à digestão gastrointestinal *in vitro*.

O segundo capítulo, que apresenta os resultados da pesquisa experimental, foi elaborado no formato de artigo científico e submetido a um periódico. Nesta etapa, foram avaliados o teor de compostos fenólicos totais e individuais, a capacidade antioxidante e o teor de ácido fumárico das farinhas e dos iogurtes elaborados. O capítulo também descreve a caracterização das amostras de iogurte quanto à composição e propriedades físico-químicas, perfil instrumental de textura, análises microbiológicas e parâmetros de cor. A variabilidade dos dados obtidos nas formulações de iogurte foi avaliada através da análise de componentes principais (PCA).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da adição de biorresíduos da viticultura orgânica (farinha de semente de uva e a mistura desta com farinha de casca de uva) em um derivado lácteo fermentado com alegação de propriedades funcionais, com foco nos compostos fenólicos totais, no perfil de fenólicos totais e na capacidade antioxidante das amostras.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Elaborar diferentes formulações de iogurte: controle (sem farinha de uva), contendo farinha de semente de uva, e contendo uma mistura desta com farinha de casca de uva;
- ✓ Determinar a composição proximal, a acidez titulável, o pH, a atividade de água, a sinerese, a cor, os parâmetros do perfil instrumental de textura, a viscosidade e a contagem de bactérias viáveis dos iogurtes elaborados;
- ✓ Quantificar os teores de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro* (ABTS<sup>++</sup> e FRAP) dos extratos das farinhas e dos iogurtes;
- ✓ Determinar os compostos fenólicos individuais das farinhas e dos iogurtes por cromatografia em fase gasosa acoplada a detector de ionização de chama (CG/DIC).

**CAPÍTULO 1**  
**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 1 ALIMENTOS E INGREDIENTES COM ALEGAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais têm ocupado um lugar de destaque na área de inovação e tecnologia, tendo em vista que o mercado mundial obteve um crescimento de US\$33 bilhões no ano de 2000, para US\$176,7 bilhões, em 2013. Neste sentido, o Brasil apresenta um excelente potencial mercadológico, já que o setor de alimentos com alegações de propriedades funcionais representa 15% do setor alimentício e contribui com um crescimento anual em torno de 20% (BARROS *et al.*, 2017).

Segundo o *International Food Information Service* (2008, p. 31), alimento funcional é o “termo aplicado a produtos que contêm componentes biológicos ativos (como nutrientes, peptídeos bioativos ou fitoquímicos) em níveis que podem conferir benefícios específicos à saúde”.

Apesar da notoriedade e do aumento progressivo da popularidade dos alimentos lácteos com alegações de propriedades funcionais, nenhuma definição foi desenvolvida em nível mundial (ROBAZZA, 2013).

Nos Estados Unidos da América, a *Food and Drug Administration* (FDA) não apresenta uma definição legal para o termo *functional food* e ainda o subdivide em duas subcategorias: *Medical Food* e *Foods for Special Dietary Use*. Entretanto, outras organizações como a *American Dietetic Association* (ADA), *International Food Information Council* (IFIC) e o *Institute of Food Technologists* (IFT), apresentaram diferentes definições para o termo, pautadas nos benefícios salutareos adicionais, os quais podem reduzir o risco de doenças e/ou promover melhorias na saúde (OLIVEIRA, 2009).

Na Europa, a *European Commission Concerted Action on Functional Food Science*, fornece a definição legal para alimentos funcionais, no sentido de reduzir o risco de doenças e/ou promover uma saúde otimizada.

Na década de 1980, o único país que reconhecia legalmente os alimentos funcionais como uma categoria distinta era o Japão, no qual foram denominados de “Alimento Destinado a Uso Específico de Saúde” (*Food for Specific Health Use - FOSHU*) (OLIVEIRA, 2009), fato que alavancou o mercado de alimentos funcionais neste país.

Em termos de legislação brasileira, a partir de 1999, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde, aprovou algumas regulamentações para alimentos com alegações de propriedades funcionais, a saber:

- a) Portaria Nº 398, de 30 de abril de 1999: regulamentou as “diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1999a);
- b) Resolução Nº 18, de 30 de abril de 1999: estabeleceu as “diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1999b);
- c) Resolução Nº 19, de 30 de abril de 1999: estabeleceu o “regulamento de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em sua rotulagem” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 1999c);
- d) Resolução Nº 2, de 7 de janeiro de 2002: aprovou “o regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2002);
- e) Atualização da lista de alegações de propriedade funcional ou de saúde (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2016);
- f) Resolução Nº 243, de 26 de julho de 2018: dispôs “sobre os requisitos para composição, qualidade, segurança e rotulagem dos suplementos alimentares e para atualização das listas de nutrientes, substâncias bioativas, enzimas e probióticos, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar destes produtos”. Esta resolução revogou a Resolução Nº 2, de 7 de janeiro de 2002, anteriormente mencionada (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2018).

Cabe salientar que substâncias bioativas podem ser classificadas como nutracêuticas. As frutas e vegetais enquadram-se na categoria que apresenta substâncias nutracêuticas em elevados teores, ou seja, compostos ativos e derivados naturais que promovem a saúde, previnem doenças e têm propriedades medicinais, causando impactos positivos ao metabolismo humano. Dependendo da fonte, a quantidade de bioativos pode ser variável e apresentar potencial necessário para promover a proteção contra doenças crônicas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Na Resolução Nº 243, de 26 de julho de 2018, substâncias bioativas são definidas como “nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano” (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2018).

De acordo com Borges (2000), os critérios estabelecidos para a alegação de um alimento funcional são: contribuir para a saúde e diminuição de morbidades crônicas; exercer ação metabólica e/ou fisiológica; assegurar que os efeitos positivos, em quantidades não tóxicas, sejam mantidos mesmo após a suspensão de sua ingestão; e esclarecer que alimentos funcionais não são associados ao tratamento ou cura de doenças.

Segundo Barros *et al.* (2017), a partir do ano 2000, foram comprovados os efeitos benéficos para determinadas dietas contendo alimentos com alegações de propriedades funcionais, com a presença de componentes promotores da saúde como vitaminas, antioxidantes, fibras dietéticas e probióticos. Neste sentido, no segmento de alimentos com alegações de propriedades funcionais, os produtos lácteos apresentam lugar de destaque (OLIVEIRA *et. al.*, 2009).

Esta categoria de alimentos, disponível nos pontos de venda, representa uma pequena parcela das potenciais oportunidades que os consumidores podem usufruir dentro deste mercado de produtos com alegações de propriedades funcionais. Os avanços tecnológicos, aliados aos bioprocessos que utilizam microrganismos viáveis para produzir derivados lácteos fermentados, possibilitaram um incremento nas pesquisas científicas e industriais nos últimos anos, alavancando o segmento comercial de alimentos com alegações de propriedades funcionais. Dentre eles, o iogurte apresenta posição privilegiada.

## **2 IOGURTE: UM DERIVADO LÁCTEO FERMENTADO**

O iogurte se destaca por ser um dos alimentos mais consumidos no mundo, e por este motivo é referencial de estudo que pode e deve ser explorado pela comunidade científica. De acordo com Oliveira *et al.* (2017), o iogurte é o derivado lácteo que se enquadra na categoria de leite fermentado e pode ser considerado o produto de maior consumo e o alimento com alegações de propriedades funcionais mais conhecido, podendo apresentar propriedades probióticas, prebióticas ou ambas (simbióticas). Estas características agregam valor ao produto, desde que respeitada a viabilidade das células no alimento, as quais devem estar presentes em valores superiores a  $10^7$  unidades formadoras de colônia por grama (UFC  $g^{-1}$ ) até o final de seu prazo de validade.

Há centenas de anos, é feita a suplementação de alimentos com bactérias ácido-láticas (BAL). A fermentação do leite é um dos mais antigos e difundidos métodos de preservação de alimentos (LERAYER *et al.*, 2009), sendo que o uso de leites fermentados é mencionado até

mesmo no Velho Testamento (Gênesis, 18:8). Sua finalidade principal era a conservação do leite e a manutenção das suas propriedades nutricionais. Apesar disso, com o passar do tempo, esta tecnologia empírica cedeu lugar à produção artesanal e, mais recentemente, à fabricação industrial (CRUZ *et al.*, 2017; ORDOÑEZ PEREDA, 2005). Em particular, no caso dos iogurtes, o setor alimentício prima pela qualidade, submetendo seus produtos a um rígido controle, o qual obedece às regulamentações preconizadas pela legislação.

## 2.1 DEFINIÇÕES E LEGISLAÇÃO

A Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Nesta regulamentação, entende-se por leite fermentado “um produto obtido através da coagulação do leite, apresentando diminuição do pH por fermentação láctica a partir de microrganismos específicos, viáveis, abundantes e principalmente ativos no produto final” (BRASIL, 2007).

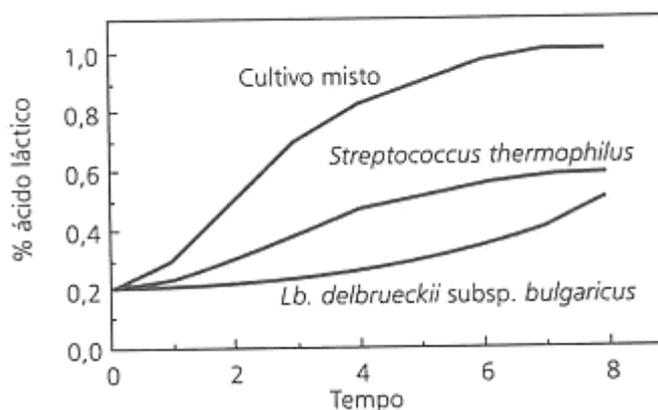
Na legislação citada, entende-se por iogurte, yogur ou yoghurt, o produto incluído na definição “cuja fermentação se realiza com cultivos protosimbióticos de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final” (BRASIL, 2007).

É importante salientar que a microbiota intestinal humana engloba vários bilhões de bactérias, sendo que a maioria delas está presente em uma concentração de  $10^9$  -  $10^{12}$  UFC mL<sup>-1</sup> (CRUZ *et al.*, 2017). A quantidade de microrganismos viáveis e ativos é fundamental para que o mesmo acarrete efeitos fisiológicos favoráveis ao melhor funcionamento do organismo. Para isso deve-se consumir uma quantidade diária de, no mínimo, 5 bilhões de unidades formadoras de colônias, ou seja,  $5 \times 10^9$  UFC dia<sup>-1</sup>, para que se alcancem os benefícios esperados (GALLINA *et al.*, 2012).

Na elaboração de iogurtes, são utilizadas como cultivos iniciadores lácteos (*starters*) as cepas de *Streptococcus thermophilus* e de *Lactobacillus bulgaricus*, por apresentarem capacidade de produzir ácido láctico a partir da lactose, além de acetaldéido e diacetil, responsáveis pelo aroma do fermentado e, eventualmente, podem produzir exopolissacarídeos ou peptídeos, metabólitos benéficos à saúde do hospedeiro (BARROS *et al.*, 2017). Diversas bactérias ácido-láticas têm sido testadas para a elaboração de iogurtes. As

duas cepas mencionadas anteriormente, entretanto, têm se destacado por crescerem simbioticamente, aumentando a concentração de ácido láctico e de outros metabólitos em um intervalo de tempo menor do que se as bactérias crescessem separadamente (Figura 1) (ORDOÑEZ PEREDA, 2005).

Figura 1 - Crescimento simbiótico das bactérias ácido-láticas presentes em iogurte.



Fonte: Ordoñez Pereda (2005).

Apesar deste conhecimento estar bem consolidado na comunidade científica, Ordoñez Pereda (2005) esclarece que o *L. bulgaricus* utiliza as proteínas lácteas para liberar aminoácidos (valina, ácido glutâmico, triptofano e metionina) e alguns peptídeos. Estas substâncias, por sua vez, contribuem para o crescimento de *S. thermophilus*, bactéria que produz formiato durante o metabolismo da lactose, e CO<sub>2</sub> a partir da ureia presente no leite. Estes dois metabólitos são os responsáveis pelo desenvolvimento do lactobacilo que vai produzir o iogurte, tão apreciado pelos consumidores.

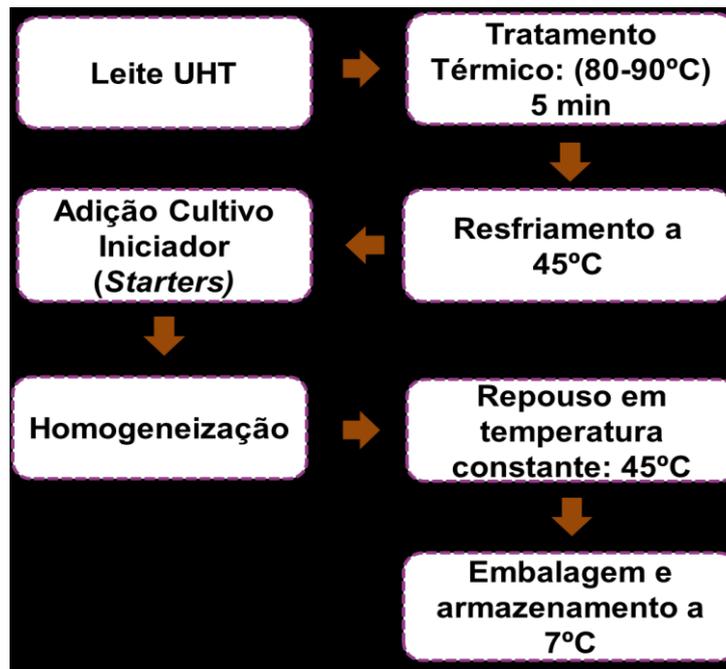
Na obtenção deste leite fermentado, ingredientes naturais inovadores, com o apelo funcional, podem ser pesquisados (CALEJA, et.al, 2015), na busca por uma fatia diferenciada do mercado e oportunidades emergentes no dinâmico segmento da indústria alimentícia. Neste sentido, podem ser adicionados ingredientes contendo compostos bioativos, como os que estão presentes nos biorresíduos provenientes do suco de uva orgânica (ABREU *et al.*, 2019).

## 2.2 ETAPAS DE PROCESSAMENTO DO IOGURTE

As etapas de elaboração do iogurte estão ilustradas no fluxograma apresentado na Figura 2.

Basicamente, o iogurte batido é elaborado a partir do leite UHT integral. O leite acrescido de sacarose (opcional) é aquecido a  $85 \pm 1^\circ\text{C}$ . Após esta etapa, o produto é resfriado até  $42 \pm 1^\circ\text{C}$  e adiciona-se 5% de cultura láctea iniciadora (*starters*) contendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. A mistura é mantida a esta temperatura, visando à fermentação do produto, permitindo o meio propício para o desenvolvimento das culturas lácteas. O potencial hidrogeniônico (pH) é medido gradualmente até atingir o pH ótimo de 4,3, para que ocorra a formação do gel. O iogurte é então resfriado a uma temperatura menor do que  $10^\circ\text{C}$  e então é gentilmente batido. Somente ao término do processo, os ingredientes bioativos, quando utilizados, são adicionados à massa-base principal (BRAGA, NETO, VILHENA; 2012).

Figura 2 - Fluxograma genérico de elaboração do iogurte batido.



Fonte: Adaptado de Braga, Assis Neto e Vilhena (2012).

É recomendável que testes preliminares sejam realizados para avaliar a proporção dos ingredientes bioativos que serão adicionados ao iogurte, com vistas a otimizar as concentrações e a dissolução (em função da solubilidade e demais variáveis envolvidas no processo) (BRAGA; NETO; VILHENA, 2012). Esta etapa, normalmente, é baseada nos

critérios preconizados pela legislação vigente, bem como nas proporções comumente utilizadas em outras publicações científicas de linhas de pesquisa correlacionadas em que tenham agregado, por exemplo, coprodutos de frutas a iogurtes (KARNOPP *et al.*, 2017; DEMIRKOL; TARAKCI, 2018).

### 2.3 ENRIQUECIMENTO DE DERIVADOS LÁCTEOS FERMENTADOS E DE OUTROS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS COM BIORRESÍDUOS DE UVA: UMA TENDÊNCIA

O crescente interesse de pesquisadores da área de Ciência e Tecnologia de Alimentos na extração e na caracterização bioquímica de compostos bioativos a partir de diferentes matrizes, e na sua aplicação como ingrediente natural em diversos alimentos com alegações de propriedades funcionais, vem ganhando notoriedade e destaque no meio científico. Efetivamente, a comunidade científica tenta transpor numerosos desafios no sentido de fornecer as bases necessárias para desenvolver alimentos com alegações de propriedades funcionais inovadores com potencial para oferecer benefícios fisiológicos ou reduzir o risco de aparecimento de doenças (DA SILVA; BARREIRA; OLIVEIRA, 2016). Estes ingredientes fitoquímicos, presentes abundantemente em biorresíduos de uva orgânica, por exemplo, têm sido incorporados, na maioria dos trabalhos científicos, na forma de bagaço de uva (do inglês: *grape pomace*), que é o resíduo integral proveniente do processamento da uva. Em alguns estudos, envolvendo especialmente resíduos provenientes das vinícolas, são utilizados, inclusive, o engaço, juntamente com as cascas, as sementes e restos diminutos de polpa para compor a farinha utilizada como ingrediente.

Cabe salientar que as pesquisas de avaliação de compostos bioativos, de parâmetros tecnológicos e de controle de qualidade, tanto de iogurtes quanto de outros alimentos enriquecidos com farinhas de biorresíduos de uvas, comprovam que os resíduos provenientes da viticultura sustentável apresentaram concentrações e percentuais superiores principalmente de compostos fenólicos e de capacidade antioxidante, em relação à matéria-prima (uvas tradicionalmente cultivadas).

O Quadro 1 apresenta alguns dos resultados obtidos de uma pesquisa criteriosa nas principais bases de dados científicos, na qual foi possível constatar que, dentro desta avaliação, o estudo aqui proposto é pioneiro no desenvolvimento de um iogurte suplementado com a mistura das farinhas da casca e da semente da uva orgânica com ênfase na avaliação

dos parâmetros de textura, nas análises cromatográficas quantitativas e, especialmente, à simulação gastrointestinal *in vitro* de compostos biológica e metabolicamente ativos contidos nestes biorresíduos. Nesta pesquisa, foram consultadas diferentes bases de dados científicos (*Science Direct, Scopus, Web of Science, Wiley Online Library, Taylor & Francis Online, SpringerLink*), nas quais foi feita uma busca para as seguintes palavras-chave: *Grape pomace* (bagaço de uva), *grape seed flour* (farinha de semente de uva) e *grape peel (skin) flour* (farinha da casca de uva), combinadas ou não, e com os operadores booleanos “and”, “or” e \*, com delimitação temporal do ano de 2013 a 2021.

Quadro 1 - Publicações científicas sobre a avaliação de substâncias bioativas e parâmetros de qualidade em biorresíduos de uva.

<b>Alimento Enriquecido</b>	<b>Ingrediente com alegação de propriedade funcional</b>	<b>Aspectos investigados na pesquisa e influência da inclusão dos ingredientes no alimento</b>	<b>Autores e ano</b>
Iogurte	Farinha casca uva (Chardonnay, Moscato e Pinot noir)	Conteúdo fenólico (+55%) Atividade Antioxid. (+80%) + BAL estáveis durante o armazenamento Acidez (+25%) pH, sinerese e lipídios < do que o controle	Marchiani <i>et al.</i> (2016)
Iogurte	Cascas de uva + suco de uva	>Teor de Fenólicos Totais >Capacidade Antioxidante >Teor de fibras, cinzas e dureza; Boa aceitação sensorial	Karnopp <i>et al.</i> (2017)
Iogurte	Bagaço de uva	>Teor de Fenólicos Totais >Capacidade Antioxidante Boa aceitação sensorial	Demirkol & Tarakci (2018)
Iogurte	Farinha de Semente de Uva	Atividade Antioxidante Cinética de Fermentação	Fagnani & Boniatti

			(2020)
<i>Cookies</i>	Farinha de casca de uva orgânica	Teor de Fenólicos Totais >Capacidade Antioxidante	Abreu <i>et al.</i> (2019)
Waffles	Farinha Semente de uva	Teor de Fenólicos Totais >Capacidade Antioxidante	Antonic <i>et al.</i> (2021)
Biscoitos	Bagaçõ de uva + Aveia	Boa aceitabilidade em relação aos atributos sensoriais avaliados	Piovesana, Bueno, Klajn (2013)
Snacks extrusados	Farinha de casca de uva orgânica	Teor de Fenólicos Totais >Capacidade Antioxidante	Bender <i>et al.</i> (2016)

Dessa forma, ainda existe uma escassez de publicações científicas e de registros de inovação tecnológica sobre a temática do enriquecimento de derivados lácteos fermentados e de outros produtos alimentícios contendo biorresíduos de uva orgânica.

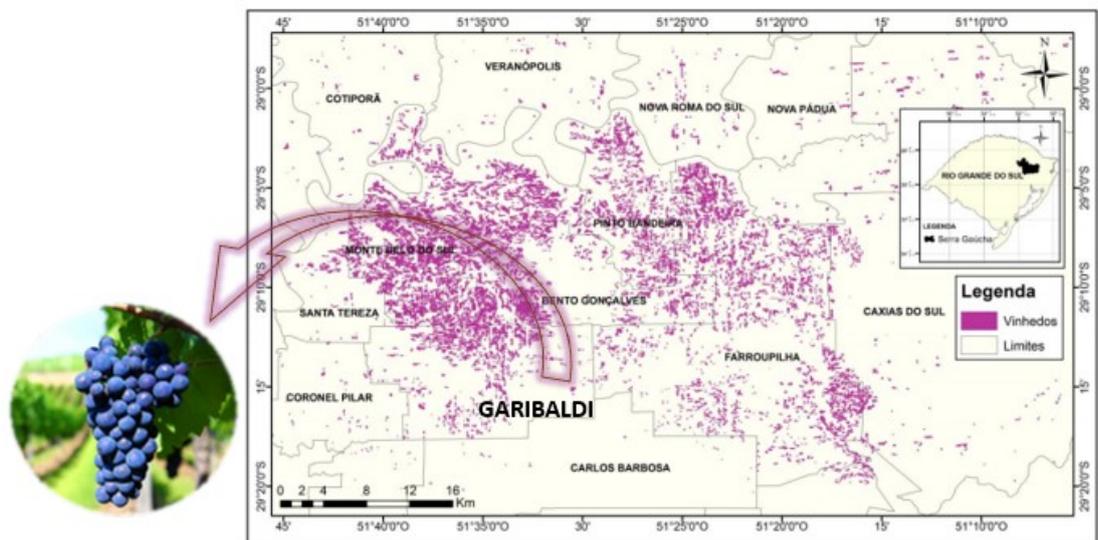
### **3 PANORAMA VITÍCOLA BRASILEIRO E SUL-RIOGRANDENSE: CULTIVO E PRODUÇÃO**

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020), apesar das projeções negativas de recessão mundial no setor alimentício, os impactos causados pela pandemia de COVID-19 não afetaram, até o momento, a fruticultura tropical, visto que o Brasil permanece na posição de terceiro maior produtor frutícola do mundo, sendo responsável pela produção de 1.445.705 toneladas (t) de uvas em 2019.

No entanto, apesar de a videira ser cultivada de norte a sul do país, é de amplo conhecimento que o estado do Rio Grande do Sul ocupa um lugar de destaque na produção e comercialização do setor vitivinícola brasileiro. As características regionais edafoclimáticas (clima, relevo, temperatura, umidade do ar, radiação solar, tipo de solo, composição atmosférica e precipitação pluviométrica) e, particularmente, os cuidados especiais durante o cultivo e o ciclo de produção de uvas, sucos, vinhos e derivados, foram aprimorados e adaptados às realidades tecnológicas e mercadológicas deste ramo da fruticultura (ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018; MELLO; MACHADO, 2020).

Do ponto de vista agrônômico, informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), com dados obtidos em janeiro de 2020, apontam que a maior área plantada com videiras foi de 47.502 ha em 2019 e está concentrada no estado do Rio Grande do Sul, que é o principal estado produtor e está alocado na microrregião homogênea viticultora de Caxias do Sul (RS), que abrange os municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi, Flores da Cunha, Farroupilha, entre outros (Figura 3) e que, atualmente, responde por 62,72% da área vitícola nacional.

Figura 3 - Distribuição espacial dos vinhedos georreferenciados na região vitivinícola tradicional no Rio Grande do Sul - Microrregião Caxias do Sul.



Fonte: Adaptado do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul (MELLO; MACHADO, 2017).

Os dados coletados pelo IBGE (2020) mostram ainda que a produção de uvas no RS foi de 666.423 t em 2019, principalmente das variedades americana e híbrida, que, em sua maioria, são destinadas à elaboração de vinhos de mesa e sucos.

O levantamento estatístico apresentado pela UVIBRA (2020)<sup>1</sup> revelou que, em 2019, foram comercializados 290,27 milhões de litros de suco de uva (integral e concentrado), 12,36% superior ao volume registrado em 2018.

Em termos quantitativos, sob os pontos de vista econômico e social, o cultivo da uva é fundamental e vem cumprindo seu papel como fonte geradora de emprego e renda para o produtor brasileiro de pequeno/médio porte, bem como na missão de alavancar as ações de

<sup>1</sup> Relatório de comercialização e de produção de vinhos, sucos e derivados (RS), em Litros. União Brasileira de Vitivinicultura (UVIBRA, 2020).

sustentabilidade e o respeito às boas práticas de fabricação, com destaque para as propriedades onde predomina a agricultura familiar (MELLO; MACHADO, 2020).

### 3.1 ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA UVA (*VITIS LABRUSCA* L.)

A videira é também chamada de parreira ou vinha. Pertence à família *Vitaceae*, compreendendo mais de 11 gêneros vivos e dois gêneros fósseis, com aproximadamente 600 espécies disseminadas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. A espécie *Vitis labrusca* L., variedade “Bordô” ou “Ives” (Figura 4), produz suco de uva de qualidade superior por suas uvas apresentarem sabor característico (“foxado” ou “aframboesado”), nas condições climáticas do sul do Brasil. Outras características que se destacam para esta cultivar é ser resistente à filoxera, apresentar facilidade de enraizamento e, curiosamente, ser a espécie americana conhecida há mais tempo (GIOVANINNI, 2014).

Figura 4 - Uva Bordô (*Vitis labrusca* L.): (a) Parreiral; (b) Coleta; (c) Detalhe do fruto maduro.



Fonte: Imagens autorizadas e disponibilizadas por Econatura® (POSTINGHER, 2021).

Dentre os principais aspectos ampelográficos da espécie *Vitis labrusca* L., variedade Bordô, destacam-se as características do cacho: simples, cilíndrico, com massa média (150-180 g), com aproximadamente 80 bagas por cacho, pedúnculo visível, medianamente grosso, apresentando comprimento de 14 cm, engajo verde e vinoso, com pouca ramificação. Características das bagas: diâmetro médio de 13-17 mm, arredondada, película com espessa mediana, azul-escura, suco róseo, polpa sucosa, muito rica em matéria corante, sabor aromático, doce, foxado, destaque fácil, receptáculo evidente verde, sementes piriformes e/ou globosas, tamanho médio de 5 mm, bico pequeno contendo de 2-4 sementes por baga (GIOVANNINI, 2008).

### 3.2 AGROINDÚSTRIA FAMILIAR CERTIFICADA

As vitícolas sul-riograndenses são pioneiras na implantação de agroindústrias sustentáveis. No que diz respeito ao tipo de cultivo, notoriamente, os frutos orgânicos obtidos mediante uma agricultura de base ecológica, têm tido visibilidade no mercado brasileiro e em outros países, devido às condições favoráveis para reaproveitamento de seus coprodutos. A preocupação com as questões de segurança alimentar e a preservação dos agroecossistemas de forma sustentável vem se destacando (BAPTISTA; MANTELLI, 2018), tendo em vista que, a partir do ano 2000, as expressões sócio-políticas opostas *Revolução Verde*<sup>2</sup> e *ecologização*<sup>3</sup> foram ganhando espaço na agricultura. Com base nestes conceitos, chegou-se à agroecologia como um estilo de agricultura menos agressivo ao meio ambiente, no qual não se utilizam agrotóxicos ou fertilizantes químicos de síntese em seu processo produtivo, promovendo a inclusão social e proporcionando melhores condições econômicas aos produtores agrícolas (CAPORAL, COSTABEBER, 2004).

Um *dossiê*<sup>4</sup> elaborado pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) afirma que, desde 2008, o Brasil é o maior mercado consumidor de agrotóxicos do mundo, ultrapassando a marca de 1 milhão de toneladas por ano, o que equivale a um consumo médio de 5,2 kg de “veneno” por habitante, causando impactos na saúde pública, nos trabalhadores, nas comunidades do entorno das fazendas e fábricas, e, principalmente, na população que consome os alimentos contaminados (CARNEIRO, 2015).

Neste contexto, desde o final de 2003, a legislação brasileira dispõe da Lei de Orgânicos (Lei Federal Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003). No entanto, em março de 2021, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA publicou o regulamento técnico que estabelece os limites máximos de contaminantes e a lista de substâncias e produtos autorizados para os sistemas orgânicos de produção, através da Portaria Nº 52, de 15 de março de 2021 (BRASIL, 2021).

Assim, as unidades de produção orgânica, com os agricultores organizados em grupos, devem possuir o selo do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (Figura

---

<sup>2</sup> Em meados da década de 60, a mecanização - privilegiando a produção em grande escala - e a adição de insumos para aumentar a produtividade, foi um marco para a agricultura brasileira, processo conhecido por “Revolução Verde” (BAPTISTA; MANTELLI, 2018).

<sup>3</sup> A ecologização da agricultura tem sido substituída pela terminologia “agricultura de base ecológica ou orgânica” e se consolida com o enfoque nos saberes, conhecimentos e experiências dos próprios agricultores, em uma perspectiva de manejo e desenvolvimento rural sustentáveis.

<sup>4</sup> A FAO- *Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura* e a *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, elogiaram a iniciativa da ABRASCO, oferecendo suas contribuições e afirmaram que o documento deve se tornar histórico.

5), válido em todo o território nacional. A obtenção deste selo confirma que os produtos passaram pelo processo de certificação, que atendem a uma avaliação criteriosa e respeitam às exigências preconizadas pela legislação brasileira referente ao manejo e à cultura de produtos orgânicos (GALLI, TIVELLI, 2017).

Figura 5 - Selo do Sistema Brasileiro da Avaliação da Conformidade Orgânica (SISORG).



Fonte: MAPA (2011).

#### 4 PROCESSAMENTO DE SUCO DE UVA: DA MATÉRIA-PRIMA À GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A uva (*Vitis* sp.) é uma das maiores safras de frutas do mundo (KALLI *et al.*, 2018) e seu processamento acarreta uma quantidade expressiva de coprodutos, especialmente quando a matéria-prima é destinada à elaboração de sucos, vinhos e seus derivados.

A partir da prensagem da uva para a produção do suco de uva orgânico, em um curto período de colheita anual, são processadas em torno de 30 t de uva por dia, sendo que aproximadamente 1/3 de resíduos (cascas, sementes e restos de polpa) são gerados e podem representar 20 a 25 % da massa inicial da fruta (TRIGO *et al.*, 2020). Estes biorresíduos viníferos apresentam alto valor agregado em termos de compostos bioativos, inclusive apresentando concentrações superiores às encontradas em relação à matéria-prima (POSTINGHER *et al.*, 2016; CANTERI; PETKOWICZ; WOSIACKI, 2016).

Assim, com base na percepção da expressiva quantidade de resíduos gerados, a agroindústria familiar Econatura®, localizada na cidade de Garibaldi (Latitude: 29° 13' 53.8788" Sul, Longitude: 51° 33' 32.1012" Oeste, RS, Brasil), fabricante do suco de uva orgânico 100% Bordô (*Vitis labrusca* L.), da marca Uva Só®.<sup>5</sup>, introduziu a tecnologia

<sup>5</sup> A empresa é relativamente nova, à medida que concentrou seus esforços durante os últimos 25 anos para chegar a um sistema de produção agrícola equilibrado (que contemplasse o manejo do solo, a biodiversidade e os recursos naturais de forma sustentável), mantendo a harmonia desses elementos entre si, como melhoria da

inovadora da conversão de biorresíduos anteriormente subexplorados em farinhas de semente e de casca, oriundas do processamento do suco de uva orgânico, para comercialização como alimentos nutricionalmente saudáveis, ricos em fibras e potencialmente bioativos, conforme mostra o fluxograma de obtenção das farinhas (Figura 6).

As uvas orgânicas são recepcionadas em caixas plásticas exclusivas distribuídas por esta empresa, conforme a capacidade de colheita dos produtores. As uvas são colhidas durante o dia e, à noite, o transporte da empresa recolhe as caixas, visto que há uma preocupação de a matéria-prima não sofrer nenhum dano, como amassamento, injúrias, contaminações ou até mesmo apanhar chuva.

Após o desengace e a prensagem das uvas, é utilizada uma peneira vibratória para a separação do bagaço em cascas e sementes. Estas são separadas e dispostas em secadores de leito estático e o engaço é, normalmente, destinado à compostagem ou alimentação animal. A farinha da semente passa por uma prensa extrusora para extração a frio do óleo de semente de uva, originando a farinha da semente de uva deslipidificada. Para a moagem da farinha de casca de uva, é utilizado o moinho de martelos e, para a farinha de semente, um moinho de pedras.

O processo de secagem para cada farinha é realizado em bateladas, com volumes de cascas e sementes variáveis. Por essa razão, e também por apresentarem superfícies de contato diferentes, são desumidificadas em temperaturas e períodos de tempo distintos. Ambas as farinhas apresentam granulometria padronizada e, em sua embalagem, constam selos de certificação nacional e internacional (mercado europeu e norte-americano), rotulagem com informações nutricionais, validade e número de lote rastreável, além de armazenamento adequado, em conformidade com as certificações de produto orgânico e sustentável (POSTINGHER, 2021).

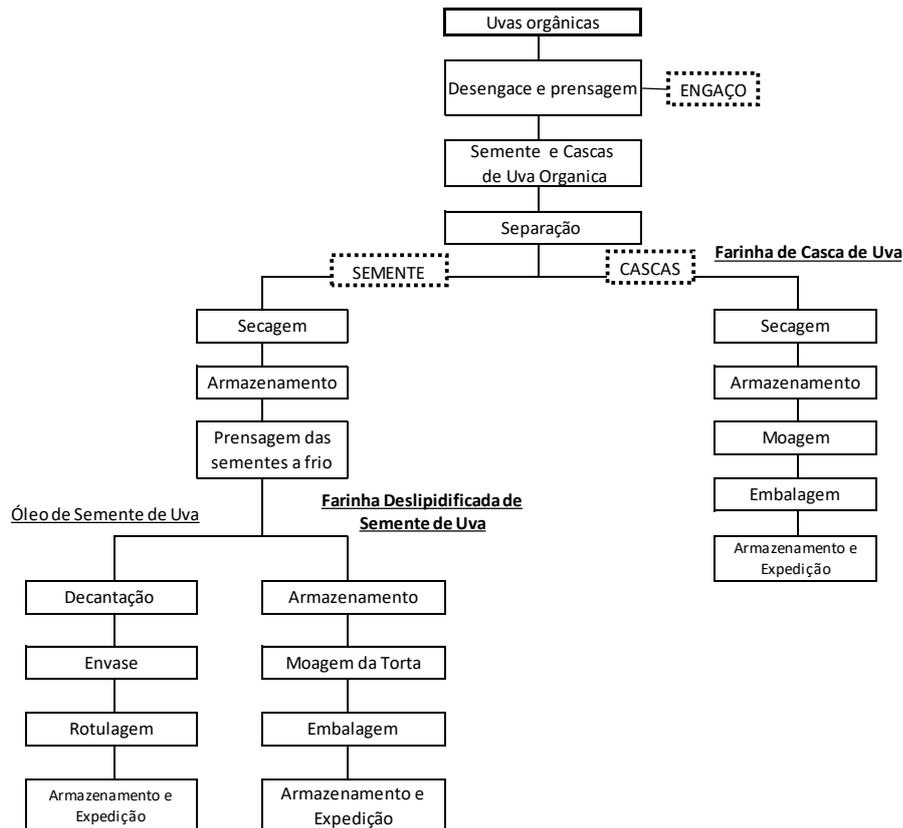
Por serem provenientes de produção exclusivamente orgânica e sustentável, devidamente certificada, estes biorresíduos são amplamente utilizados tanto na forma de

---

qualidade de vida do produtor e em benefício da saúde dos consumidores de seus produtos. Os proprietários autodenominam seu empreendimento de “ecofábrica”, a qual é sustentável quase que na sua totalidade, visto que a maioria dos materiais utilizados na sua construção são reciclados ou provenientes de madeira de demolição, inclusive dormentes de velhas ferrovias foram usados. Buscando preservar as concentrações e as propriedades fitoquímicas e bioativas presente, tanto no produto final quanto nos seus coprodutos, a empresa aplica, diariamente, os princípios básicos da física, da termodinâmica e da química, evitando a utilização de energia elétrica para refrigeração, utilizando técnicas gravitacionais para escoamento e esgotamento de líquidos, evitando agredir mecanicamente a fruta, buscando não alterar o sabor do suco de uva, para que sofram o mínimo de intervenção durante o processamento. Até a manufatura própria de alguns equipamentos foi pensada para otimizar custos, priorizar melhorias do processo e minimizar impactos ambientais. Esta preocupação com as uvas orgânicas é constante: desde a chegada da matéria-prima à agroindústria familiar, passando pelo processamento e obtenção dos biorresíduos, até a logística para a entrega do produto ao consumidor/revendedor. (Descrição fornecida pelos proprietários da Ecofábrica).

farinhas *in natura* (sendo incorporados a *smoothies*, vitaminas de frutas e sucos), quanto na opção de ingrediente funcional para compor a elaboração de outros produtos alimentícios (IORA *et al.*, 2014), como por exemplo: pães, biscoitos, *muffins*, barras de cereais, *cookies* e, inclusive, derivados lácteos, objeto deste estudo.

Figura 6 - Fluxograma de obtenção das farinhas da semente e da casca da uva orgânica.



Fonte: Adaptado de Postingher, (2021).

As primeiras avaliações dos coprodutos mostraram grandes potencialidades e relevância para estudos científicos, devido ao seu elevado potencial antioxidante e composição fibrosa. No entanto, a maioria das pesquisas realizadas, disponíveis nos bancos de dados científicos, remonta à utilização do bagaço de uva (do inglês: *grape pomace*), coproduto normalmente oriundo da vinificação.

Este subproduto, por assim dizer, não é, de forma alguma, passível de comparação com os biorresíduos anteriormente mencionados, pelos motivos expostos a seguir:

1) As farinhas de casca e semente são obtidas logo após o processo de prensagem das uvas, enquanto que os subprodutos do descarte da vinificação são obtidos após a ação das leveduras, responsáveis pela fermentação alcoólica do vinho;

2) As farinhas são obtidas de um sistema de produção orgânico rastreável, obtidas exclusivamente da elaboração do suco de uva integral. Em contrapartida, os subprodutos das vinícolas raramente possuem a denominação de agroindústria sustentável de base ecológica, por se tratar de produto altamente competitivo no mercado, principalmente se forem consideradas as categorias dos vinhos nacionais: vinho de mesa, vinho fino, moscatéis espumantes e espumantes naturais (Classificação EMBRAPA Uva e vinho, 2020), a alta variabilidade destas bebidas e a quantidade de passivos gerados;

3) Outra importante diferença entre estes coprodutos é amparada na maioria dos estudos publicados utilizarem o bagaço de uva na íntegra, ou seja, o engaço (parte vegetal vitícola) é incorporado às cascas e sementes de uva; enquanto as farinhas são separadas, secas e moídas de maneira diferenciada, com granulometria e condições de armazenamento padronizadas (POSTINGHER *et al.*, 2016).

Por consequência, a valorização dos biorresíduos da viticultura passa pela necessidade da implantação de processos produtivos dentro da perspectiva de tecnologias mais limpas e ambientalmente corretas com o reaproveitamento integral dessas matérias-primas vegetais, ricas em fitoquímicos. Nesse sentido, biorrefinarias são implementadas na cadeia produtiva de alimentos com o intuito de minimizar este passivo subutilizado.

#### 4.1 BIORREFINARIAS E BIOECONOMIA CIRCULAR

O desperdício de alimentos é uma preocupação mundial, visto que uma quantidade expressiva de matérias-primas com elevado potencial de reaproveitamento tem pressionado a humanidade a mudar, estrategicamente, de uma economia linear baseada em fósseis para a bioeconomia circular sustentável (DAHIYA *et al.*, 2018).

De acordo com a FAO (2019), enquanto 690 milhões de pessoas são afetadas pela desnutrição e 821 milhões de indivíduos passam fome no mundo, um terço dos alimentos produzidos é diariamente desperdiçado. A mesma instituição afirma que é imperioso e urgente que haja uma “*transformação radical na forma como os alimentos são produzidos, processados, comercializados e consumidos*”, considerando que até 2050 há um desafio enorme na intenção de alimentar adequada e nutricionalmente uma população global prevista de quase 10 bilhões de pessoas.

Diante deste desafio, ainda é incipiente a iniciativa da agroindústria brasileira no sentido de implementar sistemas de reaproveitamento de resíduos, especialmente os biorresíduos oriundos de processos sustentáveis (HENZ; PORPINO, 2017).

O conceito de biorrefinaria para a área de alimentos é relativamente inovador no que diz respeito à aplicação em processos vitícolas, oriundos do sistema de produção orgânica: trata-se de instalações que possibilitam uma conversão integrada, eficiente e flexível (LUCARINI *et al.*, 2018), por meio de uma combinação de processos minimamente invasivos da biomassa, gerando condições favoráveis para o aproveitamento integral da matéria-prima (DAHIYA, *et al.* 2018; PARITOSH, *et al.*, 2017).

Uma definição tecnológica mais abrangente avalia que a criação de biorrefinarias de resíduos sustentáveis é uma das formas mais eficientes para a obtenção de produtos de base biológica, com nutrientes atrativos de alto valor agregado, através da utilização intrínseca da biomassa vegetal (LUCARINI *et al.*, 2018), como forma de mitigar os impactos ambientais, os recursos naturais e um sistema alimentar inclusivo, em defesa da bioeconomia circular (ZABANIATOU; KAMATEROU, 2019).

Neste sentido, é preponderante conhecer a composição e as alegações de propriedades funcionais dos biorresíduos de uva obtidos no processamento para elaboração de suco, visando seu posteriormente aproveitamento, dentro do conceito de economia circular nesta cadeia de produção.

## **5 COMPOSIÇÃO E ALEGAÇÕES DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS BIORRESÍDUOS DE UVA OBTIDOS NO PROCESSAMENTO PARA A ELABORAÇÃO DE SUCO**

Os coprodutos, normalmente subutilizados, resultantes do processamento do suco de uva orgânico (*Vitis labrusca* L.), são ingredientes com potencialidades para a elaboração de alimentos com alegações de propriedades funcionais, por apresentarem diversos nutrientes de importância para a dieta, bem como elevados teores de compostos bioativos, constituindo uma alternativa para comporem novas formulações, seja como ingredientes com alegações de propriedades funcionais, seja para consumo *in natura*, sob forma de farinhas, potencializando o valor nutritivo dos alimentos e enriquecendo a dieta (ABREU *et al.*, 2019; POSTINGHER, 2016).

Nesta perspectiva, os biorresíduos do processamento do suco de uva (farinha da semente e da casca da uva orgânica) gerados, principalmente, a partir de agroindústria familiar certificada, respeitam todo o ciclo de vida dos bioprodutos, conferindo maior credibilidade aos compostos fitoquímicos extraíveis destas matrizes alimentícias. Assim, há um crescente interesse na investigação das alegações de propriedades funcionais destes

bioprodutos, especialmente do óleo e da farinha da semente de uva, os quais apresentam substâncias químicas de alto valor agregado e elevado teor de substâncias nutracêuticas, como compostos fenólicos, vitaminas, ácidos graxos, carotenoides e fitoesteróis (LUCARINI *et al.*, 2018).

Estudos recentes em que foram adicionadas diferentes proporções de farinha da casca da uva, como ingrediente na elaboração de alimentos com alegações de propriedades funcionais, relatam um aumento significativo nos teores de compostos fenólicos totais, uma atividade antioxidante superior a 80% e uma redução do conteúdo lipídico (MARCHIANI *et al.*, 2016); aumento nos teores de polifenóis totais e fibras dietéticas, alta capacidade antioxidante, elevada composição mineral e boa aceitação sensorial dos produtos elaborados (ABREU *et al.*, 2019; KARNOPP *et al.*, 2017). Assim, faz-se necessário conhecer as propriedades físico-químicas e a composição bioativa destes biorresíduos.

## 5.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS DOS BIORRESÍDUOS

Na Tabela 1 é apresentada a composição físico-química das farinhas da semente e da casca da uva orgânica.

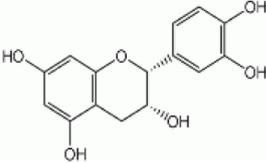
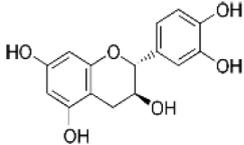
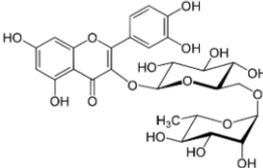
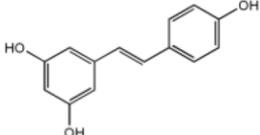
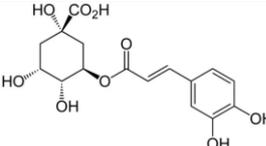
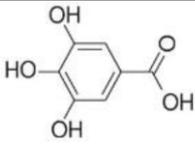
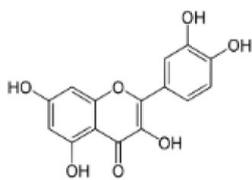
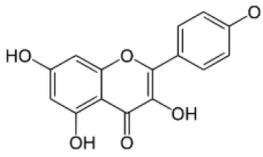
Tabela 1 - Composição físico-química dos biorresíduos: 1) Farinha da semente; 2) Farinha da casca da uva orgânica.

<b>Composição Físico-química (mg 100 g<sup>-1</sup>; base seca)</b>	<b>Farinha da semente</b>	<b>Farinha da casca</b>
Umidade	5,52	8,72
Proteínas	8,61	11,20
Fibras Totais	46,26	50,10
Resíduo Mineral Fixo	5,92	3,46
Lipídios	-	5,84
Carboidratos	28,20	20,70

Fonte: Informações que compõem os laudos analíticos fornecidos pela empresa Econatura® em 2021.

As análises químicas das farinhas, realizadas pela empresa Econatura®, indicam que a farinha de semente de uva e a farinha de casca de uva contêm, majoritariamente, os compostos fenólicos da classe dos flavonoides (flavanóis ou flavan-3-ols: catequina e epicatequina), conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2 - Compostos fenólicos individuais da farinha da semente e da farinha da casca da uva orgânica.

Compostos bioativos (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> )	Estrutura química	Farinha da semente	Farinha da casca
Epicatequina		609,10 ± 4,56	43,94 ± 0,90
Catequina		464,80 ± 2,66	4,39 ± 0,06
Rutina		102,60 ± 0,28	-
Resveratrol		-	54,20 ± 0,79
Ácido Clorogênico		-	35,70 ± 1,47
Ácido Gálico		30,69 ± 0,52	4,75 ± 0,09
Quercetina		-	14,40 ± 0,26
Campferol		-	6,96 ± 0,18

Fonte: Estruturas químicas adaptadas de Garde-Cérdan, Gonzalo-Diago, Pérez-Álvarez (2017); Informações que compõem os laudos analíticos fornecidos pela empresa Econatura®.

## 5.2 METABÓLITOS BIOATIVOS MAJORITÁRIOS

Os componentes bioativos “englobam peptídeos bioativos, muitas vitaminas e ácidos graxos, ácidos fenólicos, flavonoides e fitosteróis” (*INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE*, 2008).

As frutas e os vegetais produzem uma grande diversidade de compostos orgânicos, os quais apresentam dois tipos de metabólitos: primários e secundários. O metabolismo primário é de vital importância, no reino vegetal, no que diz respeito à sustentação da planta, visto que está relacionado com o crescimento e funcionamento celular, tais como a fotossíntese, a respiração, a assimilação de nutrientes e o transporte de solutos. Este metabolismo produz substâncias em grande quantidade como aminoácidos, proteínas, carboidratos, lipídios e ácidos nucleicos, os quais são distribuídos uniformemente nas plantas, respondem pela sobrevivência do vegetal (NUNES; BESTEN, 2016).

Em contrapartida, os metabólitos secundários estão associados à estratégia de defesa das plantas, ou seja, são substâncias químicas dotadas de forte bioatividade, de estruturas complexas e baixo peso molecular (inferior a  $250 \text{ g mol}^{-1}$ ), produzidas em baixas quantidades a partir dos metabólitos primários (LOPES; GOBBO NETO, 2007).

Durante milênios, as espécies vegetais de interesse foram sendo selecionadas, protegidas e estudadas, especialmente devido ao seu teor em metabólitos secundários. Graças a estas pesquisas, é possível realizar a extração, a separação e a caracterização destes metabólitos, especialmente os polifenóis – maior grupo de fitoquímicos presentes em alimentos de origem vegetal, com cerca de 8000 compostos quantificados (NUNES; BESTEN, 2016; TSAO, 2010).

Assim, os coprodutos do processamento de suco de uva orgânico têm sido investigados cientificamente, apresentando altos teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante, a exemplo de trabalhos disponíveis na literatura, que apresentaram resultados com efeitos comprovados.

### 5.2.1 Compostos fenólicos

Comparados com outras frutas e vegetais, bioprodutos de uva e de romã, oriundos da biorrefinaria de segunda geração, apresentam teor superior de compostos fenólicos totais (TRIGO *et.al*, 2020).

Partindo do pressuposto de que existe uma ampla variedade de compostos fenólicos (aproximadamente 8000) (BALASUNDRAM, SUNDRAM, SAMMAN, 2006), os quais estão presentes nas sementes, nas cascas e nos restos de polpa, bem como na estrutura vegetal vinífera, com capacidade antioxidante comprovada, estes compostos são amplamente investigados e reconhecidos por sua ação preventiva contra os prejuízos causados pelo estresse oxidativo (GIADA, 2013).

Os compostos fenólicos, produtos do metabolismo secundário das plantas, são encontrados tanto nas frutas, quanto nos subprodutos agroindustriais alimentícios. Apresentam um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila e suas estruturas podem variar desde uma molécula fenólica simples até a de um polímero complexo, de alta massa molecular (BALASUNDRAM, SUNDRAM, SAMMAN, 2006).

Espada Bellido *et al.* (2017) relataram que os compostos fenólicos (Figura 7) podem ser divididos em três principais grupos, sendo ácidos fenólicos, flavonóis (quercetina-3-rutinosida, quercetina-3-glucoside e quercetina-3-malonilglucósido) e antocianinas.

De acordo com Giovannini (2014), os compostos fenólicos são determinantes da cor, do sabor, da qualidade e da maturação das uvas, desempenhando funções importantes, tanto na matriz original quanto em seus derivados e coprodutos, sendo que a casca e a semente apresentam as maiores áreas de acúmulo de compostos fenólicos. Os taninos são encontrados no engaço e nas cascas, porém são mais abundantes nas sementes e estão presentes desde a mudança de cor da uva em cerca de 50% do seu teor total, atingindo o teor máximo pouco antes da maturação. No caso das cultivares tintórias, as antocianinas e flavonas se depositam no vacúolo das células das cascas e da polpa.

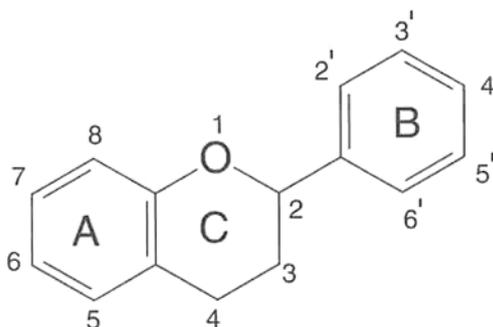
Os teores e a diversidade dos compostos fenólicos variam consideravelmente nas matérias-primas (GRANATO, 2016). Neste sentido, pode haver uma discrepância na quantificação e na variabilidade de compostos fenólicos nas amostras coletadas, as quais são dependentes da região, bem como adoção das práticas agrícolas para o cultivo e manejo da fruta. As situações de estresse abiótico (estresse hídrico, altitude, radiação solar, supressão de nutrientes, patogênese da planta, variedade e grau de maturação do vegetal, clima, quantidade de luz e água, natureza e composição química do solo) e biótico (pragas e doenças), são fatores que podem influenciar os teores destes compostos fitoquímicos (PÉREZ-MAGARIN; GONZALEZ-SANJOSÉ, 2006; CORTELL; KENNEDY, 2006; POSTINGHER, 2016).

Muitas plantas, frutas e vegetais, ou seus extratos e subprodutos são ricos nestes compostos bioativos e apresentam grande potencial para uso alimentar (BISWAS *et al.*, 2015).

Embora os produtos lácteos possam englobar intrinsicamente, peptídeos bioativos e propriedades fisiológicas potencializadas, os iogurtes “*in natura*”, normalmente, não apresentam compostos fenólicos totais na sua composição, tendo em vista que estes compostos são, essencialmente, de origem vegetal. Entretanto, a presença de compostos fenólicos em iogurtes sem a adição de ingredientes bioativos pode ocorrer, sendo justificada, neste caso, devido ao fato que estes compostos podem ser encontrados no leite (constituente majoritário para a elaboração do iogurte) (VAN VLIET *et al.*, 2021). Pesquisas demonstraram que flavan-3-óis e ácidos fenólicos estavam presentes em concentrações 6 vezes maiores no leite de animais criados exclusivamente a pasto, com uma dieta botanicamente variada, quando comparados a animais alimentados com concentrados, em confinamento (CABIDDU *et al.*, 2019; DELGADILLO-PUGA *et al.*, 2019). Os estudos mencionados corroboram com as pesquisas realizadas por Santos *et al.* (2014), as quais incluíram silagem de resíduo de uva na dieta de vacas primíparas holandesas e obtiveram maiores concentrações de polifenóis totais e antioxidantes com o aumento dos níveis de suplementação. Porém, o que chama atenção nesta pesquisa “*in vivo*” são as concentrações de compostos fenólicos totais (5,3 mg GAE l<sup>-1</sup>) e antioxidantes (26,3 mg GAE l<sup>-1</sup>) presentes na amostra controle.

A Figura 7 ilustra a estrutura genérica de um composto fenólico.

Figura 7 - Estrutura genérica de compostos fenólicos.



Fonte: Granato (2016).

Os ácidos fenólicos possuem como principal mecanismo antioxidante a doação de um próton de suas hidroxilas para um radical livre oxidante. Estes compostos podem quelar íons de ferro e cobre, outros podem doar prótons e elétrons, mas todos possuem a capacidade de eliminar radicais livres, reduzindo as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio.

O processo oxidativo pode causar efeitos deletérios às células e aos tecidos do corpo humano. Por essa razão, os subprodutos de frutas são investigados através de métodos para a detecção da atividade antioxidante por transferência de prótons (2,2-difenil-1-picril-hidrazil -

DPPH; e método de captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico, ABTS) e também através do método de redução do ferro (FRAP), que está relacionado à transferência única de elétrons (CHEN *et al.*, 2020; SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015).

Existe uma relação direta entre a capacidade antioxidante de um composto fenólico com a quantidade de suas hidroxilas e do grupo carboxílico (JRAD *et al.*, 2019). Os flavonoides apresentam um mecanismo de ação semelhante a este, porém, são doadores de hidrogênio e sua capacidade quelante contribui para a formação de metais de boa estabilidade. Em termos nutricionais, este mecanismo de complexação flavonoides-íons metálicos tem sido referenciado como uma nova classe de agentes fitoquímicos terapêuticos, visto que apresentam alta bioatividade e propriedades fisiológicas importantes ligadas às atividades anti-inflamatórias, antibacterianas, antidiabéticas, antitumorais, anti-arteriogênica, cardioprotetiva e vasodilatadora (SELVARAJ *et al.*, 2013; ZAMORA, HIDALGO; 2016).

Entretanto, o principal efeito destes compostos tem sido atribuído à sua ação antioxidante em alimentos e coprodutos do processamento agroindustrial, especialmente biorresíduos de uva (MARCHIANI *et al.*, 2016; ABREU *et al.*, 2019).

### 5.2.2 Capacidade antioxidante

Compostos biologicamente ativos com capacidade antioxidante são amplamente estudados, inclusive apresentando concentrações significativas desses metabólitos secundários em extratos de frutas e de seus coprodutos, com atividades antibacterianas e antifúngicas (VERRUCK; PRUDÊNCIO; SILVEIRA, 2018).

A uva (*Vitis* sp.) por ser classificada como um fruto não-climatérico, apresenta atividade respiratória relativamente baixa e não é capaz de completar o processo de amadurecimento quando colhida madura, devendo assim, permanecer na planta-mãe até o final da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Portanto, este fruto é dependente da abundância de sistemas enzimáticos que catalisam as reações resultantes da combinação de taninos e proteínas, correlacionando de forma direta a maturação da fruta com a presença de compostos fenólicos antioxidantes e flavonoides, potencializando assim, os efeitos bactericida e antiviral, e evidenciando ainda mais a sua ação antioxidante (GIOVANNINI, 2014).

Por definição, antioxidantes são “um grupo de substâncias que, quando presentes em baixas concentrações, em relação a substratos oxidáveis, inibem significativamente ou retardam os processos oxidativos”. Antioxidantes agem como protetores das células contra os efeitos prejudiciais dos radicais livres (THORAT *et al.*, 2013) e, portanto, o equilíbrio entre a

produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante é fundamental para a proteção das células. Quando há um desvio para o acúmulo de radicais livres, devido a certa descompensação na produção de agentes antioxidantes, há o potencial de dano celular derivados dessas espécies reativas de oxigênio (ROS) e é denominado estresse oxidativo, podendo aumentar a medida que as células antioxidantes se tornam incapazes de neutralizá-los (STOCKER; KEANEY, 2004; VIGNINI, 2011). Dessa forma, o tecido de células normais pode ser lesionado pelo excesso de radicais livres, através da destruição de lipídios, proteínas, material genético (DNA e ácidos nucleicos), gerando moléculas reativas secundárias que podem levar à necrose da região afetada (PALMIERI; SBLENDORIO, 2007).

Há evidências científicas de que a produção excessiva de radicais livres no organismo e o desequilíbrio entre sua concentração e as defesas antioxidantes podem estar relacionados a processos de envelhecimento precoce, desenvolvimento de câncer (WANG *et al.*, 2017), acidente vascular cerebral (SPENCE, 2006), neurodegeneração, distúrbios de inflamação e diabetes, entre outras morbidades (THORAT *et al.*, 2013).

Conseqüentemente, constituintes majoritários da uva e de seus coprodutos, como, por exemplo, as antocianinas são moléculas que se oxidam facilmente através da doação de um átomo de hidrogênio para os radicais livres, dado que sugere que o consumo destes ingredientes, podem auxiliar na proteção contra os efeitos degenerativos e de doenças crônicas causadas pelo estresse oxidativo (HEINONEN; MEYER; FRANKEL, 1998; PEREIRA *et al.*, 2014).

Pesquisas associadas à capacidade antioxidante de coprodutos vitícolas são frequentemente publicadas, as quais analisam o efeito benéfico causado pela composição química dos resíduos do processamento da uva, utilizando para isso métodos distintos, como o método de radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), o método de redução do ferro (FRAP) e o método de captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS).

### 5.3 FIBRAS ALIMENTARES

As fibras, assim como os compostos fenólicos, são importantes metabólitos que estão presentes em quantidades expressivas em coprodutos vegetais e podem ser utilizadas como potenciais ingredientes para novos alimentos com alegação de propriedades funcionais. Dos pontos de vista social, econômico e ambiental, recuperar os biorresíduos da viticultura sustentável, na forma de farinhas de casca e de semente, é um grande passo na valorização

destes alimentos ricos em fibras, à medida que 0,5 bilhões de toneladas de resíduos provenientes das indústrias de processamento de frutas são gerados em todo o mundo (PÉREZ *et al.*, 2020).

Dentro os derivados da uva, a farinha da casca de uva, que apresenta alto teor de fibras, é a principal responsável pelas modificações de textura do produto final, quando suplementada em produtos lácteos fermentados, especialmente iogurtes. Neste sentido, alterações podem ser causadas e este efeito é mais pronunciado em farinhas com elevadas concentrações de fibras solúveis, visto que estas podem atuar como estabilizantes, impedindo a mobilidade da água devido à formação de uma rede tridimensional, conectada por pontes de hidrogênio, resultando em valores mais expressivos para os parâmetros de dureza e consistência (CRUZ *et al.*, 2013).

Apesar dos teores de fibras presentes na casca da uva exibirem uma excelente capacidade de formação de gel e uma perfeita incorporação ao produto lácteo, alguns pesquisadores buscam reduzir a dureza e os atributos de textura em formulações de iogurte através da combinação de biorresíduos e suco de uva (KARNOPP *et al.*, 2017), utilizando ingredientes de alto valor agregado, como fibras prebióticas, como uma alternativa na elaboração de produtos sensorialmente atrativos que potencializam o valor nutricional e funcional dos alimentos.

Uma abordagem inovadora remonta a pesquisas com evidências científicas comprovadas em matrizes alimentares ricas em polifenóis, principalmente aqueles associados aos componentes da parede celular (AYOUB *et al.*, 2016; PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2011; SAURA-CALIXTO, 2012) combinando modelos *in vitro*, modelos animais e ensaios em humanos.

Compostos bioativos associados à matriz fibrosa e seus benefícios à saúde humana foram estudados por Pozuelo *et al.* (2012), quando demonstraram o potencial antioxidante e um aumento do efeito prebiótico de compostos fenólicos associados à fibra presente em uvas, sustentando a eficácia dos polifenóis dietéticos na modulação das bactérias intestinais. Os autores, que avaliaram a capacidade da fibra alimentar antioxidante da uva no crescimento bacteriano *in vitro* e *in vivo* (na microbiota cecal de ratos), afirmam que o efeito prebiótico é potencializado à medida que uma quantidade substancial de polifenóis é associada à fibra alimentar. Inclusive, estes autores sugerem que os polifenóis podem atuar como prebiótico metabólico, auxiliando no crescimento de bactérias benéficas e inibição de bactérias patogênicas. Concluíram que uma dieta rica em alimentos vegetais fibrosos, com alto teor de

compostos fenólicos, é capaz de equilibrar positivamente a microbiota intestinal, prevenindo distúrbios gastrointestinais e aumentando a biodisponibilidade de nutrientes.

**CAPÍTULO 2**  
**VALORIZAÇÃO DE BIORRESÍDUOS DA VITICULTURA SUSTENTÁVEL COM**  
**POTENCIAL BIOATIVO: APLICAÇÃO EM IOGURTE COM ALEGAÇÕES DE**  
**PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

*Nota:* O texto e os dados discutidos neste Capítulo foram reproduzidos ou readaptados desta Publicação e submetidos a um Periódico Científico da Área de Ciência dos Alimentos.

## RESUMO

Farinhas de semente e de casca de uva Bordô (*Vitis labrusca L.*) orgânica, contendo compostos fenólicos e alta capacidade antioxidante, influenciaram tanto a composição quanto as propriedades de um iogurte com alegações de propriedades funcionais. O teor de compostos fenólicos totais (CFT) das amostras de iogurte contendo farinha de semente de uva (IFSU) e a mistura das farinhas (IM) foi de  $18,800 \pm 1,060$  e  $19,509 \pm 1,216$  mg por g de ácido gálico equivalente (GAE), respectivamente, valores significativamente superiores ao teor da formulação controle (IC,  $3,199 \pm 0,326$  mg GAE g<sup>-1</sup>). As amostras IFSU e IM exibiram uma capacidade antioxidante (método de FRAP) de  $0,6100 \pm 0,0100$  e  $0,7833 \pm 0,0110$  μmol TEAC g<sup>-1</sup>, respectivamente, os quais foram maiores do que na amostra IC. Os iogurtes apresentaram coloração típica de cada farinha e a textura dos mesmos não variou significativamente, em relação à formulação controle. Os biorresíduos de uva foram valorizados mediante a obtenção de um iogurte funcional e “clean label”.

**Palavras-chave:** Coprodutos de uva, *Vitis labrusca L.*, Produto lácteo fermentado, Perfil de fenólicos, Antioxidante.

## 1 INTRODUÇÃO

Cerca de 1,3 bilhões de toneladas de alimentos, como por exemplo, as frutas, são perdidas anualmente ao longo da cadeia de alimentos (PARITOSH *et al.*, 2017). Isto tem um impacto severo no meio ambiente, na emissão de gases poluentes, gerando desperdício econômico e, inclusive, de material contendo um alto teor de nutrientes interessantes para inclusão na dieta humana (DAHIYA *et al.*, 2018). Considerando o grande “desperdício de alimentos” – tradução literal da expressão inglesa *food waste* – em nível mundial, a valorização de resíduos é um dos preceitos da economia sustentável e da bioeconomia circular (DAHIYA *et al.*, 2018).

Segundo dados da FAOSTAT no ano de 2017, a uva (*Vitis vinífera* L.) representou uma das dez maiores colheitas de frutas do mundo (FAO, 2019). Os resíduos (cascas, sementes e restos de polpa) gerados a partir do processamento do suco de uva orgânico representam 20 a 25% da massa inicial da fruta (YU; AHMEDNA, 2013; TRIGO *et al.*, 2020). Este material é geralmente desperdiçado pela viticultura agroindustrial ou destinado à compostagem e à alimentação animal (ANTONIC *et al.*, 2021).

Uma forma de valorizar o uso de resíduos do sistema de produção, inclusive orgânica, é a implementação de biorrefinarias, que são instalações que possibilitam uma conversão integrada, eficiente e flexível (LUCARINI *et al.*, 2018). Isso pode ser obtido por meio de uma combinação de processos minimamente invasivos da biomassa, gerando não só condições favoráveis para o aproveitamento integral da matéria-prima (PARITOSH, *et al.*, 2017; DAHIYA, *et al.*, 2018), como também a possibilidade de elaboração de produtos a partir de fontes renováveis, inclusive resíduos de semente de uva, com alto valor agregado e excelente composição nutricional, especialmente de compostos bioativos (LUCARINI *et al.*, 2018).

Novas opções para o desenvolvimento de produtos alimentícios com apelo funcional, visando o aproveitamento de resíduos de uva, vêm sendo exploradas pela comunidade científica mundial, a saber: sorvetes (VITAL *et al.*, 2018); cereais matinais (OLIVEIRA *et al.*, 2013); pães (HAYTA *et al.*, 2014); *muffins*, *brownies* e pães (WALKER *et al.*, 2014); biscoitos (KARNOPP *et al.*, 2015), sendo todos produtos com excelente aceitação, apresentando atributos sensoriais e composição nutricional atrativos.

Com vistas à produção orgânica e à sustentabilidade, uma das soluções mais eficazes para o manejo correto dos resíduos da indústria de processamento de uvas é a recuperação de fitoquímicos bioativos presentes nos resíduos dessas frutas (BABBAR, OBEROI &

SANDHU, 2015). Assim, novas gerações de biorrefinarias apresentam a perspectiva de utilização do potencial terapêutico e nutracêutico a partir da extração desses “biorresíduos” (DAHIYA *et al.*, 2018) e inclusão em produtos inovadores destinados à alimentação humana.

As farinhas desidratadas produzidas a partir de casca e de sementes de uva orgânica são exemplos de “biorresíduos” que apresentam teores relevantes de metabólitos bioativos: fibras dietéticas, antioxidantes e compostos fenólicos, os quais demonstram efeitos insulíntrópicos (DOSHI *et al.*, 2015), anti-inflamatório (SCOLA *et al.*, 2011), antimutagênico, anticarcinogênico (POZUELO, *et al.*, 2012; SÁNCHEZ-TENA, *et al.*, 2013), hipolipidêmico (ISHIMOTO *et al.*, 2020), antibacteriano (TSENG & ZHAO, 2012; XU *et al.*, 2016), e colaboram para a prevenção de doenças cardiovasculares (TOALDO *et al.*, 2015; TOME-CARNEIRO *et al.*, 2012).

Na cultivar Bordô (*Vitis Labrusca* L.), assim como na maioria dos frutos da videira, os compostos fenólicos se acumulam principalmente nas cascas e sementes (GIOVANNINI, 2014), apresentando uma correlação favorável com a capacidade antioxidante, de acordo com o que já foi relatado na literatura (ANASTASIADI *et al.*, 2010; FONTANA, ANTONIOLLI & BOTTINI, 2013; HASS *et al.*, 2015). Em 2017, os compostos fenólicos passaram a ser classificados como substâncias prebióticas. A definição mais recente de prebiótico o considera um substrato usado seletivamente pelos microrganismos hospedeiros, que conferem benefícios à saúde do consumidor (GIBSON *et al.*, 2017). Dentre as possibilidades de alimentos elaborados com o uso de biorresíduos gerados no processamento da uva, tem-se o iogurte (ALLGEYER; MILLER; LEE, 2010; CONVERTI; BEZERRA *et al.*, 2011; KARNOPP *et al.*, 2017).

O presente estudo é pioneiro no desenvolvimento de um iogurte suplementado com a mistura das farinhas da casca e da semente da uva orgânica, dando ênfase aos parâmetros de textura, à composição fenólica total e à capacidade antioxidante.

Dentro deste contexto, em que é indispensável repensar a utilização de resíduos e coprodutos agroindustriais compostos por fitoquímicos antioxidantes que podem apresentar um alto valor agregado, o objetivo deste estudo foi valorizar farinha de semente de uva orgânica (FSU) e uma mistura desta com farinha de casca de uva (FM), provenientes da produção de suco de uva orgânico. Desta forma, estas farinhas foram adicionadas em iogurtes, a fim de contribuir para a sua funcionalidade. Assim, foi realizada a caracterização das amostras de farinhas quanto ao teor e perfil de compostos fenólicos, à capacidade antioxidante *in vitro*, bem como foi avaliado o efeito da adição destas farinhas na composição físico-química e química, e nas propriedades tecnológicas e bioativas de amostras de iogurte.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATÉRIA-PRIMA

O leite UAT/ UHT (Ultra Alta Temperatura/ *Ultra High Temperature*) integral (Tirol® Laticínios, Treze Tílias, SC), adquirido no comércio de Florianópolis-SC, continha a seguinte composição: 3,15 g 100g<sup>-1</sup> de proteínas e 3,0 g 100 g<sup>-1</sup> de gordura. A farinha da semente de uva orgânica desengordurada e não fermentada e a farinha da casca de uva orgânica, ambas da espécie *Vitis labrusca* L., variedade Bordô (Ives), obtidas da mesma safra e do mesmo lote (2019), foram doadas pela empresa Econatura® Produtos Ecológicos e Naturais Ltda. (Garibaldi, RS, Brasil; Latitude: 29° 13' 53.8788" Sul, Longitude: 51° 33' 32.1012" Oeste). Estas amostras foram obtidas na empresa como coproduto, após a etapa de prensagem da uva, para a produção de suco. A farinha da semente continha 46,26 g 100 g<sup>-1</sup> de fibra alimentar total, 28,20 g 100 g<sup>-1</sup> de carboidratos, 11,01 g 100 g<sup>-1</sup> de umidade, 8,61 g 100 g<sup>-1</sup> de proteínas e 5,92 g 100 g<sup>-1</sup> de cinzas. A farinha da casca, por sua vez, apresentava 50,10 g 100 g<sup>-1</sup> de fibra alimentar total; 20,70 g 100 g<sup>-1</sup> de carboidratos, 11,20 g 100 g<sup>-1</sup> de proteínas, 8,72 g 100 g<sup>-1</sup> de umidade, 5,84 g 100 g<sup>-1</sup> de gorduras totais e 3,46 g 100 g<sup>-1</sup> de cinzas. As farinhas, previamente desidratadas na indústria a 60 °C (farinha de semente de uva) e a 65 °C (farinha de casca de uva) em estufa com circulação de ar (DeLeo, 48TLK, Brasil), e apresentando granulometria padronizada a 30 mesh (0,6 mm), foram recebidas acondicionadas em embalagens metálicas seladas a vácuo. Estas amostras foram mantidas à temperatura de -18 ± 1 °C, até a realização das análises.

### 2.2 REAGENTES E PADRÕES

Os padrões de compostos fenólicos (ácido transcinâmico, ácido vanílico, ácido protocateico, ácido siríngico, ácido cumárico, ácido ferúlico, ácido caféico, ácido gálico, epgalocatequina, epicatequina, catequina, kaempferol, ácido clorogênico, quercetina e miricetina), o padrão de ácido fumárico, Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico), TPTZ [2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine], ABTS<sup>•+</sup> [Ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico)] e o reagente derivatizante [N,O-bis(trimetil-silil-trifluoracetamida)/trimetil-cloro-silano (BSTFA:TMCS-99:1)] foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, EUA). Os gases Hidrogênio (H<sub>2</sub>) e Nitrogênio (N<sub>2</sub>) foram fornecidos pela

White Martins (Rio de Janeiro, Brasil), e os demais reagentes de grau analítico, e os solventes orgânicos metanol, acetona, éter de petróleo e éter etílico foram adquiridos da Vetec (Rio de Janeiro, Brasil). A água ultrapura foi obtida de um sistema de água Milli-Q Plus (Millipore, Bedford, Massachusetts, EUA).

### 2.3 PREPARAÇÃO DO IOGURTE

Os iogurtes foram elaborados conforme descrito por Braga, Assis Neto e Vilhena (2012), com modificações. Ao leite UAT (Ultra Alta Temperatura) aquecido a  $42 \pm 1^\circ\text{C}$ , adicionou-se 5 % de cultura lática, contendo *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Nesta temperatura, em estufa digital (DI-CBD, LEO, São Paulo, Brasil), o leite contendo as bactérias láticas foi mantido até a fermentação final, controlada através das medidas de valores do potencial hidrogeniônico. Depois desta etapa, o iogurte foi resfriado em temperatura menor do que  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e gentilmente batido.

Testes preliminares foram realizados para avaliar a solubilidade das farinhas ao iogurte, com base nas proporções comumente utilizadas em trabalhos científicos que agregam coprodutos de frutas a iogurtes como uma potencial fonte de ingrediente natural (KARNOPP *et al.*, 2017; DEMIRKOL; TARAKCI, 2018).

Com base em ensaios preliminares, o iogurte foi preparado com a adição de 5% de sacarose (m/m). Foram elaboradas três formulações diferentes, variando-se as proporções mássicas das farinhas de uva orgânica, conforme segue: 1) iogurte controle, sem adição de farinhas (IC); 2) iogurte contendo 3% da farinha da semente de uva (IFSU); e 3) iogurte contendo 3% de uma mistura composta por 50% da farinha de semente de uva e 50% da farinha da casca de uva orgânica (IM).

As amostras foram embaladas em recipientes plásticos de 100 mL, seladas termicamente (Sulplack SPO-150, Rio Grande do Sul, Brasil) empregando folhas de alumínio de múltiplas camadas de polietileno e, por fim, também armazenadas à temperatura de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  até a realização das análises. Foram realizadas três repetições de cada experimento.

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE IOGURTE

### 2.4.1 Composição e propriedades físico-químicas

As amostras de iogurte foram submetidas às análises laboratoriais, segundo as Normas da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012): umidade (método 925.10); resíduo mineral fixo (método 945.46); proteínas por Micro-Kjedahl (método 991.20) com adaptações, utilizando-se o fator de conversão de N x 6,38; lipídios, determinados gravimetricamente pelo método de Mojonnier Modificado (989.05) por extração a frio, com uma mistura de éter de petróleo e éter etílico.

A acidez titulável ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de ácido láctico) foi determinada de acordo com as normas da AOAC (AOAC, 2012) (Método 947.05) e os valores de potencial hidrogeniônico foram obtidos através da leitura em pHmetro (TECNAL, TC-7, Brasil), previamente calibrado.

Os valores de atividade de água ( $a_w$ ) foram obtidos por leitura direta no termo-higrômetro (Aqua-lab digital, 4-TE, EUA), com temperatura controlada a  $25,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ .

### 2.4.2 Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor das amostras de iogurte foi determinada utilizando-se colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-400, Osaka, Japão), ajustado para operar com iluminante D65 e ângulo de observação de  $10^\circ$ . A escala CIELab empregada mediu os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A diferença total da cor ( $\Delta E^*$ ) entre as amostras adicionadas das farinhas em relação ao iogurte controle foi calculada conforme proposto por CAPELLAS *et al.* (2001), com modificações (Equação 1).

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde:

$\Delta L^*$  é a diferença de luminosidade entre as amostras adicionadas de farinhas em relação ao controle;  $\Delta a^*$  é a diferença entre a intensidade da cor vermelha ou verde; e  $\Delta b^*$  é a diferença de intensidade da cor amarela ou azul.

Todas as determinações físico-químicas foram realizadas em triplicata, para cada formulação.

### 2.4.3 Avaliação instrumental de textura

A análise instrumental do perfil de textura (TPA) das amostras de iogurte foi realizada no texturômetro Stable Micro Systems, modelo TA.HD.plus (Inglaterra) auxiliadas pelo programa Exponent versão 6.1.1.0. Um corpo de prova (*probe*) de 25 mm de diâmetro foi utilizado para comprimir as amostras à temperatura de  $5 \pm 1$  °C, a fim de determinar através do teste de dupla compressão os parâmetros dureza (g), adesividade (g.s), resiliência (%), coesividade, elasticidade (%) e gomosidade (g). As medidas foram realizadas a  $5 \pm 1$  °C, com a velocidade de 2 mm/s e a distância de compressão igual a 40%. Todas as medidas foram repetidas cinco vezes.

### 2.4.4 Viscosidade e sinérese

A viscosidade foi verificada em viscosímetro (ThermoHaake ViscoTester 6L) aplicado para ensaios de fluidos com baixa e média viscosidade: 3 – 2.000.000 mPa.s em 76 faixas (19 velocidades com 4 *spindles*). As amostras de iogurte foram analisadas em sete replicatas de cada formulação.

A sinérese das amostras foi determinada usando o método do sifão, adaptado de Amatayakul *et al.* (2006), no qual foi analisada a quantidade de soro lácteo espontaneamente formado. Neste método, os iogurtes foram retirados do refrigerador ( $4 \pm 1$ °C), pesados e mantidos em um ângulo de 45° por 48 horas. Posteriormente, com o auxílio de uma agulha conectada a uma seringa, o soro da superfície da amostra foi removido em até 10 segundos, e novamente pesado. A sinérese foi calculada empregando a Equação 2, onde MI é a massa inicial de iogurte (g) e MSS é a massa de iogurte sem o soro (MSS) (g). Esta etapa foi realizada com seis repetições para cada amostra.

$$\text{Sinérese (\%)} = \frac{(MI - MSS)}{MI} \times 100 \quad (2)$$

#### 2.4.5 Análises microbiológicas

A contagem total de bactérias ácido lácticas (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*) dos iogurtes (Controle, FSU e M) foi realizada segundo as normas estabelecidas pela *International Dairy Federation* (IDF, 1997). Porções de 25 g de cada amostra foram diluídas em 225 mL em água peptonada (0,1 g 100 g<sup>-1</sup>) e misturadas em *Bag mixer 400*® (Interscience, St. Nom, França), realizando posteriormente diluições decimais com o mesmo diluente. As contagens de *Lactobacillus bulgaricus* foram realizadas utilizando ágar MRS (Difco, Sparks, EUA) empregando sobrecamada em placas que foram incubadas em 37 ± 1 °C por 72 horas. A contagem de *Streptococcus thermophilus* foi realizada empregando ágar M17 (Difco, Sparks, EUA) acrescido de solução estéril de lactose (100 g L<sup>-1</sup>), em placas que também foram incubadas a 37 ± 1 °C por 48 horas. A contagem de células viáveis foi expressa em log unidade formadora de colônia por grama de iogurte (log UFC g<sup>-1</sup>). Os ensaios foram realizados em triplicata.

#### 2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE, PERFIL DE FENÓLICOS E TEOR DE ÁCIDO FUMÁRICO DAS AMOSTRAS DE FARINHA E DE IOGURTE

As amostras de farinha de semente de uva (FSU) e da mistura da mesma com a farinha de casca de uva (FM), bem como as amostras de iogurte (IC, IFSU e IM), foram submetidas à extração para a posterior determinação dos compostos fenólicos totais, da capacidade antioxidante *in vitro* (métodos de ABTS e FRAP), do perfil de fenólicos, e do teor de ácido fumárico, conforme descrito a seguir.

A obtenção dos extratos baseou-se no método descrito por Karnopp *et al.* (2017), com modificações: 1 g das farinhas foram pesadas e diluídas em 10 mL de metanol; 10 g de iogurte foram diluídos em 10 mL de metanol. Em seguida, as soluções foram agitadas em vortex (Kasvi K45-2820, Brasil) durante 3 minutos e centrifugadas (Hermle Z200A, Wehingen, Alemanha) por 10 minutos a 4000 rpm e o sobrenadante foi coletado. Todos os extratos foram obtidos em triplicata.

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos obtidos foi estimado de acordo com o método Folin-Ciocalteu, proposto por Singleton e Rossi (1965). Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (GAE g<sup>-1</sup>).

A capacidade antioxidante *in vitro* dos extratos foi determinada pelos métodos ABTS utilizando o comprimento de onda de 734 nm, conforme descrito por Re *et al.* (1999); e, pelo método de FRAP, cuja leitura da absorbância foi realizada a 620 nm, de acordo com metodologia proposta por Benzie e Strain (1996). A capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) foi expressa em  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  de amostra. As análises espectrofotométricas foram realizadas em triplicata em um espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi U 1800, Japão).

Para a determinação do perfil de compostos fenólicos das amostras, os extratos foram tratados em evaporador rotativo (TE-211, Tecnal, Brasil) e ressuspensos em acetona. Em seguida, foram adicionados 60  $\mu\text{L}$  de reagente derivatizante BSTFA + 1% TMCS, à amostra contida no frasco. A solução foi homogeneizada em agitador de tubos vórtex (modelo AP56, Phoenix) e mantida sob aquecimento a 60 °C por um período de 1 h em estufa (Quimis Q317B242, Brasil). Por fim, uma alíquota de 1  $\mu\text{L}$  foi submetida à análise cromatográfica.

Os compostos fenólicos individuais foram quantificados em cromatógrafo em fase gasosa com detector de ionização de chama (CG/DIC) (GC-2014, Shimadzu, Japão), com coluna capilar (J&W, DB-5) 5% de fenila, 30 m x 0,32 mm x d.i 0,25  $\mu\text{m}$  de fase estacionária. O hidrogênio (99,995%) foi utilizado como gás de arraste, com fluxo constante de 3  $\text{mL min}^{-1}$ . As condições de operação do cromatógrafo foram: 1  $\mu\text{L}$  de amostra injetado em modo *splitless*; o programa de temperatura foi iniciado em 60 °C por 2 min, seguido de uma taxa de aquecimento de 10 °C  $\text{min}^{-1}$  até 180 °C, sendo que posteriormente aplicou-se uma taxa de aquecimento de 6 °C  $\text{min}^{-1}$  até 280 °C, e manteve-se constante por 2 min, e, por fim, uma taxa de 6 °C  $\text{min}^{-1}$  até 300 °C foi aplicada e a temperatura foi mantida constante por 15 min. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 280 e 300 °C, respectivamente.

A identificação dos 15 compostos fenólicos (ácido transcinâmico, ácido vanílico, ácido protocateico, ácido siríngico, ácido cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido gálico, epigallocatequina, epicatequina, catequina, campferol, ácido clorogênico, quercetina e miricetina) foi realizada por injeção individual de cada derivado trimetilsiloxano do respectivo padrão analítico em GC/FID, sendo avaliado o tempo de retenção. O ácido fumárico também foi determinado nesta análise. Foram construídas curvas de calibração a partir de concentrações conhecidas de padrões analíticos (1 a 250  $\text{mg L}^{-1}$ ), para cada um dos 16 compostos por método de padronização externa. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

As variáveis de composição e propriedades físico-químicas, cor, avaliação do perfil de textura, composição fenólica total (CFT) e da capacidade antioxidante in vitro dos iogurtes foram analisados por ANOVA usando o procedimento de modelos lineares generalizados (GLM) do Programa Estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA). As médias das variáveis foram comparadas usando o teste de Tukey e os valores de probabilidade menores do que 0,05 foram considerados significativos.

O agrupamento das amostras foi investigado por análise multivariada utilizando a análise de componentes principais (PCA) por meio do *software* STATISTICA versão 13.3 (TIBCO, Palo Alto, EUA).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, COR E PERFIL DE TEXTURA DAS AMOSTRAS DE IOGURTE

As amostras de iogurte foram caracterizadas quando à composição e às propriedades físico-químicas, à cor e ao perfil de textura (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição e propriedades físico-químicas, cor e avaliação do perfil de textura das amostras de iogurte controle (IC), de iogurte adicionado de farinha de semente de uva orgânica (IFSU), e do iogurte adicionado da mistura de 50% de farinha de semente e 50% da farinha de casca de uva orgânica (IM).

Parâmetros	Tratamentos			Valor <i>P</i>	CV <sup>(1)</sup>
	IC	IFSU	IM		
Sólidos Totais (g 100 g <sup>-1</sup> ) (peso seco)	14,88 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>	17,87 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	18,03 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	0,003	4,269
Cinzas (g 100 g <sup>-1</sup> ; b.u.)	0,75 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,80 $\pm$ 0,02 <sup>ab</sup>	0,81 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,05	3,14
Proteínas (g 100 g <sup>-1</sup> ; b.u.)	3,15 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	3,42 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	3,49 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	0,02	3,16

Parâmetros	Tratamentos			Valor <i>P</i>	CV <sup>(1)</sup>
	IC	IFSU	IM		
Lipídios (g 100 g <sup>-1</sup> ; b.u.)	3,30 ± 0,15	3,12 ± 0,17	3,24 ± 0,10	0,34	4,41
pH	4,61 ± 0,10	4,56 ± 0,12	4,40 ± 0,07	0,25	2,55
Acidez Titulável (g ácido láctico 100 g <sup>-1</sup> )	0,74 ± 0,08	0,76 ± 0,07	0,85 ± 0,05	0,43	9,88
a <sub>w</sub>	0,9901 ± 0,0016	0,9912 ± 0,0002	0,9899 ± 0,0011	0,41	0,12
L*	79,47 ± 2,15 <sup>a</sup>	61,78 ± 1,21 <sup>b</sup>	50,74 ± 1,76 <sup>c</sup>	< 0,0001	2,74
a*	-2,59 ± 0,21 <sup>c</sup>	5,70 ± 0,36 <sup>b</sup>	8,71 ± 0,43 <sup>a</sup>	< 0,0001	8,80
b*	7,77 ± 0,89 <sup>b</sup>	11,03 ± 0,41 <sup>a</sup>	-2,37 ± 0,51 <sup>c</sup>	< 0,0001	11,58
					
Dureza <sup>2</sup> (g)	10,11 ± 1,14	10,01 ± 0,49	9,88 ± 1,12	0,93	9,66
Adesividade <sup>1</sup> (g.s)	3,12 ± 2,10	3,55 ± 2,54	3,93 ± 0,98	0,82	56,17
Resiliência <sup>1</sup> (%)	71,31 ± 3,85	72,93 ± 3,95	69,62 ± 4,27	0,45	5,65
Coesividade <sup>1</sup>	0,93 ± 0,01	0,95 ± 0,02	0,93 ± 0,02	0,31	2,05
Elasticidade <sup>1</sup> (%)	96,20 ± 5,51	94,10 ± 9,38	94,49 ± 4,17	0,87	7,08
Gomosidade <sup>1</sup> (g)	9,44 ± 1,07	9,49 ± 0,50	9,17 ± 1,09	0,84	9,70

<sup>1</sup> CV= Coeficiente de Variação.

Resultados expressos como média ± desvio padrão ( $n = 3$ ) ou <sup>2</sup> ( $n = 5$ ).

Médias seguidas de letras diferentes sobrescritas na mesma linha representam diferença significativa entre as amostras ( $p < 0,05$ ).

Os resultados de lipídios, pH, acidez titulável, a<sub>w</sub> e o perfil instrumental de textura não apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ), para as formulações avaliadas (Tabela 3). Cabe mencionar que a amostra de farinha de semente de uva orgânica (FSU) utilizada neste estudo é comercializada com a remoção de lipídios, o que refletiu nos resultados observados. A

acidez titulável está de acordo com os teores preconizados pela Legislação Internacional e Nacional vigente (IDF, 1997; MAPA, 2007), que estipula como valores mínimos e máximos, respectivamente, 0,6 e 2,0 g de ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>. A atividade de água ( $a_w$ ), parâmetro importante que está relacionado à conservação e à qualidade do alimento, foi de 0,9912 e 0,9899 para as amostras IFSU e IM, respectivamente, valores próximos ao encontrado para a amostra IC (0,9901, em média).

Os resultados encontrados mencionados acima mantiveram-se dentro do esperado para amostras de iogurte, e corroboram com os valores reportados por Karnopp *et al.* (2017), que encontraram valores médios para proteínas (3,12-3,86 mg 100 g<sup>-1</sup>); cinzas (0,63-0,87 mg 100 g<sup>-1</sup>); lipídios (3,18-6,81 mg 100 g<sup>-1</sup>); acidez titulável (0,61-0,76 g de ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>); pH (4,08-4,29) e atividade de água (0,987-0,990), quando elaboraram iogurte orgânico adicionado de oligofrutose, suco e casca de uva orgânica.

Em relação ao efeito das fibras presentes nas farinhas sobre a textura dos iogurtes, de acordo com Cruz *et al.* (2013) resultando em valores mais expressivos para os parâmetros de dureza e consistência são mais pronunciado em farinhas com elevadas concentrações de fibras solúveis, uma vez que estas podem atuar como estabilizantes, impedindo a mobilidade da água devido à formação de uma rede tridimensional, conectada por pontes de hidrogênio, conferindo ao produto, atributos de textura desejáveis. Neste sentido, o perfil de textura dos iogurtes contendo as farinhas obtidas dos biorresíduos de uva foi similar à do iogurte controle, o que é interessante para o desenvolvimento de um produto inovador, com características similares ao padrão já conhecido pelo consumidor.

Na Tabela 3, observa-se que a adição das farinhas aos iogurtes provocou um aumento no teor de sólidos totais, de cinzas e de proteínas das amostras, sendo que as mesmas apresentaram diferença em relação ao iogurte controle ( $P < 0,05$ ), embora não tenham apresentado diferença entre si ( $P < 0,05$ ). Estes resultados refletem a composição físico-química das farinhas adicionadas, e estão de acordo com o laudo fornecido pela indústria produtora (item 2.1).

Os resultados da análise instrumental de cor foram estatisticamente diferentes entre todas amostras, para a maioria dos dados obtidos (Tabela 3). De acordo com a escala CIE L\*a\*b\* (CIE, 2021), em relação à luminosidade, valores mais próximos de 100, indicam cores mais claras e tendem ao branco, comprovados para o iogurte controle (IC). O oposto indica cores mais escuras, como os valores obtidos para (IM) e (IFSU) (Tabela 3). Considerando a interferência da coloração do produto lácteo (tendendo à cor branca), as coordenadas dos parâmetros de a\* e b\* indicaram valores compatíveis com a coloração das

matérias-primas adicionadas aos iogurtes, ou seja, marrom claro para BSU e bordô escura para BM. Os valores obtidos na análise instrumental de cor das amostras de iogurte foram compatíveis com o pigmento predominante nas farinhas obtidas das cascas e das sementes de uva, demonstrando que houve diferenciação de cores entre as amostras IC, IFSU e IM, o que também pode ser observado visualmente nas fotos das amostras (Tabela 3).

A mistura de farinhas adicionada à formulação da amostra IM era composta por apenas 50% da farinha da casca da uva orgânica. Sabe-se que as antocianinas são os principais pigmentos naturais encontrados nos resíduos da casca da uva, inclusive orgânica (Hass *et al.*, 2018), o que justifica a coloração característica observada para a amostra de iogurte IM. As antocianinas monoméricas estão presentes em quantidades relevantes tanto na matéria-prima quanto no suco de uva orgânico, conforme investigado por Toaldo *et al.* (2013) e Haas *et al.* (2018).

Adicionalmente, de acordo com De Toledo *et al.* (2018), um parâmetro de cor pode ser facilmente alterado pelo pH do iogurte e por compostos coloridos ou parte de suas moléculas, denominados grupos cromóforos. Compostos que contêm o grupo flavan-3-ol possuem um cromóforo conjugado, chamado de flavílium, ou 2-fenilbenzopirílium, os quais tendem a aumentar o valor de  $a^*$ , projetando a tendência das cores para o vermelho. A maior parte dos flavonoides da uva está presente nos biorresíduos da semente e da casca por apresentarem quantidades expressivas de antocianinas (NOGALES-BUENO *et al.*, 2017). Polímeros de catequina-galato e outros flavonoides, foram os compostos mais impactantes nos parâmetros de cor dos iogurtes estudados por Anuyahong *et al.* (2020), compostos que são comumente encontrados em farinhas de sementes de uvas. Estes autores afirmam que o enriquecimento de iogurtes com ingredientes que possuam altos teores de compostos fenólicos contribuem para manter a estabilidade oxidativa da cor nos iogurtes, além de oferecer um aspecto mais atrativo e saudável para o consumidor. Antonic *et al.* (2021), por exemplo, utilizaram a farinha de semente de uva como ingrediente para a fortificação de *waffles*. Estes autores afirmam que a farinha de semente de uva apresenta uma cor marrom, o que está condizente com os resultados aqui apresentados.

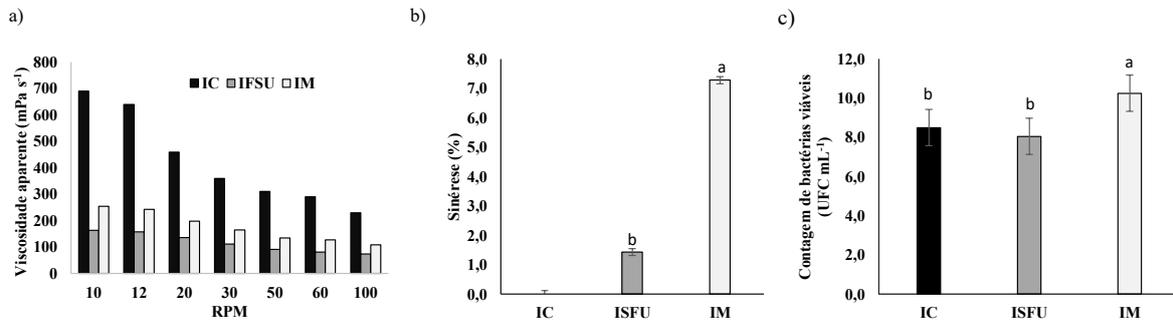
É importante frisar que, no setor alimentício, a coloração dos iogurtes é fator relevante para a aceitação por parte do público consumidor e a adição de ingredientes contendo pigmentos naturais de origem vegetal é uma tendência, inclusive no setor de produtos lácteos funcionais, como já relatado para iogurte desenvolvido com bagaço de uva (*Vitis labrusca* L.) (DEMIRKOL; TARAKCI, 2018) ou arroz de *riceberry* (ANUYAHONG *et al.*, 2020).

Os resultados da caracterização das amostras são indicativos da oportunidade de valorizar a farinha de semente de uva e da mistura desta com farinha de casca de uva mediante adição à formulação de iogurte com composição e características físico-químicas e físicas atrativas.

### 3.2 VISCOSIDADE APARENTE, SINERESE E ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS DE IOGURTE

A viscosidade aparente, a sinerese e a contagem total de bactérias lácteas são parâmetros importantes comumente avaliados em iogurtes e estão apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Resultados de: a) viscosidade aparente ( $\text{mPa s}^{-1}$ ), b) sinerese (%) e c) contagem de bactérias viáveis ( $\text{UFC mL}^{-1}$ ).



Em relação à viscosidade, as amostras de iogurte contendo as farinhas apresentaram uma viscosidade inferior à do iogurte controle, sendo que a menor viscosidade foi observada para a amostra ISFU. Assim, o enriquecimento do iogurte com a FSU provavelmente favoreceu a formação de coágulos mais fracos do que as demais amostras, o que pode estar relacionado à composição das farinhas adicionadas, contendo compostos fenólicos. Nas pesquisas de Anuyahong *et al.* (2020), por exemplo, que estudaram a incorporação de arroz rico em antocianinas em iogurtes, foram observadas interações importantes entre os compostos fenólicos presentes nos biorresíduos e as caseínas do iogurte. Entretanto, estas interações favorecem a formação de complexos solúveis, que podem precipitar com o aumento da velocidade, aumentando a sinerese e diminuindo a viscosidade. Isso pode ser a razão para os resultados de viscosidade obtidos para as amostras de iogurte do presente estudo. Por ser uma interação hidrofóbica entre caseínas e por facilitar a formação de pontes de hidrogênio, a interação entre compostos fenólicos e as caseínas, melhora a estabilidade do gel.

A incorporação das farinhas aos iogurtes aumentou a sinerese das amostras ( $1,43\% \pm 0,23$  para IFSU e  $7,28\% \pm 0,15$  para IM), quando comparadas ao iogurte controle, que não apresentou sinerese (Figura 8). Este efeito pode estar relacionado com a maior acidez (com a redução no valor de pH) encontrada para as amostras contendo as farinhas, especialmente para a amostra IM, indicando assim que, provavelmente, houve uma maior produção de ácidos pelas bactérias, nesta formulação. De acordo com Demirkol e Tarakci, (2018), um iogurte mais ácido tende a liberar mais soro, resultando em maiores valores para a sinerese.

Os valores obtidos para a contagem total de bactérias lácteas dos iogurtes formulados estão de acordo com os limites descritos na legislação tanto brasileira quanto internacional (NORMA FIL 117A:1988; MAPA, 2007), os quais devem apresentar, no mínimo,  $10^7$  UFC  $\text{mL}^{-1}$ . Considerando que o iogurte necessita manter a viabilidade de micro-organismos durante o *shelf life*, os resultados obtidos para a amostra IM podem estar relacionados também com as propriedades funcionais da farinha (FM). Marchiani *et al.* (2016) avaliaram o uso de farinhas de casca obtidas de bagaço de uva das variedades Chardonnay, Moscato e Pinot noir como fontes de compostos polifenólicos na formulação de iogurte. Depois de 21 dias, estes autores reportaram que a contagem de *Streptococcus thermophilus* foi de  $9,33 \log$  UFC  $\text{mL}^{-1}$  no iogurte controle e  $9,20 \log$  UFC  $\text{mL}^{-1}$  nos iogurtes adicionados destas farinhas.

### 3.3 COMPOSIÇÃO FENÓLICA TOTAL (CFT), CAPACIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*, PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E TEOR DE ÁCIDO FUMÁRICO

#### 3.3.1 Caracterização da farinha de semente de uva, e da mistura da farinha de semente de uva com farinha de casca de uva

Na Tabela 4, são apresentados o teor de compostos fenólicos totais, a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos individuais presentes na farinha de semente de uva (FSU) e na mistura desta com a farinha de casca de uva (FM). Destaca-se o alto teor de compostos fenólicos totais (CFT) para as duas amostras, especialmente para a FSU, que foi de  $2070,45 \pm 92,09$  mg GAE  $100 \text{ g}^{-1}$ . A amostra FM apresentou um teor de CFT de  $1408,11 \pm 27,57$  mg GAE  $100 \text{ g}^{-1}$ .

Tabela 4 - Determinação da composição fenólica total (CFT) e da capacidade antioxidante, e estimativa do perfil de compostos fenólicos nas amostras de farinha de semente de uva (FSU) e da mistura contendo 50% de farinha de semente e 50% de farinha de casca de uva (FM).

Parâmetros	Tratamentos	
	(FSU)	(FM)
CFT (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> )*	2070,45 ± 92,09	1408,11 ± 27,57
FRAP (μmol TEAC g <sup>-1</sup> )*	91,87 ± 3,06	70,30 ± 3,96
ABTS (μmol TEAC g <sup>-1</sup> )*	410,23 ± 25,79	257,88 ± 11,85
<b>Perfil de compostos fenólicos*</b>		
<b>(mg kg<sup>-1</sup>)</b>		
<i>Trans</i> -cinâmico	Nd	Nd
Ácido vanílico	Nd	Nd
Ácido protocateico	Nd	Nd
Ácido siríngico	Nd	67,43 ± 1,86
Ácido cumárico	Nd	24,55 ± 0,51
Ácido gálico	Nd	44,03 ± 1,42
Ácido ferúlico	20,28 ± 0,14	37,33 ± 0,05
Ácido cafeico	32,47 ± 0,44	Nd
Epicatequina	Nd	225,30 ± 9,04
Catequina	1,41 ± 0,19	18,04 ± 1,24
Campferol	Nd	Nd
Ácido clorogênico	Nd	Nd
Quercetina	Nd	Nd
Miricetina	Nd	6,32 ± 1,56

\* Resultados expressos como média ± desvio padrão, obtidos por CG-DIC.

Nd = Não detectado.

Os resultados obtidos para a amostra FSU em relação aos CFT foram maiores do que os valores encontrados por Antonic *et al.* (2021). Estes autores identificaram a presença de 558,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, em média, em seu estudo, no qual utilizaram farinhas de sementes de uva não orgânica e de diferentes cultivares, a partir de processos de vinificação, para fortificar alimentos funcionais. Vital *et al.* (2018) determinaram compostos fenólicos em resíduos de suco de uva para suplementação em sorvetes, obtendo um valor de 2336,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, semelhante aos valores encontrados no estudo em epígrafe. Outros pesquisadores avaliaram polifenóis totais de cinco variedades de cascas de bagaço de uva para vinho, e os valores variaram de 1140,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> a 2670,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> (DENG, PENNER & ZHAO, 2011). Há um consenso entre os pesquisadores acima mencionados que o teor total de

fenólicos está intimamente relacionado com o tipo de cultivar, as condições de processamento da matriz alimentar (suco ou vinho), os parâmetros edafoclimáticos (*terroir*), o tempo de maturação e, inclusive, a metodologia utilizada na obtenção dos extratos de biorresíduos de uva.

Neste estudo, a avaliação da capacidade antioxidante indicou que as substâncias extraídas das amostras FSU e FM apresentaram valores mais expressivos na detecção pelo método ABTS (em média, 410,23 e 257,88  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ , respectivamente) do que pelo método FRAP (em média, 91,87 e 70,30  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ , respectivamente), ou seja, as frações extraídas das farinhas transferem mais prótons do que elétrons, em relação à cinética da reação entre o agente redutor (oxidante) e o agente oxidante (radical livre). Abreu *et al.*, (2019) investigaram tanto o teor de compostos fenólicos totais (1063,58 mg GAE 100  $\text{g}^{-1}$ ) quanto a atividade antioxidante da farinha da casca de uva orgânica, para inclusão como ingrediente na elaboração de biscoitos. Os resultados obtidos pelo ensaio ABTS variaram de 167,82 a 259,35  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$  e os valores encontrados através do ensaio FRAP foram de 37,74 a 198,21  $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ .

Em relação aos compostos fenólicos individuais, a amostra FSU apresentou, majoritariamente, o ácido cafeico e o ácido ferúlico. Na amostra FM, foram identificados flavonoides na seguinte ordem decrescente: epicatequina, catequina e miricetina; e os seguintes ácidos fenólicos: siríngico, seguido dos ácidos gálico, ferúlico e cumárico.

Os compostos bioativos normalmente encontrados em biorresíduos da uva orgânica são reconhecidos por seu efeito protetor sobre os processos oxidativos, de forma a combater e/ou eliminar os radicais livres, e evitar efeitos deletérios às células e aos tecidos do corpo humano. Por esta razão, a detecção da atividade antioxidante de coprodutos de frutas é investigada através de diferentes métodos por transferência de prótons (DPPH e ABTS, por exemplo) ou por transferência única de elétrons (FRAP) (SHAHIDI, AMBIGAIPALAN, 2015; CHEN *et al.*, 2020). Os flavonoides, presentes em altas concentrações nas farinhas estudadas, são doadores de hidrogênio e sua capacidade quelante contribui para a formação de metais de boa estabilidade. Este mecanismo de complexação flavonoides-íons metálicos tem sido referenciado como uma nova classe de agentes fitoquímicos terapêuticos ligados, biologicamente, às atividades anti-inflamatórias, antibacterianas, antidiabéticas, antitumorais e antioxidantes (SELVARAJ *et al.*, 2013; ZAMORA, HIDALGO; 2016).

Neste estudo, foram detectados  $15,57 \pm 0,28 \text{ mg Kg}^{-1}$  de ácido fumárico na amostra FSU e  $306,29 \pm 26,50 \text{ mg Kg}^{-1}$  de ácido fumárico na amostra FM. O ácido fumárico é um ácido orgânico, dicarboxílico insaturado, que não é um composto fenólico, mas apresenta

ação antioxidante e forte eliminação de radicais livres. Contribui com vários benefícios à saúde, apresentando efeito anti-inflamatório, quimiopreventivo e imunomodulador (KAUR *et al.*, 2020). É encontrado naturalmente e abundantemente em biorresíduos viníferos, sobretudo nas cascas das uvas, o que está coerente com os resultados obtidos para as farinhas avaliadas.

Cabe salientar que os ácidos tartárico e málico costumam estar presentes, majoritariamente, tanto na matéria-prima quanto em biorresíduos de uva. Porém, para este estudo, o ácido fumárico foi identificado e quantificado devido à disponibilidade deste padrão analítico. Considerou-se importante investigar os teores deste ácido orgânico, visto que pesquisas recentes afirmam que o mesmo apresenta destacada ação antioxidante como precursor em vias metabólicas e no combate ao estresse oxidativo, causando impactos positivos na saúde humana (JADEJA; POWELL; MARTIN, 2020; KAUR *et al.*, 2020).

### 3.3.2 Caracterização das amostras de iogurte

Na Tabela 5, é possível verificar o teor de compostos fenólicos totais, a capacidade antioxidante *in vitro* e o perfil de compostos fenólicos presentes nas amostras de iogurte controle e de iogurte elaborado com as farinhas de uva.

Tabela 5 - Determinação da composição fenólica total (CFT) e da capacidade antioxidante *in vitro*, estimativa do perfil de compostos fenólicos das amostras de iogurte controle (IC), e de iogurte contendo a farinha de semente de uva (IFSU) e a mistura contendo 50% de farinha de semente e 50% de farinha de casca de uva (IM).

Parâmetros	Tratamentos			Valor p	CV
	IC	IFSU	IM		
CFT (mg GAE g <sup>-1</sup> ) *	3,20 ± 0,33 <sup>b</sup>	18,80 ± 1,06 <sup>a</sup>	19,51 ± 1,22 <sup>a</sup>	<0,0001	6,576
FRAP (μmol TEAC g <sup>-1</sup> )*	0,00 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,61 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,78 ± 0,01 <sup>a</sup>	<0,0001	1,90
ABTS (μmol TEAC g <sup>-1</sup> )*	0,25 ± 0,016 <sup>b</sup>	3,66 ± 0,63 <sup>a</sup>	2,92 ± 0,15 <sup>a</sup>	<0,0001	16,37
Perfil de compostos fenólicos (mg kg <sup>-1</sup> )					
<i>Trans</i> -cinâmico	Nd	Nd	Nd		
Ácido vanílico	Nd	Nd	Nd		
Ácido protocateico	Nd	Nd	Nd		

Ácido siríngico	Nd	Nd	Nd		
Ácido cumárico	Nd	0,24 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,13	10,01
Ácido gálico	Nd	6,49 ± 1,77	0,40 ± 0,04	0,04	36,23
Ácido ferúlico	Nd	0,24 ± 0,01	Nd		
Ácido cafeico	Nd	0,08 ± 0,002	Nd		
Epicatequina	Nd	Nd	Nd		
Catequina	Nd	Nd	Nd		
Campferol	Nd	Nd	Nd		
Ácido clorogênico	Nd	Nd	Nd		
Quercetina	Nd	Nd	Nd		
Miricetina	Nd	Nd	Nd		

\* Resultados expressos como Média ± Desvio Padrão de 6 repetições da análise. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

Nd = Não detectado.

Uma primeira observação importante demonstra que as amostras dos iogurtes contendo as farinhas apresentaram teor de compostos fenólicos médio de 18,79 mg GAE g<sup>-1</sup> para IFSU e 19,509 mg GAE g<sup>-1</sup> para IM, sendo estes valores superiores ao verificado para a amostra controle, IC (3,199 mg GAE g<sup>-1</sup>). Estes resultados estão relacionados à composição das farinhas usadas (Tabela 4).

Cabe mencionar que ambas as amostras de iogurte IFSU e IM apresentaram teores de CFT superiores ao da formulação controle (IC), apesar da incorporação de apenas 3% de farinhas às amostras de iogurte, reforçando ainda mais a importância da adição destes ingredientes na elaboração de derivados lácteos funcionais. Sabe-se que bioprodutos de uva (e também de romã), oriundos da biorrefinaria de segunda geração, apresentam teor de compostos fenólicos totais maiores do que os encontrados em outras frutas e vegetais (TRIGO *et al.*, 2020).

Os resultados obtidos para a capacidade antioxidante, pelo método FRAP, apresentaram diferença significativa entre as amostras analisadas. A amostra IM (0,78 μmol TEAC g<sup>-1</sup>) exibiu uma capacidade antioxidante 22,12% maior do que a amostra IFSU (0,61 μmol TEAC g<sup>-1</sup>). A amostra controle não apresentou atividade antioxidante pelo método de FRAP. Em relação aos resultados determinados através do método da inibição do radical ABTS, por sua vez, não houve diferença significativa entre as amostras de iogurte, porém, ambas diferiram significativamente em relação ao iogurte controle. Essa diferença pode estar relacionada à

concentração de compostos fenólicos totais e à capacidade antioxidante detectadas nas amostras de farinhas (IM e IFSU) (Tabela 4).

Estudo reportado na literatura também indicou que a capacidade antioxidante dos iogurtes aumentou significativamente quando houve a adição de farinha de casca de uva (MARCHIANI *et al.*, 2016). A presença de compostos fenólicos e a detecção de capacidade antioxidante pelo método de ABTS na amostra de iogurte controle (IC) (Tabela 3), podem ser devidas a uma provável presença de fitoquímicos no leite, em função da possível inclusão de ingredientes de origem vegetal na dieta das vacas, como já relatado após o uso de silagem de resíduo de uva na dieta de vacas primíparas holandesas (SANTOS *et al.*, 2014) ou acácia amarela (*Vachellia farnesiana*) em leite de cabra (DELGADILLO-PUGA *et al.*, 2019). Em relação aos compostos fenólicos individuais, no iogurte tanto da semente (IFSU) quanto da mistura (IM), foram identificados o ácido gálico (majoritário) e também o ácido cumárico. Os ácidos ferúlico e cafeico foram detectados apenas na amostra IFSU. A amostra IFSU exibiu maiores valores de concentração de compostos fenólicos, especialmente o ácido gálico, do que a IM.

Observou-se também que o ácido fumárico (AF) foi detectado em maior quantidade na amostra IM ( $0,12 \pm 0,01 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) enquanto o teor obtido para a amostra IFSU foi de  $0,07 \pm 0,006 \text{ mg Kg}^{-1}$ , consolidando a ideia de que estes compostos são mais abundantes na farinha obtida das cascas, de acordo com os resultados da Tabela 3. As recentes pesquisas farmacológicas de Jadeja, Powell e Martin (2020) avaliaram mecanismos de ação de derivados de ácido fumárico como principal metabólito ativo nos estudos relativos à absorção gastrointestinal em resposta à prevenção de doenças com envolvimento de inflamação e estresse oxidativo.

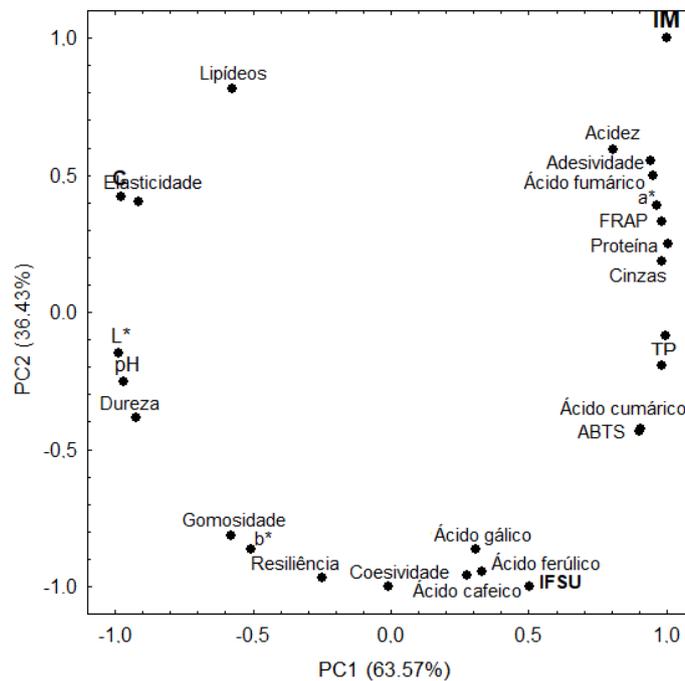
Neste estudo, observaram-se diferenças no teor de compostos fenólicos totais e individuais entre as amostras de iogurte, sendo que esta composição não foi condizente com a composição das farinhas utilizadas como ingrediente. Estas diferenças podem ter sido devidas à formação ou à liberação de complexos proteínas-fenólicos presentes nas farinhas, durante a etapa de fermentação para a elaboração do iogurte. Estas transformações podem ter sido catalisadas pelas enzimas produzidas pelos micro-organismos utilizados na fermentação, interferindo, assim, nas interações das proteínas com outras substâncias presentes no meio, inclusive com os fenólicos. As interações proteínas-fenólicos são afetadas pelo pH do meio, e afetam as propriedades estruturais, funcionais e nutricionais tanto das proteínas quanto dos compostos fenólicos (SHAHIDI, AMBIGAIPALAN, 2015; SHAHIDI, SENADHEERA, 2018).

Os resultados verificados indicam que as amostras de iogurte adicionadas de farinhas de uva apresentaram um potencial bioativo, que pode ser atribuído ao perfil fenólico destes ingredientes provenientes de biorresíduos desta fruta.

### 3.4 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada para obter informações adicionais sobre a influência das variáveis analisadas em relação ao iogurte controle e iogurte enriquecido com farinhas de semente e casca de uva (Figura 9). As técnicas multivariadas têm sido utilizadas para explicar a diferenciação entre as amostras, além de obter mais informações sobre as variáveis que mais influenciam as semelhanças e diferenças amostrais.

Figura 9 - Análise de componentes principais das propriedades físico-químicas, polifenóis individuais, polifenóis totais, capacidade antioxidante, parâmetros de textura e cor do iogurte controle e iogurte enriquecido com farinha de semente de uva (IFSU) e mistura.



As diferenças na composição química dos iogurtes formulados com farinhas foram evidentes a partir das cargas e plotagens de pontuação obtidas pelo PCA. Os componentes principais (PC1 x PC2) explicaram 100% da variabilidade dos dados. O primeiro componente explicou 63,57% (PC1) e o segundo componente explicou 36,43% (PC2) da dispersão total. O PC1 sugere que a amostra IFSU tem uma forte associação com a maioria dos polifenóis individuais (ácido gálico, ácido cumárico, ácido ferúlico e ácido cafeico), com o perfil de

textura (coesividade, resiliência, gomosidade e dureza), com os polifenóis totais, com a capacidade antioxidante (método ABTS) e também com os parâmetros de cor ( $L^*$  e  $b^*$ ). O PC2 sugere que a amostra IM tem uma forte associação com a maioria dos parâmetros físico-químicos, como acidez, proteínas e cinzas. Parâmetros de textura e atividade antioxidante, como adesividade e capacidade antioxidante (método FRAP), também têm forte associação com a amostra IM. Já os parâmetros de elasticidade e lipídios estão fortemente associados com o iogurte controle. No geral, a análise de PCA classificou as amostras de iogurte quanto à composição química, às propriedades físicas e físico-químicas, sendo que as associações encontradas pela análise multivariada revelaram que a amostra controle e as formulações contendo farinha apresentaram distinções no perfil fenólico, na análise dos parâmetros do perfil de textura, nos parâmetros de cor, nos parâmetros físico-químicos e na capacidade antioxidante. Isso é importante, porque esses achados diferenciam as formulações suplementadas com as farinhas e o iogurte controle, em relação a sua composição química.

A pesquisa realizada por Toaldo *et al.* (2015) aplicou PCA para determinar a associação de compostos fenólicos, os minerais e a influência da ingestão de sucos de uva em biomarcadores de peroxidação lipídica. Os dois componentes explicaram 100% da variância total, sendo 83,60% para PC1 e 16,40% para PC2. No estudo citado, foram associadas, de maneira interessante, muitas classes fenólicas ao suco de uva orgânico, quando as mesmas foram comparadas ao suco de uva convencional.

Por fim, os resultados obtidos demonstraram ineditamente que a maioria dos compostos fenólicos individuais está agrupada ao iogurte formulado com a farinha de semente de uva e com a mistura desta com a farinha de casca de uva, visto que a PCA revelou o agrupamento das amostras de acordo com a formulação de iogurte.

## 4 CONCLUSÃO

A adição da farinha de semente de uva e da mistura desta com a farinha de casca de uva orgânica influenciou a composição química e propriedades físico-químicas dos iogurtes.

A amostra de iogurte contendo apenas 3% (em massa) de farinha de semente de uva destacou-se em relação às demais quanto ao potencial bioativo, em função da presença de compostos fenólicos totais e de alguns fenólicos individuais, tendo apresentado maior capacidade antioxidante pelo método de ABTS.

Este estudo é pioneiro no desenvolvimento de um iogurte suplementado com um “blend” de biorresíduos oriundos da viticultura sustentável, no qual foi comprovada a presença de ácidos fenólicos de elevada capacidade antioxidante. As propriedades tecnológicas e de textura do produto final também merecem destaque, uma vez que apresentaram resultados adequados quanto aos atributos avaliados, o que indica a viabilidade de elaboração de produtos lácteos com características funcionais relevantes.

Finalmente, foi possível valorizar farinhas obtidas de biorresíduos da cultivar *Vitis labrusca* L. mediante a adição à formulação de um derivado lácteo fermentado funcional, contendo compostos fenólicos e capacidade antioxidante, o que se enquadra em uma tendência de consumo de produtos nutricionalmente atrativos e com apelo “*clean label*”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Protagonizando rotinas desafiadoras a partir do enfrentamento de um cenário pandêmico, que gerou a interrupção de experimentos laboratoriais e de avaliações por métodos instrumentais analíticos, inicialmente almejados para esta pesquisa, pode-se afirmar que os objetivos propostos foram alcançados com êxito.

Neste estudo, foi possível elaborar diferentes formulações de iogurte e submetê-las à avaliação da composição proximal e de outros parâmetros físico-químicos, bem como de suas propriedades tecnológicas e do perfil instrumental de textura. A quantificação do teor de polifenóis totais, da capacidade antioxidante e do perfil de compostos fenólicos tanto dos biorresíduos quanto dos iogurtes, demonstrou que estes alimentos são ricos em polifenóis bioativos, de variadas classes fenólicas, principalmente flavonoides, que também foram identificados nas amostras de iogurte.

A inclusão dos biorresíduos da cultivar *Vitis labrusca* L. a um produto lácteo foi destacada pela presença de ácidos fenólicos com atividade antioxidante potencializada. Foi possível obter um produto com características influenciadas pelas farinhas utilizadas nas formulações, cujo teor fibroso provavelmente também apresentou um efeito sobre as propriedades dos iogurtes elaborados.

Evidências relatadas na literatura, em especial com testes “*in vitro*” e “*in vivo*”, têm demonstrado que biorresíduos de uva apresentam um mecanismo de complexação flavonoides-íons metálicos, os quais têm sido referenciados como uma nova classe de agentes fitoquímicos terapêuticos, com efeitos biológicos, ligados às atividades antidiabéticas, antitumorais e de alta capacidade antioxidante. Por esta razão, comprovadamente, estes biorresíduos de uva, quando adicionados a derivados lácteos e outros alimentos como ingrediente alimentar, podem contribuir também para a redução do risco de desenvolvimento de patologias, com ação anti-inflamatória, anticarcinogênica, hipolipidêmica e antibacteriana; além da prevenção de doenças cardiovasculares.

A extração e quantificação de antioxidantes naturais tem sido um desafio para a comunidade científica, no sentido de comprovar os benefícios à saúde humana através do estudo detalhado desses compostos bioativos associados a matrizes fibrosas presente em uvas e derivados, impulsionado por um requerimento do mercado em expandir e diversificar linhas de pesquisa de alimentos funcionais.

Quando se fala em consumo saudável e consciente, a exploração e utilização integral dos biorresíduos como ingredientes naturais com apelo “*clean label*” se encaixa perfeitamente nesta tendência nutricional inovadora.

Diante do exposto, os iogurtes enriquecidos com biorresíduos oriundos da viticultura sustentável pressupõem um produto alimentício tecnologicamente viável, com composição bioativa e fisico-química atrativas, resultando em produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais e aceitação consciente por parte do público consumidor.

Recomenda-se a ampliação de pesquisas com biorresíduos vitícolas, como potenciais ingredientes funcionais, respeitando os preceitos de sustentabilidade, com vistas a futuras aplicações na indústria alimentícia. Desta forma, abre-se a possibilidade de oferta de uma nova cadeia de produtos nutricionalmente saudáveis que valorize a agricultura familiar e a preservação ao meio ambiente, o que viabiliza o lançamento de formulações lácteas diferenciadas no mercado mundial, a partir do enriquecimento de iogurtes à base de biorresíduos de uva subexplorados.

## REFERÊNCIAS

ABRASCO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. **Dossiê Científico contra Pacote de Veneno e a favor da Política Nacional de Redução de Agrotóxicos.** Disponível em: <>. Acesso em 28 set. 2018.

ABREU, J.; QUINTINO, I.; PASCOAL, G.; POSTINGHER, B.; CADENA, R.; TEODORO, A. Antioxidant capacity, phenolic compound content and sensory properties of cookies produced from organic grape peel (*Vitis labrusca*) flour. **International Journal of Food Science & Technology**, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA atualiza lista de alegações de propriedades funcionais e de saúde. 2016. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-atualiza-lista-de-alegacoes-de-propriedades-funcionais-e-de-saude/219201?inheritRedirect=false)>. Acesso em: 22 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. Resolução nº 19 de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. [S.l.: s.n.]: 1999c. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI1MQ%2C%2C>>. Acesso em: 19 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999. [S.l.: s.n.]: 1999a. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398\\_30\\_04\\_1999.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/prt0398_30_04_1999.html)>. Acesso em: 19 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. [S.l.: s.n.]: 2018. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC\\_243\\_2018\\_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15)>. Acesso em: 19 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 18 de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. [S.l.: s.n.]: 1999b. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0OQ%2C%2C>>. Acesso em: 19 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde. [S.l.:s.n.]: 2002. Disponível em: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI1Mw%2C%2C> Acesso em: 19 out. 2018.

AMATAYAKUL, T.; HALMOS, A. L.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. **International Dairy Journal**, 2006.

ANTONIC, B., DORDEVIC, D., JANCIKOVA, S., HOLECKOVA, D., TREMLOVA, B., & KULAWIK, P. Effect of Grape Seed Flour on the Antioxidant Profile, Textural and Sensory Properties of Waffles. **Processes**. 2021.

ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, Benno Bernardo Kist... *et al.* 88 p., 2018.

ANUYAHONG, T., CHUSAK, C., & ADISAKWATTANA, S. Incorporation of anthocyanin-rich riceberry rice in yogurts: Effect on physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion. **LWT**, v. 129, p. 109571, 2020.

Association of Official Analytical Chemists AOAC. Official methods of Analysis (19th ed.). Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2012.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; SIDDIQUI, M. W.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.

AYOUB, M.; DE CAMARGO, A. C.; SHAHIDI, F. Antioxidants and bioactivities of free, esterified and insoluble-bound phenolics from berry seed meals. **Food Chemistry**, v. 197, p. 221-232, 2016.

BABBAR, N., OBEROI, H. S., & SANDHU, S. K. Therapeutic and nutraceutical potential of bioactive compounds extracted from fruit residues. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2015.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BAPTISTA, C. O.; MANTELLI, J. A Produção de alimentos de base agroecológica no município do Rio Grande-RS. *Revista Eletrônica de Diálogo e Divulgação em Geografia*, v. 1, n. 8, 2018.

BARROS, H. D. F. Q. *et al.* Produtos lácteos funcionais. *In*: CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C.A. F.; CORASSIN, C. H. **Processamento de produtos lácteos**: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, p.271 -294. (Coleção Lácteos, v. 3).

BENDER, A. B. B.; LUVIELMO, M. M.; LOUREIRO, B. B.; SPERONI, C. S.; BOLIGON, A. A.; SILVA, L. P.; PENNA, N. G. Obtention and characterization of grape skin flour and its use in an extruded snack. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, n. 10, p. 1–10, 2016.

BENZIE, I. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical biochemistry**, v. 239, n.1, p. 70-76, 1996.

BEZERRA, J. R. M. V. (Coord.). **Introdução à tecnologia de leite e derivados**. Guarapuava: Unicentro, 2011.

BISWAS, A. K. *et al.* Influence of novel bioactive compounds from selected fruit by-products and plant materials on the quality and storability of microwave assisted cooked poultry meat wafer during ambient temperature storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, p. 727-733, 2015.

BORGES, V. C. Alimentos funcionais: prebióticos, probióticos, fitoquímicos e simbióticos. *In*: WAITZBERG, DL. **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

BRAGA, A. C. C., NETO, E. F. A., & VILHENA, M. D. J. V. Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão (*Garcinia mangostana* L.). **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 77-84, 2012.

BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 outubro 2007, sec. 1, p. 4. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/instru%C3%87%C3%83o-normativa-n%C2%BA-46-de-23-de-outubro-de-2007.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria Nº 52, de 15 de março de 2021. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 mar. 2021.

CABIDDU, A.; CONTINI, S.; GALLO, A.; LUCINI, L.; BANI, P.; DECANDIA, M.; ... SULAS, L. In vitro fermentation of cardoon seed press cake-A valuable byproduct from biorefinery as a novel supplement for small ruminants. **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 420-427, 2019.

CABIDDU, Andrea et al. In vitro fermentation of cardoon seed press cake-A valuable byproduct from biorefinery as a novel supplement for small ruminants. *Industrial Crops and Products*,

CALEJA, C.; BARROS, L.; ANTONIO, A. L.; CIRIC, A.; BARREIRA, J. C.; SOKOVIC, M.; OLIVEIRA, M. B. P.P.; SANTOS-BUELGA, C.; FERREIRA, I. C. F. R. Development of a functional dairy food: Exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.). **Journal of functional foods**, v. 16, p. 114-124, 2015.

CANTERI, M. H. G.; PETKOWICZ, C. L. O.; WOSIACKI, G. Extração de pectina de rejeitos de frutos: Métodos de análise e caracterização. *In*: GRANATO, D.; NUNES, D.S. **Análises químicas, propriedades funcionais e controle da qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórico-prática**, 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2016, p. 247-269.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. 24p. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CARNEIRO, F. F. (Org.). **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde - Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624 p.

CHEN, J., YANG, J., MA, L., LI, J., SHAHZAD, N., KIM, C. K. Structure-antioxidant activity relationship of methoxy, phenolic hydroxyl, and carboxylic acid groups of phenolic acids. **Scientific reports**, v. 10, n.1, p. 1-9. 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Ed. da UFLA, 783p., 2005

CIE - COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. Disponível em: < <http://www.cie.co.at/> >. Acesso em: 10 Jan 2021.

CORTELL, J.M.; KENNEDY, J.A. effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) Pinot Noir fruit and extraction in a model system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 54, 8510-8520, 2006.

- CRUZ, A. G.; CAVALCANTI, R. N.; GUERREIRO, L. M. R.; SANT'ANA, A. S.; NOGUEIRA, L. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; ... BOLINI, H. M. A. Developing a prebiotic yogurt: Rheological, physico-chemical and microbiological aspects and adequacy of survival analysis methodology. **Journal of food engineering**, v. 114, n. 3, p. 323-330, 2013.
- DA SILVA, B. V.; BARREIRA, J.C.M; OLIVEIRA, M. B. P.P. Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 50, p. 144-158, 2016.
- DAHIYA, S.; KUMAR, A. N.; SRAVAN, J. S.; CHATTERJEE, S.; SARKAR, O.; MOHAN, S. V. Food waste biorefinery: Sustainable strategy for circular bioeconomy. **Bioresource technology**, v. 248, p. 2-12. 2018.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, p.585-608, 2010.
- DE OLIVEIRA, W. P., BIASOTO, A. C. T., MARQUES, V. F., DOS SANTOS, I. M., MAGALHÃES, K., CORREA, L. C., & SHAHIDI, F. Phenolics from Winemaking By-Products Better Decrease VLDL-Cholesterol and Triacylglycerol Levels than Those of Red Wine in Wistar Rats. **Journal of food science**, v. 82, n. 10, p. 2432-2437, 2017.
- DE TOLEDO, N. M. V., DE CAMARGO, A. C., RAMOS, P. B. M., BUTTON, D. C., GRANATO, D., & CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Potentials and pitfalls on the use of passion fruit by-products in drinkable yogurt: Physicochemical, technological, microbiological, and sensory aspects. **Beverages**, v. 4, n. 3, p.47, 2018.
- DELGADILLO-PUGA, C.; CUCHILLO-HILARIO, M.; LEÓN-ORTIZ, L.; RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, A.; CABIDDU, A.; NAVARRO-OCAÑA, A. *et al.* Goats' feeding supplementation with acacia farnesiana pods and their relationship with milk composition: fatty acids, polyphenols, and antioxidant activity. **Animals**, v. 9, n. 8, p. 515, 2019.
- DEMIRKOL, M.; TARAKCI, Z. Effect of grape (*Vitis labrusca* L.) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yoghurt. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 770-777, 2018.
- DENG, Q.; PENNER, M. H.; ZHAO, Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2712-2720, 2011.
- DI RENZO, L.; GUALTIERI, P.; PIVARI, F.; SOLDATI, L.; ATTINÀ, A; CINELLI, G., ... DE LORENZO, A. Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. **Journal of translational medicine**, v.18, p. 1-15, 2020.
- DOSHI, P.; ADSULE, P.; BANERJEE, K.; OULKAR, D. Phenolic compounds, antioxidant activity and insulinotropic effect of extracts prepared from grape (*Vitis vinifera* L) byproducts. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 1, p. 181-190, 2015.
- DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; CASTRO FILHO, M. N. D.; NEVES, B. R., MORAIS, O. M.; VASCONCELOS, R. C. D. Caracterização morfológica de frutos de goiaba orgânica. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília: D F., v. 13, n. 1, 2018.
- EMBRAPA (2020). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: < <http://www.embrapa.br> > Embrapa debate impactos da COVID-19 na fruticultura tropical. Acesso em: 10 julho 2021.
- ESPADA-BELLIDO, E.; FERREIRO-GONZÁLEZ, M.; CARRERA, C.; PALMA, M., BARROSO, C. G.; BARBERO, G. F. Optimization of the ultrasound-assisted extraction of

anthocyanins and total phenolic compounds in mulberry (*Morus nigra*) pulp. **Food chemistry**, v. 219, p. 23-32, 2017.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2019). FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare> Accessed 19 Dec 2019.

FAOSTAT. Disponível em: <[http:// faostat3.fao.org/home/E](http://faostat3.fao.org/home/E)>. Acesso em: 04 ago. 2018.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; PÉREZ-GÁLVEZ, A.. *In vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. **Nutrition research**, v. 29, n. 11, p. 751-760, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZACION OF THE UNITED NATIONS (FAO) – Disponível em <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2017/en/>. Acesso em> 04 ago. 2019.

FRITZEN-FREIRE, C.B., *et al.* Bebidas lácteas. *In: Processamento de produtos lácteos: Queijos, Leites Fermentados, Bebidas Lácteas, Sorvete, Manteiga, Creme de Leite, Doce de Leite, Soro em Pó e Lácteos Funcionais.* 1 ed.- Rio de Janeiro: Elsevier, v. 3, p.195-218., 2017.

GALLI, J. A.; TIVELLI, S. W. **Como produzir goiaba orgânica?** - Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, 2017. 87 p.

GALLINA, D. A. *et al.* Caracterização de bebida obtida a partir de leite fermentado simbiótico adicionado de polpa de goiaba e avaliação da viabilidade das bifidobactérias. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Campinas, n.386, p.45-54, mai-jun. 2012.

GIADA, M. D. L. R. Food phenolic compounds: main classes, sources and their antioxidant power. *Oxidative stress and chronic degenerative diseases-A role for antioxidants*, v. 2013, p. 87-112, 2013.

GIBSON, G. R., HUTKINS, R., SANDERS, M. E., PRESCOTT, S. L., REIMER, R. A., SALMINEN, S. J., SCOTT, K., STANTON, C., SWANSON, K.S., CANI, P.D, VERBEKE, K., & REID, G. Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.**, 14, 491–502. 2017.

GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 253 p

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 3 Ed., 2008. 368 p.

GRANATO, D. Determinação de compostos fenólicos majoritários em alimentos e extratos vegetais: orto-difenólicos, flavonoides totais, antocianinas, proantocianidinas e flavonóis totais. *In: GRANATO, D.; NUNES, D.S. Análises químicas, propriedades funcionais e controle da qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórico-prática*, 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, p. 191-237, 2016.

GRUZ, A. P. G.; SOUSA, C. G. S.; TORRES, A. G., FREITAS, S. P.; CABRAL, L. M. C. Recuperação de compostos bioativos a partir do bagaço de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1147-1157, 2013.

GUENTHER, Mariana. Como será o amanhã? O mundo pós-pandemia. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 4, p. 31-44, 2020.

- HAAS, I. C. S., TOALDO, I. M., BURIN, V. M., & BORDIGNON-LUIZ, M. T. Extraction optimization for polyphenolic profiling and bioactive enrichment of extractives of non-pomace residue from grape processing. **Industrial Crops and Products**, 112, 593-601. 2018.
- HAAS, I. C. S., TOALDO, I. M., GOMES, T. M., LUNA, A. S., DE GOIS, J. S., & BORDIGNON-LUIZ, M. T. Polyphenolic profile, macro-and microelements in bioaccessible fractions of grape juice sediment using in vitro gastrointestinal simulation. **Food bioscience**, 27, 66-74, 2019.
- HAYTA, M., ÖZUĞUR, G., ETGÜ, H., & ŞEKER, İ. T. Effect of Grape (*Vitis Vinifera* L.) Pomace on the Quality, Total Phenolic Content and Anti-Radical Activity of Bread. **Journal of food processing and preservation**, 38(3), 980-986. 2014.
- HEINONEN, I. M.; MEYER, A. S.; FRANKEL, E. N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4107-4112, 1998.
- HENZ, G. P.; PORPINO, G. Food losses and waste: how Brazil is facing this global challenge. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 472-482, 2017.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção. Agrícola . Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: Junho 2020.
- IDF. (1997) Milk and milk-based products – Enumeration of coagulase-positive staphylococci – Most probable number technique. In: **Bulletin of International Dairy Federation**. Brussels n.145 A, p.5.[doi.org/10.1590/S0102-09352007000100044](https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000100044)
- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE. **Dicionário de Ciências e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo; Roca, 2008. 525p
- ISHIMOTO, E. Y., VICENTE, S. J. V., CRUZ, R. J., & TORRES, E. A. F. D. S. Hypolipidemic and antioxidant effects of grape processing by-products in high-fat/cholesterol diet-induced hyperlipidemic hamsters. **Food Science and Technology**, 40, 558-567. 2020.
- JADEJA, R. N.; POWELL, F. L.; MARTIN, P. M. Repurposing fumaric acid esters to treat conditions of oxidative stress and inflammation: A promising emerging approach with broad potential. In: **Drug Repurposing-Hypothesis, Molecular Aspects and Therapeutic Applications**. IntechOpen, 2020.
- JRAD, Z.; OUSSAIEF, O.; BOUHEMDA, T.; KHORCHANI, T.; EL-HATMI, H. Potential effects of ultrafiltration process and date powder on textural, sensory, bacterial viability, antioxidant properties and phenolic profile of dromedary Greek yogurt. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 3, p. 854-861, 2019.
- KARNOPP, A. R.; FIGUEROA, A. M.; LOS, P. R.; TELES, J. C., ROSANA, D.; SIMÕES, S.; BARANA, A.C.; KUBIAKI, F.T.; OLIVEIRA, J. G. B.; GRANATO, D. Effects of whole-wheat flour and bordeaux grape pomace (*Vitis labrusca* L.) on the sensory, physicochemical and functional properties of cookies. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 4, p. 750–756. 2015.
- KARNOPP, A. R.; OLIVEIRA, K. G.; DE ANDRADE, E. F.; POSTINGHER, B. M.; GRANATO, D. Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives. **Food Chemistry**, v. 233, p. 401-411, 2017.
- KAUR, G.; SHIVANANDAPPA, T. B.; KUMAR, M.; KUSHWAH, A. S. Fumaric acid protect the cadmium-induced hepatotoxicity in rats: owing to its antioxidant, anti-

inflammatory action and aid in recast the liver function. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, v. 393, p. 1911-1920, 2020.

LERAYER, A. L. S. *et al.* **Culturas Lácticas e Probióticas**: Identificação, classificação, detecção e aplicação tecnológica. In: Tecnologia de produtos lácteos funcionais, p. 125-186, 2009.

LOPES, N. P.; GOBBO NETO, L. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 374-38, 2007.

LUCARINI, M.; DURAZZO, A.; ROMANI, A.; CAMPO, M.; LOMBARDI-BOCCIA, G.; CECCHINI F. Bio-based compounds from grape seeds: A biorefinery approach. *Molecules*, v. 23, n.8, p. 1888, 2018.

MARCHIANI, R.; BERTOLINO, M.; BELVISO, S.; GIORDANO, M.; GHIRARDELLO, D.; TORRI, L.; ... ZEPPA, G. Yogurt enrichment with grape pomace: Effect of grape cultivar on physicochemical, microbiological and sensory properties. *Journal of Food Quality*, v. 39, n. 2, 77-89, 2016.

MARZE, S. Bioaccessibility of lipophilic micro-constituents from a lipid emulsion. *Food & function*, v. 6, n. 10, p. 3218-3227, 2015.

MELLO, L. M. R. De; MACHADO, C. A. E. Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul: 2013-2015. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2013-2015/dados/home.html> Acesso em: 05 jul. 2021

MELLO, L. M. R. De; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2019. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. (Comunicado Técnico). 214, 21 p., julho, 2020. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215377/1/COMUNICADO-TECNICO-214-Publica-602-versao-2020-08-14.pdf>. Acesso em 05 jul. 2021

MINEKUS, M.; ALMINGER, M.; ALVITO, P.; BALLANCE, S.; BOHN, T. O. R. S. T. E. N.; BOURLIEU, C.; ... BRODKORB, A. A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & function*, v. 5, n. 6, p. 1113-1124, 2014.

NOGALES-BUENO, J.; BACA-BOCANEGRA, B.; JARA-PALACIOS, M. J.; HERNÁNDEZ-HIERRO, J. M.; HEREDIA, F. J. Evaluation of the influence of white grape seed extracts as copigment sources on the anthocyanin extraction from grape skins previously classified by near infrared hyperspectral tools. *Food chemistry*, v. 221, p. 1685-1690, 2017.

NUNES, D. S.; BESTEN, M. A. Análise Qualitativa de metabólitos secundários de vegetais. In: GRANATO, D.; NUNES, D.S. **Análises químicas, propriedades funcionais e controle da qualidade de alimentos e bebidas**: uma abordagem teórico-prática, 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, p. 3-26, 2016.

OLIVEIRA, D. M.; MARQUES, D. R.; KWIATKOWSKI, A.; MONTEIRO, A. R. G.; CLEMENTE, E. Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched with grape peel and seed flour. *Acta Scientiarum Technology*, v. 35, n. 3, p. 427-431, 2013.

OLIVEIRA, M. N. **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu Editora. 2009. 384p.

OLIVEIRA, M.N. *et al.* Leites fermentados. In: **Processamento de produtos lácteos**: Queijos, Leites Fermentados, Bebidas Lácteas, Sorvete, Manteiga, Creme de Leite, Doce de

Leite, Soro em Pó e Lácteos Funcionais. 1 ed.- Rio de Janeiro: Elsevier , v. 3, p.169-195, 2017.

ORDOÑEZ -PEREDA, J. A. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005, 294p.

PALMIERI, B.; SBLENDORIO, V. Oxidative stress detection: what for. **Eur Rev Med Pharmacol Sci**, v. 11, p. 27-54, 2007.

PARITOSH, K., KUSHWAHA, S. K., YADAV, M., PAREEK, N., CHAWADE, A., & VIVEKANAND, V. Food waste to energy: an overview of sustainable approaches for food waste management and nutrient recycling. **BioMed research international**. 2017.

PEREIRA, S.; PARK, E.; MORI, Y.; HABER, C.A; HAN, P.; UCHIDA, T.; GIACCA, A. FFA-induced hepatic insulin resistance in vivo is mediated by PKC $\delta$ , NADPH oxidase, and oxidative stress. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism** , v. 307, n. 1, p. E34-E46, 2014.

PÉREZ, M. J., RODRIGUEZ, I. F., ZAMPINI, I. C., CATTANEO, F., MERCADO, M. I., PONESSA, G., & ISLA, M. I. Prosopis nigra fruits waste characterization, a potential source of functional ingredients for food formulations. **LWT**, v. 132, p. 109828, 2020.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J., DÍAZ-RUBIO, M. E., SAURA-CALIXTO, F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: Occurrence, metabolic fate and health effects. **Nutrition research reviews**, v. 26, n. 2, p. 118-129, 2013.

PÉREZ-MAGARIN, S.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L. Polyphenols and colours variability of red wines made from grapes harvested at diferente ripeness grade. **Food Chemistry**, v. 96, p. 197-208, 2006.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAJN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Braz J Food Technol**, v. 16, n. 1, p.68-72, 2013.

POSTINGHER, B. M. Fluxograma e autorização do uso de imagens disponíveis no site da empresa. [Mensagem profissional]. Mensagens recebidas por [bruna@econatura.com.br](mailto:bruna@econatura.com.br) em 04 de março de 2021.

POSTINGHER, B. M.; TODESCATTO, K. ; FONTANA, R. C. ; DILLON, A. J. P. ; SALVADOR, M. . **Elaboração de farinha a partir de resíduos da produção de suco de uva orgânico**. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramado. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos [recurso eletrônico], 24 a 27 de outubro de 2016. Gramado: SBCTA Regional, 2016.

POZUELO, M. J., AGIS-TORRES, A., HERVERT-HERNÁNDEZ, D., ELVIRA LÓPEZ-OLIVA, M., MUÑOZ-MARTÍNEZ, E., ROTGER, R., & GONI, I. Grape antioxidant dietary fiber stimulates Lactobacillus growth in rat cecum. **Journal of food science**, v. 77, n. 2, p. H59-H62, 2012.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M., & RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, 26(9-10), p.1231-1237, 1999.

ROBAZZA, W.S. (Org.). **Novas Perspectivas na Produção de Alimentos**. Florianópolis: UDESC, 2013. 152 p.

- SÁNCHEZ-TENA, S.; ALCARRAZ-VIZAN, G.; MARIN, S.; TORRES, J. L.; CASCANTE, M. Epicatechin gallate impairs colon cancer cell metabolic productivity. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n. 18, p. 4310-4317, 2013.
- SANTOS, N. W., SANTOS, G. T. D., SILVA-KAZAMA, D. C., GRANDE, P. A., PINTRO, P. M., DE MARCHI, F. E., ... & PETIT, H. V. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, 159, 37-45. 2014.
- SAURA-CALIXTO, F. Concept and health-related properties of nonextractable polyphenols: The missing dietary polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 45, p. 11195-11200, 2012.
- SAURA-CALIXTO, F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 1, p. 43-49, 2011.
- SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: Antioxidants and beyond. **The American Journal Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1, p. 215S-217S, 2005.
- SCOLA, G., KAPPEL, V. D., MOREIRA, J. C. F., DAL-PIZZOL, F., & SALVADOR, M. Antioxidant and anti-inflammatory activities of winery wastes seeds of *Vitis labrusca*. **Ciência Rural**, v. 41, n.7, p. 1233-1238, 2011.
- SELVARAJ, J. D. F.; PAUL, P. M.; JINGLE, I. D. J. Automatic wireless water management system (AWWMS) for smart vineyard irrigation using IoT technology. **International Journal of Oceans and Oceanography**, v. 13, n. 1, p. 211-218, 2019.
- SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. **Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review**. **Journal of functional foods**, v. 18, p. 820-897, 2015.
- SHAHIDI, F.; SENADHEERA, R. **Encyclopedia of Food Chemistry: Protein–Phenol Interactions** Department of Biochemistry, Memorial University of Newfoundland, St. John’s, Newfoundland, Canada. 2018.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v.16, n 3, p. 144-158, 1965.
- SPENCE, J.D. **How to prevent your stroke**. Vanderbilt University Press, 2006.
- STOCKER, R.; KEANEY JR, J. F. Role of oxidative modifications in atherosclerosis. **Physiological reviews**, v. 84, n. 4, p. 1381-1478, 2004.
- THORAT, I. D.; JAGTAP, D. D.; MOHAPATRA, D.; JOSHI, D. C.; SUTAR, R. F. KAPDI, S. S. Antioxidants, their properties, uses in food products and their legal implications. **International Journal of Food Studies**, v. 2, n. 1, 2013.
- TOALDO, I. M., FOGOLARI, O., PIMENTEL, G. C., DE GOIS, J. S., BORGES, D. L., CALIARI, V., BORDIGNON-LUIZ, M. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **LWT-Food Science and Technology**, v. 53, n.1, p. 1-8, 2013.
- TOALDO, I. M.; CRUZ, F. A.; DE LIMA ALVES, T.; DE GOIS, J. S.; BORGES, D. L.; CUNHA, H. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food chemistry**, v.173, p. 527-535, 2015.

- TOMÉ-CARNEIRO, J.; GONZÁLVIZ, M.; LARROSA, M.; GARCÍA-ALMAGRO, F. J.; AVILÉS-PLAZA, F.; PARRA, S.; ... ESPÍN, J. C. Consumption of a grape extract supplement containing resveratrol decreases oxidized LDL and Apo B in patients undergoing primary prevention of cardiovascular disease: A triple-blind, 6-month follow-up, placebo-controlled, randomized trial. **Molecular nutrition & food research** v. 56, n.5, p. 810-821, 2012.
- TRIGO, J. P.; ALEXANDRE, E. M.; SARAIVA, J. A.; PINTADO, M. E. High value-added compounds from fruit and vegetable by-products-Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 8, p 1388-1416, 2020.
- TSAO, R. Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. **Nutrients**, v. 2, n. 12, p. 1231-1246, 2010.
- TSENG, A.; ZHAO, Y. Effect of different drying methods and storage time on the retention of bioactive compounds and antibacterial activity of wine grape pomace (Pinot Noir and Merlot). **Journal of food science**, v. 77, n. 9, p. H192-H201, 2012.
- VAN VLIET, S.; BAIN, J. R.; MUEHLBAUER, M. J.; PROVENZA, F. D.; KRONBERG, S. L.; PIEPER, C. F.; HUFFMAN, K. M. A metabolomics comparison of plant-based meat and grass-fed meat indicates large nutritional differences despite comparable Nutrition Facts panels. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021.
- VENTURA, R. **Mudanças no perfil do consumo no Brasil: principais tendências nos próximos 20 anos**. Macroplan – perspectiva, estratégia e gestão. Agosto, 2011. Disponível em < <http://www.macroplan.com.br/Documentos/ArtigoMacroplan201081>
- VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; DA SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. *In: Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos*. v. 4, n. 1, 2018.
- VIGNINI, A. Stroke and oxidative stress. *In: Oxidative Stress and Free Radical Damage in Neurology*. **Humana Press**, 2011. p. 137-152.
- VITAL, A. C. P., SANTOS, N. W., MATUMOTO-PINTRO, P. T., DA SILVA SCAPIM, M. R., & MADRONA, G. S. Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. **International Journal of Dairy Technology**, 71(1), 183-189. 2018.
- WANG, Shuohang et al. Evidence aggregation for answer re-ranking in open-domain question answering. arXiv preprint arXiv:1711.05116, 2017.
- XU, Y., BURTON, S.; KIM, C.; SISMOUR, E. Phenolic compounds, antioxidant, and antibacterial properties of pomace extracts from four Virginia-grown grape varieties. **Food science & nutrition**, v. 4, n. 1, p. 125-133, 2016.
- YU, J., AHMEDNA, M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 2, p. 221-237, 2013.
- ZABANIOTOU, A.; KAMATEROU, P. Food waste valorization advocating Circular Bioeconomy-A critical review of potentialities and perspectives of spent coffee grounds biorefinery. **Journal of cleaner production**, v. 211, p. 1553-1566, 2019.
- ZAMORA, R.; HIDALGO, F. J. The triple defensive barrier of phenolic compounds against the lipid oxidation-induced damage in food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 54, p. 165-174, 2016.