



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Gabriely Sens May

Aproveitamento da borra de vinho tinto com potencial aplicação em bebida fermentada

Florianópolis

2024

Gabriely Sens May

Aproveitamento da borra de vinho tinto com potencial aplicação em bebida fermentada

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Vivian Maria Burin

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

May, Gabriely Sens

Aproveitamento da borra de vinho tinto com potencial aplicação em bebida fermentada / Gabriely Sens May ; orientadora, Vivian Maria Burin, 2024.

49 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Subproduto da vinificação. 3. Compostos fenólicos. 4. Borra de vinho. 5. Antocianinas. I. Burin, Vivian Maria. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Gabriely Sens May

Aproveitamento da borra de vinho tinto com potencial aplicação em bebida fermentada

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 03 de dezembro de 2024.

Prof.^a Dr.^a Vívian Maria Burin
Coordenador(a) do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Vívian Maria Burin
Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Carlise Beddin Fritzen Freire
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Renata Dias de Mello Castanho Amboni
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha mãe, por sempre me incentivar e sonhar ao meu lado, e por todo carinho nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e por me conceder a sabedoria e resiliência necessária para realizar este trabalho.

Aos meus pais, Fernanda e Neiton, pelo amor, dedicação e apoio constante. Sou eternamente grata por todo o esforço e dedicação em me ajudar a conquistar meus sonhos.

À minha família, pelo amor e paciência durante toda a minha jornada de aprendizado. Em especial aos meus padrinhos, Tatiana e Paulo, que me receberam em sua casa para que eu pudesse seguir meus estudos. Muito obrigada pelo acolhimento, carinho e apoio constante.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Profa. Dra. Vívian Maria Burin, por todo o suporte durante todo o período de graduação, pelo apoio e confiança na realização deste trabalho e pela paciência e disponibilidade para me guiar em momentos de dúvida. Minha mais profunda gratidão!

Ao Instituto Federal de Santa Catarina-IFSC/Urupema, pela elaboração das kombuchas.

Aos membros da banca examinadora, pela aceitação de participar. Suas contribuições serão fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

Minha gratidão à minha amiga e parceira de laboratório, Maiara Bredun, pela paciência, dedicação e apoio durante a realização deste trabalho. Agradeço também pelos conselhos valiosos e por tornar essa jornada mais leve.

Agradeço aos colegas e amigos do Laboratório de Bioquímica de Alimentos da UFSC, pela amizade, pelos conhecimentos compartilhados e pela ajuda prestada na realização deste trabalho.

Às minhas amigas Maria Eduarda, Daniele e Carol, minha gratidão por estarem sempre ao meu lado, oferecendo apoio nos momentos difíceis, celebrando cada pequena conquista e pelo apoio durante todo este trabalho.

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”

(Antoine-Laurent de Lavoisier, 1775)

RESUMO

As borras de vinho tinto são um subproduto do processo de vinificação e são ricas em compostos bioativos, como os polifenóis. Essas substâncias são conhecidas por suas propriedades antioxidantes e potenciais benefícios à saúde, o que fomenta sua aplicação em produtos alimentícios. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição química de kombuchas com adição de borra de vinho tinto. Foram desenvolvidas quatro formulações: uma kombucha base; kombucha com adição de suco de uva integral na concentração de 10% (v/v); e duas formulações com adição de 1% e 3% (m/v) de borra de vinho tinto seca. Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, composição de ácidos orgânicos por HPLC, antocianinas monoméricas totais, polifenóis totais, atividade antioxidante e parâmetros de cor. Os resultados indicaram que as amostras de kombucha com adição de borra de vinho apresentaram composição físico-química consistente com estudos anteriores, sem alterações que comprometessem a sua qualidade, além de atenderem ao parâmetro de pH estabelecido pela legislação brasileira, entre 2,5 e 4,2. A adição de borra de vinho na kombucha resultou em um aumento significativo no teor de polifenóis totais, de 168,45 mg GAE/L na kombucha base para 1857,27 mg GAE/L na bebida com adição de 3% de borra, assim como o aumento do teor de antocianinas, com maior valor para a kombucha com adição de 3 % de borra, que chegou a até 39,30 mg/L, influenciando positivamente a intensidade de cor das amostras. As amostras com adição de borra de vinho também apresentaram maior atividade antioxidante, o qual apresentou correlação com o teor de antocianinas presentes na formulação. O perfil de ácidos orgânicos da kombucha com adição da borra, também demonstrou que a inclusão desse resíduo não afetou negativamente a formação dos ácidos normalmente encontrados. Assim, os resultados obtidos evidenciam a viabilidade de utilizar esse resíduo como uma alternativa para bebidas enriquecidas com compostos antioxidantes.

Palavras-chave: Subproduto da vinificação. Borra de vinho. Compostos fenólicos. Antocianinas. Atividade antioxidante. Kombucha.

ABSTRACT

Wine lees are a winemaking by-products and are rich in bioactive compounds, such as polyphenols. These by-products are known for their antioxidant properties and potential health benefits, which stimulate their application in food products. The aim of this study was to characterize the chemical composition of kombuchas with the addition of red wine lees. Four formulations were developed: a base kombucha; kombucha with the addition of 10% (v/v) grape juice concentrate; and two formulations with the addition of 1% and 3% (w/v) dried red wine lees. Analyses of pH, total soluble solids, titratable acidity, organic acids, total monomeric anthocyanins, total polyphenols, antioxidant activity, and color parameters were performed. The results indicated that the kombucha samples with red wine lees exhibited a physicochemical composition compatible with previous studies, with no changes that compromised quality, in addition to meeting the pH parameter established by Brazilian legislation, ranging from 2.5 to 4.2. The addition of red wine lees to kombucha resulted in a significant increase in total polyphenol content, from 168.45 mg GAE/L in the base kombucha to 1857.27 mg GAE/L in the beverage with 3% lees addition. Similarly, the anthocyanin content increased, with the highest value observed in the kombucha with 3% lees, reaching 39.30 mg/L, which positively influenced the color intensity of the samples. The samples with added wine lees also showed higher antioxidant activity, which correlated with the anthocyanin content in the formulations. The organic acid profile of the kombucha with wine lees addition demonstrated that incorporating this byproduct did not negatively affect the formation of the acids normally found. Thus, the results obtained highlight the feasibility of using this byproduct as an alternative for developing beverages enriched with antioxidant compounds.

Keywords: Winemaking by-products. Wine lees. Phenolic compounds. Anthocyanins. Antioxidant activity. Kombucha.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma geral do processo de vinificação de um vinho tinto e identificação dos principais resíduos originados.	17
Figura 2- Estruturas químicas das antocianinas majoritariamente identificadas em borras de vinho tinto.....	21
Figura 3 – Processo de secagem da borra de vinho tinto.....	29
Figura 4 - Intensidade da cor das amostras de kombuchas.	36
Figura 5 - Variação da cor entre as amostras de kombuchas.....	37
Figura 6 - Teor de antocianinas monoméricas totais das amostras de kombuchas.	38
Figura 7 - Teor de polifenóis totais das amostras de kombuchas.....	40
Figura 8 - Atividade antioxidante pelo método FRAP e ABTS (μM Trolox/ L) das amostras de kombuchas.	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferentes aplicações da borra de vinho tinto em alimentos.....	23
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição físico-química das amostras de kombuchas	33
Tabela 2 - Perfil de ácidos orgânicos das kombuchas.	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS - Ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico)

AMT - antocianinas monoméricas totais

GAE - ácido gálico

IC - Intensidade da cor

nd - Não detectado

SCOPY - Cultura simbiótica de bactérias e leveduras

SST - Sólidos solúveis totais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivo específico	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	PROCESSO DE VINIFICAÇÃO DO VINHO TINTO	16
2.2	SUBPRODUTO DA VINIFICAÇÃO	19
2.3	COMPOSIÇÃO DA BORRA DE VINHO	19
2.4	POTENCIAL APLICAÇÃO DA BORRA DE VINHO EM ALIMENTOS	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	MATERIAL.....	28
3.1.1	Reagentes	28
3.1.2	Amostras	28
3.1.2.1	Obtenção do subproduto da vinificação	28
3.1.2.2	Preparação do subproduto para posterior aplicação	28
3.1.2.3	Processo de elaboração da kombucha.....	29
3.2	MÉTODOS	29
3.2.1	Análises físico-químicas.....	29
3.2.1.1	pH	30
3.2.1.2	Acidez total titulável.....	30
3.2.1.3	Sólidos solúveis totais.....	30
3.2.2	Análises espectrofotométricas.....	30
3.2.2.1	Antocianinas monoméricas totais	30
3.2.2.2	Parâmetro de cor	31
3.2.2.3	Polifenóis totais	31
3.2.2.4	Atividade antioxidante.....	31
3.2.3	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência	32
3.2.4	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	33
4.2	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS	34
4.3	PARÂMETROS DE COR E DETERMINAÇÃO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS TOTAIS	35
4.4	DETERMINAÇÃO DE POLIFENÓIS TOTAIS.....	40
4.5	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	41
5	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), a produção global de vinho em 2023 foi estimada em 244,1 milhões de hl, enquanto o Brasil teve um volume estimado de produção de vinho de 2,3 milhões de hl (OIV, 2023). O processo de vinificação inevitavelmente resulta em produtos que apresentam impacto ambiental como águas oriundas do processamento, liberação de gases de efeito estufa, assim como origina subprodutos. Dentre os principais subprodutos da vinificação, estão o bagaço de uva, borras de vinho e engaços (Iseppi *et al.*, 2020). Estima-se que, para cada 100 litros de vinho produzido, sejam gerados cerca de 31,7 kg de resíduos (Santos; Leite, 2020).

A incorporação de resíduos agroindustriais em novas formulações de alimentos promove uma estratégia de sustentabilidade ambiental, promovendo o desenvolvimento de processos industriais dentro de uma perspectiva de economia circular. Esta reutilização de resíduos possibilita o surgimento de novos setores industriais focados na produção de alimentos inovadores. Embora subprodutos do processo de vinificação, como o bagaço de uva já são empregados no setor agroalimentar, pesquisas sobre a aplicação direta de borras de vinho na produção de alimentos são escassas. (Campos *et al.*, 2020).

As borras de vinho são subprodutos significativos do processo de vinificação e são ricos em compostos bioativos, como os compostos fenólicos, que podem ser aproveitados por diferentes indústrias tanto na área de alimentos como farmacêutica e cosmética. As borras de vinho tinto, em particular, destacam-se por apresentarem uma concentração elevada de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas, em comparação às borras de vinho branco. Essas substâncias são conhecidas por suas propriedades antioxidantes e potenciais benefícios à saúde, o que amplia suas possibilidades de aplicação em produtos alimentícios (Bulos *et al.*, 2023; Bustos *et al.*, 2004).

Alguns subprodutos têm sido empregados na elaboração de bebidas fermentadas, como as kombuchas, e os novos ingredientes adicionados podem influenciar na composição e as propriedades nutricionais da bebida (Júnior *et al.*, 2022). Devido às suas propriedades funcionais e fonte de compostos bioativos, os subprodutos da vinificação como as borras de vinho tinto mostram-se promissores para o desenvolvimento de bebidas com alto valor agregado (Kalli *et al.*, 2018).

Atualmente os consumidores buscam produtos que não apenas forneçam os nutrientes essenciais, mas também sejam fontes de compostos bioativos, trazendo benefícios à saúde. Nesse contexto, a kombucha, é conhecida pelo seu elevado potencial antioxidante, além de

oferecer nutrientes e substâncias que promovem a saúde digestiva, imunológica e metabólica, além de oferecer propriedades anti-inflamatórias. (Emiljanowicz; Malinowska-Pańczyk, 2019).

Por ser uma fonte de compostos bioativos de interesse, a elaboração de uma bebida fermentada utilizando a borra de vinho tinto é uma alternativa de aplicação sustentável associada ao desenvolvimento de um novo produto. Dessa forma, torna-se relevante estudar o efeito da aplicação de diferentes concentrações desse subproduto em uma bebida, a fim de avaliar sua composição química.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição química de uma bebida fermentada com adição de diferentes concentrações de borra de vinho, um subproduto do processo de elaboração de vinho tinto.

1.1.2 Objetivo específico

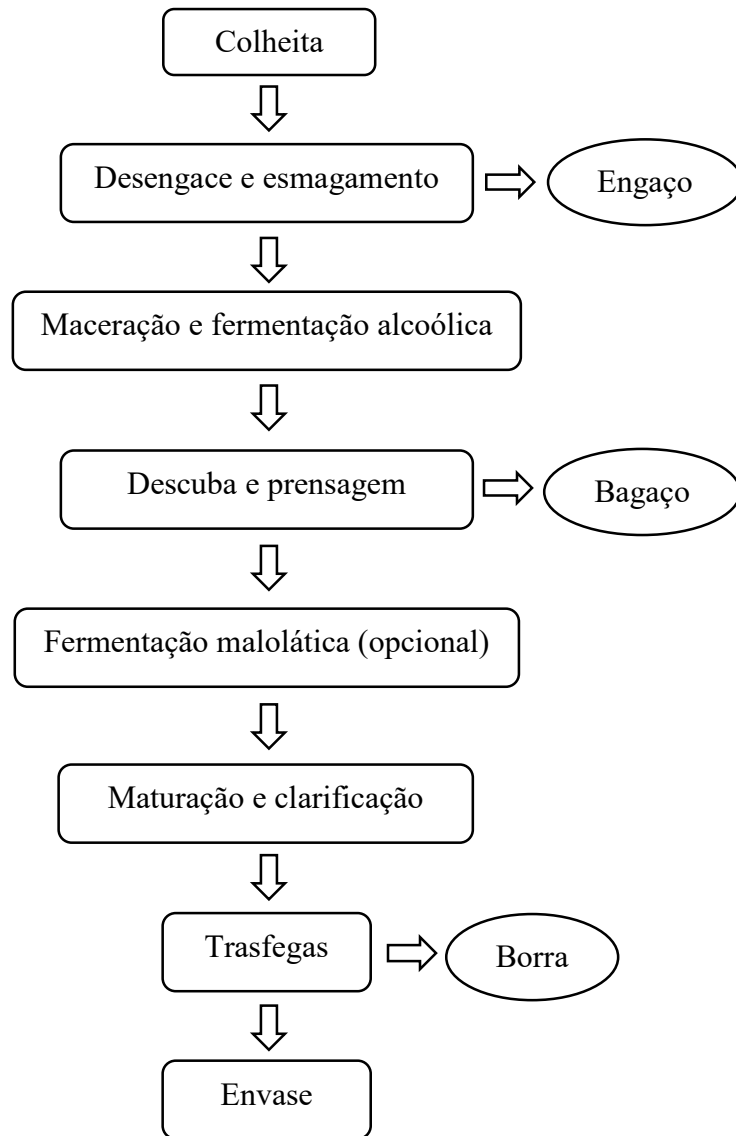
- Avaliar a composição química de kombuchas com adição de borra de vinho tinto e comparar com a kombucha elaborada com adição de suco de uva integral e kombucha sem adição de produtos de uva.
- Avaliar a influência da adição de duas concentrações de borra de vinho na composição fenólica e atividade antioxidante das kombuchas.
- Determinar a influência da adição de borra de vinho tinto e suco de uva nas kombuchas no teor de antocianinas monoméricas totais e parâmetros de cor.
- Caracterizar a composição físico-química (pH, sólidos solúveis totais e acidez total) das kombuchas.
- Determinar o perfil de ácidos orgânicos das kombuchas elaboradas com diferentes concentrações de borra de vinho e suco de uva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROCESSO DE VINIFICAÇÃO DO VINHO TINTO

A transformação da uva madura em vinho é realizada por diferentes etapas que são denominados de vinificação. A elaboração de vinho tinto abrange um conjunto de etapas que, se iniciam com a colheita da uva madura, obtenção do mosto, fermentação alcoólica para obtenção do vinho, etapas pré-fermentativas e que finalizam com o envase do vinho. Durante todo o processo de vinificação são originados diferentes resíduos, como bagaço de uva e a borra de vinho (Jackson, 2008). A Figura 1 apresenta um fluxograma geral das etapas do processo de vinificação de um vinho tinto e a identificação dos principais resíduos gerados.

Figura 1 – Fluxograma geral do processo de vinificação de um vinho tinto e identificação dos principais resíduos originados.



Fonte: Autora (2024).

O processo de vinificação inicia com a colheita da uva, tendo sua qualidade, potencial aromático e composição final influenciados diretamente pelo grau de maturidade tecnológica (pH, acidez total e teor de sólidos solúveis totais) e fenólica da uva. A maturidade fenólica é de extrema importância, pois é nela que ocorrem alterações tanto do perfil como da concentração dos compostos fenólicos presentes na casca e sementes da uva. Parte destes compostos fenólicos serão extraídos para o vinho durante as etapas de vinificação, como também farão parte da composição dos resíduos obtidos durante este processo (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

Após a colheita da uva, é realizado o desengace, cujo objetivo é separar as bagas de uva do engaço, sendo obtido o primeiro resíduo do processo de vinificação. Após o desengace, o esmagamento das bagas é realizado, com o intuito de liberar o suco contido na polpa a fim de obter o mosto da uva. Nesta etapa o mosto da uva tinta é composto tanto da parte líquida como também de cascas e sementes. (Bortoletto; Hunoff; Alcarde, 2021).

Na sequência, ocorre a etapa de maceração a fim de extrair os compostos presentes nas partes sólidas da uva (casca e semente) para o mosto. Esta etapa pode ocorrer em conjunto com o processo de fermentação alcoólica, atribuindo cor e estrutura ao vinho. O tempo de maceração é que determina a concentração dos compostos extraídos das partes sólidas da uva para o vinho. A fermentação alcoólica, é um processo de transformação dos açúcares presentes no mosto em álcool pela ação das leveduras, com produção de gás carbônico e compostos secundários presentes no vinho, a qual a *Saccharomyces cerevisiae* é a levedura mais comumente utilizada (Rizzon *et al.*, 2007). Após esta etapa, ocorre a descuba, que consiste na separação da parte líquida das partes sólidas, obtendo-se o resíduo denominado de bagaço. O vinho é transferido para outro tanque onde será seguido o processo de vinificação sem as partes sólidas (Tonon *et al.*, 2018).

Em seguida, o vinho pode ser submetido a fermentação malolática realizada pela ação de bactérias lácteas, especialmente *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*), que visa a transformação do ácido málico em ácido lático, o qual confere maior complexidade de características organolépticas e uma maior estabilidade aos vinhos (Jackson, 2008; Vuuren; Dicks, 1993). Após finalizado processo de fermentação, o vinho permanece no tanque para que ocorra o processo de maturação da bebida sendo necessário realizar a clarificação do vinho, uma vez que apresenta partículas em suspensão resultante da vinificação. A clarificação pode ser realizada por adição de produtos enológicos, como bentonita, sílicas, carvão ativado, albumina, entre outros, como também a manutenção do vinho em baixas temperaturas (4°C) que aceleram a sua decantação e conseqüentemente obtenção de um produto límpido (Jackson, 2020).

Após a clarificação, é realizada uma trasfega do vinho a fim de separar o vinho límpido das partes sólidas precipitadas no fundo do tanque, que são denominadas de borras de vinho. Composta por restos de células de uva, leveduras, células bacterianas, taninos, antocianinas e sais de tartarato (Silva, 2003). Após os tratamentos realizados nas etapas subsequentes a fermentação, o vinho se encontra estável e pode ser direcionado ao envase (Rizzon; Dall’Agnol, 2009).

2.2 SUBPRODUTO DA VINIFICAÇÃO

O processamento de uvas para produção de vinhos gera mundialmente, uma quantidade estimada de 10 milhões de toneladas de resíduos; dados apontam para que seja produzido 100 litros de vinho, 31,7 kg de resíduos vão ser gerados (Santos; Leite, 2020). Durante o processo de vinificação, há a formação de subprodutos específicos para cada etapa de produção, conforme demonstrado na Figura 1. Os principais resíduos gerados são bagaço, borra e engaço. O bagaço é o subproduto mais abundante, seguido pela borra, representando respectivamente 21% e 10% da massa total gerada durante o processo de vinificação (Balmaseda *et al.*, 2024). Não se pode estabelecer uma quantidade exata dos resíduos, visto que são dependentes das técnicas de vinificação utilizadas e da constituição da própria uva (Iseppe *et al.*, 2021).

Um dos principais problemas ambientais relacionados ao gerenciamento dos resíduos da indústria vinícola é a geração de grandes quantidades durante um curto período do ano, uma vez que a produção de vinho é centrada na grande quantidade de uva colhida uma vez ao ano. Os subprodutos, em geral são biodegradáveis, mas se não forem tratados devidamente podem ocasionar consequências ao meio ambiente, impactando negativamente o solo e sistemas hídricos. Os impactos negativos são devido a sua composição que apresentam baixos valores de pH, altos teores de substância fenólicas que podem ser fitotóxicas e antibacterianas, que resistem à degradação biológica (Devesa-Rey *et al.*, 2011). No Brasil, esses resíduos em sua maior parte são denominados produtos com baixo valor agregado, dessa forma, sendo destinados para adubação e alimentação animal, tornando-se um custo adicional para o produtor a realização de uma destinação correta (Tonon *et al.*, 2018).

Vale ressaltar, que estudos estão sendo realizados com esses resíduos da vinificação, visando a obtenção de fontes ricas em compostos bioativos benéficos a saúde, e de baixo custo econômico. Desta maneira, a extração de fibras solúveis e compostos fenólicos dos resíduos da vinificação vem sendo uma possibilidade de obtenção de ingredientes bioativos com alto valor agregado (Lavelli *et al.*, 2017).

2.3 COMPOSIÇÃO DA BORRA DE VINHO

De uma maneira geral, as borras são compostas principalmente por microrganismos (leveduras), ácido tartárico, matéria inorgânica e compostos fenólicos (Pérez-Serradilla; Castro, 2011). Apresentam quantidades expressivas de proteínas, lipídios, polissacarídeos e matérias orgânicas, possuindo alta demanda de oxigênio. Devido à essa grande demanda de oxigênio, as

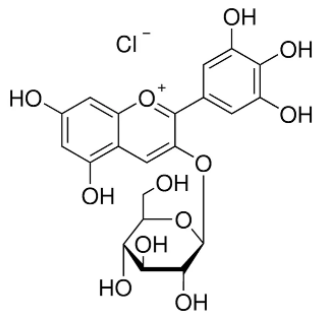
borras são consideradas um poluente ambiental quando não tratadas corretamente (Lafka; Sinanoglou; Lazos, 2007).

No entanto, não é possível terminar uma composição fixa para as borras de vinho, já que a mesma é complexa, dependendo diretamente da espécie, do terroir, técnicas de processamento e de fatores bióticos e abióticos (Pérez-Bibbins *et al.*, 2015). A variação da composição é devida também a presença de microrganismos utilizados durante o processo de vinificação e seus produtos de autólise, tanto resíduos orgânicos e inorgânicos (Antón-Díaz *et al.*, 2016). Ao fim da etapa de fermentação, inicia-se a autólise das leveduras que compreende a degradação das paredes celulares e liberação de manoproteínas, aminoácidos, enzimas e precursores de compostos voláteis para o vinho. É importante considerar que ao longo do tempo de contato do vinho com as borras durante o armazenamento no tanque, parte da composição do vinho originado no processo de vinificação, como os polifenóis, também podem ser parcialmente absorvidos pelas borras alterando a sua composição (Palacios; Vasserot; Maujean, 1997).

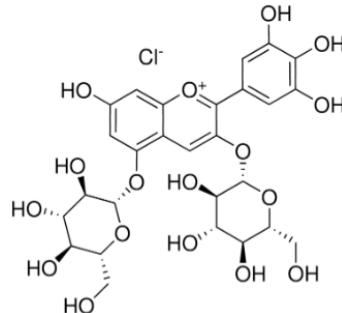
Entre os polifenóis presentes nas borras do vinho tinto está o grupo dos flavonoides, onde se destacam as antocianinas, catequinas, epicatequinas, quercetina e miricetina. Foram identificados estes flavonoides em extrato de borras secas de vinho, apresentando-se como componentes significativos (Pérez-Serradilla; Castro, 2008). Em um estudo sobre borras de vinho da variedade Cabernet Sauvignon, a antocianina monomérica que apresentou maior concentração foi a malvidina 3-glicosídeo (López-Fernández-Sobrino *et al.*, 2021). Diferentes antocianinas foram identificadas em borra de vinho tinto *in natura*, secas e liofilizadas, sendo que as principais antocianinas estão apresentadas na Figura 2 (Romero-Díez *et al.*, 2018; La Torre; Priego-Capote; Castro 2015; Romero-Díez *et al.*, 2019).

Figura 2- Estruturas químicas das antocianinas majoritariamente identificadas em borras de vinho tinto.

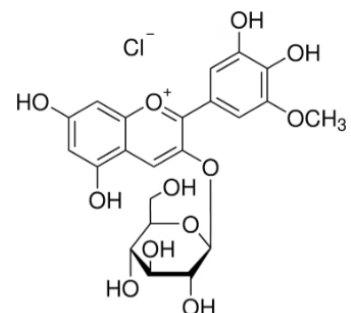
Delfinidina-3-O-glicosídeo



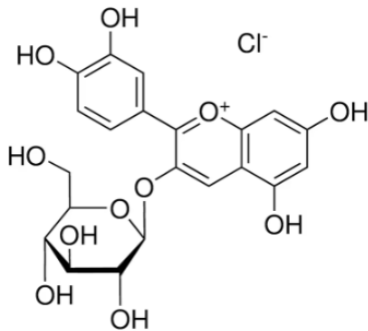
Delfinidina-3,5-diglicosídeo



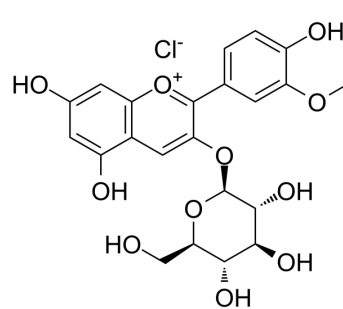
Petunidina-3-O-glicosídeo



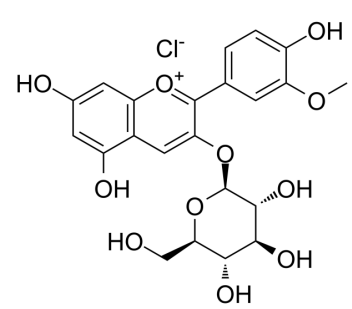
Cianidina-3-O-glicosídeo



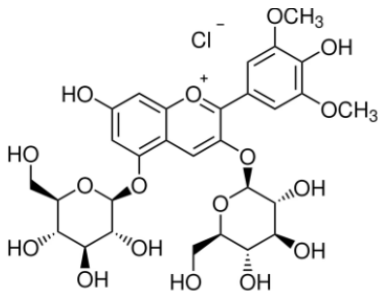
Peonidina-3-O-glicosídeo



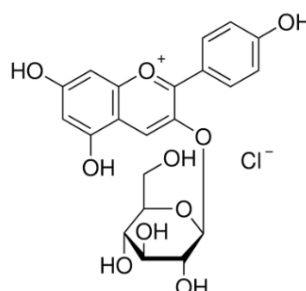
Peonidina-3-O-glicosídeo



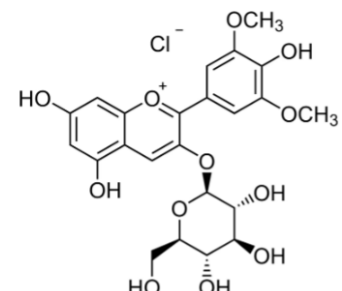
Malvidina-3,5-diglicosídeo



Pelargonidina-3-O-glicosídeo



Malvidina-3-O-glicosídeo



Fonte: Adaptado de Ribéreau-Gayon et al. (2006).

Estudos da literatura demonstraram grande variação na concentração de polifenóis totais de borras de vinhos tintos oriundas de vinhos elaborados com diferentes uvas. O teor de polifenóis totais extraído de borras de vinho Cabernet Sauvignon, apresentou 58,77 mg GAE/g (Tao *et al.*, 2013). Já a determinação a partir de borras de vinho Syrah apresentou um teor de polifenóis totais de 36,8 mg GAE/g (Pérez-Serradilla; Castro, 2011). Contudo, em outros estudos foram identificados valores ainda menores, como 30,86 e 23,16 mg GAE/g, para borra de vinho Pinot noir e Blatina, respectivamente (Reis *et al.*, 2016; Landeka *et al.*, 2017). A

diferença entre os valores apresentados demonstra a influência direta da variedade das uvas sobre o teor de polifenóis das borras estudadas (Bustamante *et al.*, 2008).

Cabe destacar que os compostos fenólicos apresentam fortes propriedades benéficas a saúde, como atividade antioxidante, que tem sido associada a prevenção de várias doenças como as cardiovasculares, câncer, hipertensão, problemas metabólicos, e doenças neurodegenerativas (Rockenbach *et al.*, 2011; Rahman *et al.*, 2021)

Em relação aos ácidos fenólicos, eles são divididos em dois grupos, os ácidos hidroxibenzóico e hidroxicinâmico (He *et al.*, 2022). Nas amostras de borra de vinho foram encontrados os ácidos p-hidroxibenzóico e vanílico, que são os principais ácidos do grupo hidroxibenzóicos. Em relação ao grupo hidroxicinâmico, estudos demonstraram a presença dos ácidos ferúlico, p-cumárico e cafeico (Stefenon *et al.*, 2014), sendo os ácidos cafeico e caftárico, os compostos principais encontrados tanto das borras de vinho provenientes de *Vitis vinifera* quanto em outras espécies (Barcia *et al.*, 2014).

Os ácidos orgânicos também fazem parte da composição química da borra de vinho tinto, sendo uma fonte significativa de ácido tartárico (57,6% p/p de borras secas), o qual apresenta potencial de recuperação para posterior aplicação como agente de acidificação, antioxidante e intensificador de sabor na indústria alimentícia (Kontogiannopoulos; Patsios; Karabelas, 2016). Devido ao processo de vinificação, as borras também apresentam em sua constituição o ácido málico, o láctico, que foi gerado pela descarboxilação do ácido málico durante a fermentação malolática do vinho tinto e, o ácido acético, que é o produto do metabolismo bacteriano durante o processo de vinificação (Pérez-Bibbins *et al.*, 2015). Além dos ácidos mencionados, Filippou, Mitrouli e Vareltzis (2022) determinaram também a presença de ácido cítrico nas borras de vinho proveniente de uvas da variedade Syrah.

2.4 POTENCIAL APLICAÇÃO DA BORRA DE VINHO EM ALIMENTOS

Devido às preocupações crescentes sobre a produção de resíduos no setor da vinificação, pesquisas estão sendo realizadas com o objetivo de valorizar os subprodutos oriundos do processo, a fim de otimizar a reutilização em novos produtos alimentícios. O Quadro 1 apresenta os estudos publicados na literatura entre os anos de 2013 a 2024, referente as diversas aplicações da borra de vinho tinto nas formulações de alimentos.

Quadro 1 - Diferentes aplicações da borra de vinho tinto em alimentos.

Variedade de uva	Matriz de aplicação	Incorporação da borra na formulação	Principais resultados das amostras com adição de borra	Referência
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Sorvete	Borras de vinho liofilizadas incorporadas em diferentes concentrações (0-40g/kg)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento no teor de polifenóis e antocianinas. - Aumento da atividade antioxidante, com destaque para a proantocianidina e resveratrol. - Melhores atributos sensoriais, intensidade da cor do sorvete, propriedade de derretimento e sabor. - A adição de 20 g/kg de borras de vinho apresentou a melhor aceitabilidade geral. 	Sharma <i>et al.</i> (2013)
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Sorvete	Borras de vinho liofilizadas incorporadas em diferentes concentrações (0-35g/kg)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da concentração total e individual de polifenóis e atividade antioxidante. - Observou-se uma relação positiva entre a coloração do sorvete e o aumento da concentração da borra. - A amostra com adição de 20g/kg apresentou maior aceitabilidade com base em parâmetros sensoriais. 	Pundhir <i>et al.</i> (2018)
Uvas americanas (<i>Vitis labrusca</i>)	Barras de cereais	Borras de vinho <i>in natura</i> (3%) incorporadas com diferentes concentrações de borra autolisada (0-5%)	<ul style="list-style-type: none"> - Maior teor de proteínas à medida que a concentração de borra autolisada é adicionada. - Aumento no teor de cinzas. - Na análise sensorial, houve destaque para as amostras com 2,5 e 5 % de borra autolisada devido a suas características organolépticas. 	Borges <i>et al.</i> (2020)

Variedade de uva	Matriz de aplicação	Incorporação da borra na formulação	Principais resultados das amostras com adição de borra	Referência
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Iogurte	Borras de vinho liofilizadas incorporadas em diferentes concentrações (0-16%)	<ul style="list-style-type: none"> - Teores de proteínas e carboidratos foram maiores conforme o acréscimo de borra. - Aumento da concentração de antocianinas, fenólicos e atividade antioxidante. - Melhores atributos reológicos, capacidade de retenção de água e sinérese do iogurte. - A amostra com 16% de borra apresentou uma melhor formulação. 	Sharma; Aglawe (2022)
Variedade de uva não informada (uvas utilizadas para a elaboração do vinho Amarone)	Muffins	Borras de vinho <i>in natura</i> incorporadas em diferentes concentrações (0-100%)	<ul style="list-style-type: none"> - Em comparação com a amostra sem adição a concentração de gordura do muffin foi reduzido, atingindo menos calorias por grama. - Aumento significativo dos teores de fibras alimentares totais. - Apresentou melhores atributos sensoriais, com coloração, aroma e sabores mais intensos. - Observou-se que a proporção mais indicada que não comprometa drasticamente os aspectos tecnológicos e sensoriais, são de 25 % e 50%. 	Bianchi <i>et al.</i> (2023)

Variedade de uva	Matriz de aplicação	Incorporação da borra na formulação	Principais resultados das amostras com adição de borra	Referência
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Geleias à base de gelatina	Borras de vinho secas em estufa incorporadas em diferentes concentrações (0-21g/kg)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento no teor de polifenóis com destaque para as antocianinas. - Aumento da atividade antioxidante, diretamente proporcional à concentração de borra. - Na análise sensorial, houve destaque para textura mais elástica e macia das geleias com adição de borra. - A amostra com 21g/kg de borra apresentou uma maior estabilidade contra a degradação da antocianina durante o armazenamento. 	Gumus, Kaynarca e Kamer (2023)
Primitivo, Negramaro e Susumaniello (<i>Vitis vinifera</i>)	Biscoitos	Borras de vinho liofilizadas incorporadas em diferentes concentrações (0-20%)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento no teor de proteínas, cinzas e fibras alimentares. - Maior concentração de polifenóis com destaque para o ácido elágico, malvidina-3-glicosídeo e malvidina-3-acetil-glicosídeo. - Alteração do perfil volátil nas amostras com borra, identificados 33 compostos voláteis. - Observou-se na amostra com 20% de borra melhores resultados, com um menor índice glicêmico e um leve efeito probiótico, além de maior estabilidade oxidativa. 	Caponio <i>et al.</i> (2024)

Variedade de uva	Matriz de aplicação	Incorporação da borra na formulação	Principais resultados das amostras com adição de borra	Referência
Variedade de uva não informada	Filmes feitos de gelatina de peixe	Borras de vinho <i>in natura</i> incorporadas em diferentes concentrações (0-3%)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento significativo do seu alongamento em ruptura. - Observou-se uma maior opacidade, melhorando sua capacidade de bloquear a luz. - Aumento no teor de polifenóis e da atividade antioxidante, diretamente proporcional à concentração de borra. - A formulação ideal do filme constituiu 1,926% de borra. 	Gumus, Kaynarca e Kamer (2024)
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Hidrogéis	Borras de vinho secas em estufa incorporadas em diferentes concentrações (0-1%)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da resistência do gel. - Maior capacidade de ligação ao óleo, possibilitando emulsões estáveis. - Correlação direta com a concentração de borra no aumento da atividade antioxidante e teor de polifenóis. - A proporção de 0,67 % de borra apresentou melhores resultados. 	Kamer <i>et al.</i> (2024)
Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i>)	Gelatina de peixe	Borras de vinho secas em estufa incorporadas em diferentes concentrações (0-4,50%)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da elasticidade na estrutura em comparação com a amostra controle. - Maior estabilidade oxidativa na amostra de maior concentração. - Aumento no teor de polifenóis e da atividade antioxidante. 	Kaynarca (2024)

Fonte: Autora (2024).

Os estudos descritos no Quadro 1, em sua maioria, apresentaram como objetivo geral avaliar a aplicação da borra de vinho tinto, visando agregar valor nutricional e aprimorar as propriedades funcionais em diferentes matrizes alimentares. Os resultados dos estudos de aplicação de borra em sorvetes conduzidos por Sharma *et al.* (2013) e Pundhir *et al.* (2018), mostraram um aumento significativo no teor de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante nas amostras com adição do resíduo. Nesse sentido, resultados semelhantes foram observados por Sharma; Aglawe (2022) e Bianchi *et al.* (2023), que ao incorporar a borra de vinho no iogurte e *muffins*, respectivamente, observaram além no aumento dos compostos fenólicos, o acréscimo do teor de fibras alimentares e proteínas.

Com base nos estudos apresentados pode-se observar que a aplicação da borra de vinho em alimentos acarreta em diversos benefícios, principalmente relacionado com a composição bioativa, uma vez que as borras de vinho tinto são potenciais fontes de compostos fenólicos que serão incorporadas na composição do alimento formulado (Barcia, 2014). No entanto, sua aplicação em bebidas fermentadas não alcoólicas como a kombucha é pouco explorada, na literatura não foram encontradas aplicações da borra de vinho em kombucha (Bulos *et al.*, 2023).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Reagentes

Para a execução das análises foram empregados padrões e reagentes de grau analítico, com grau de pureza maior que 95%. A água utilizada foi obtida através de sistema de purificação Milli-Q, (Millipore, Bedford, MA). Os solventes utilizados como fase móvel foram filtrados em membrana com 0,45 µm de diâmetro (Millipore) e desgaseificados previamente ao uso.

3.1.2 Amostras

3.1.2.1 Obtenção do subproduto da vinificação

As amostras de borra foram provenientes do processo de vinificação da uva Montepulciano (*Vitis vinifera* L.), doadas gentilmente por uma vinícola localizada em São Joaquim, Santa Catarina. Para a elaboração dos vinhos, as uvas foram colhidas com maturidade tecnológica e encaminhadas para o processo de vinificação que foi realizado de acordo com o protocolo da vinícola (dados não mostrados). A borra do vinho foi coletada diretamente do tanque de inox, após a finalização do processo de fermentação alcoólica com a realização da primeira trasfega do vinho. A borra foi armazenada a -20 °C e transportadas para o laboratório de Bioquímica de Alimentos, no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Santa Catarina.

3.1.2.2 Preparação do subproduto para posterior aplicação

As borras do vinho foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar (Modelo TE-394/2, Tecnal®, Piracicaba, Brasil) a 40 °C, dispostas de maneira uniforme com massa de 150g e fluxo de ar horizontal com velocidade de 0,78 m.s⁻¹. Para que ocorresse uma secagem uniforme, as bandejas foram reposicionadas dentro da estufa. O processo de secagem foi finalizado após 420 minutos, com umidade final de 8%, conforme demonstrado na Figura 3. As borras secas foram moídas em moinho doméstico (PMC01, Philco, China) e padronizadas por peneiramento (32 mesh), armazenadas a -18 °C e transportadas para o laboratório do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Urupema, para a elaboração da kombucha.

Figura 3 – Processo de secagem da borra de vinho tinto



Fonte: Autora (2024).

3.1.2.3 Processo de elaboração da kombucha

O processo de elaboração das kombuchas seguiu a metodologia proposta por Wanderley *et al.* (2023) com modificações. A produção da kombucha teve início a partir de um inóculo, que consistiu na infusão de 0,5% (m/v) de chá verde (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) a 80 °C por 10 minutos, com adição de 5% (m/v) de sacarose e com uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY) de 14 cm de diâmetro (Companhia dos Fermentados, São Paulo, Brasil), seguido de uma fermentação de 7 dias em fermentador de vidro em uma incubadora BOD (SOLAB SL-200/90) a 20 °C até pH 3,4. A formulação base da kombucha (FB) foi preparada com 1% de chá verde, em infusão de 80 °C por 10 minutos, onde foram adicionados 5% (m/v) de sacarose e 10% (v/v) do inóculo preparado inicialmente, novamente foi fermentado em uma incubadora BOD por 9 dias a 20 °C. Em seguida, as amostras foram saborizadas a partir da formulação FB com adição de: suco de uva integral na concentração de 10% (v/v) (FS); 1 % (m/v) de borra de vinho seca (FB1) e 3 % (m/v) de borra de vinho seca (FB3). As amostras foram mantidas sob refrigeração a 4 °C por cinco dias. Para fins de padronização, as amostras saborizadas com a borra em pó tiveram seu teor de SST (°Brix) corrigido para o mesmo valor da amostra saborizada com suco de uva integral. Por fim, as kombuchas foram filtradas, congeladas e transportadas para o laboratório de Bioquímica de Alimentos, no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Santa Catarina para realização das análises.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram determinadas de acordo com os métodos da Organização Internacional da Uva e do Vinho (OIV, 2019). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.2.1.1 pH

A medição do pH das amostras foi realizada por medição direta com pHmetro (pH meter 220 MP Metler-Toledo) previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4 e 7.

3.2.1.2 Acidez total titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada utilizando solução padronizada de NaOH (0,1M) como titulante e fenolftaleína como indicador de pH. Os resultados foram expressos em g de ácido acético por 100 mL de amostra e calculados de acordo com a fórmula 1.

$$\text{Acidez total titulável} = \frac{n \times M \times f \times PM}{10 \times V} \quad (1)$$

Onde:

n = volume gasto da solução de NaOH (mL)

M = molaridade da solução de NaOH

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM = peso molecular do ácido acético (60 g/mol)

V = volume tomado da amostra (mL)

3.2.1.3 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi realizado por medição direta com o uso de um refratômetro digital (refratômetro Quick – Brix™ 90 - Metler-Toledo) e o resultado foi expresso em °Brix.

3.2.2 Análises espectrofotométricas

As amostras foram analisadas em espectrofotômetro UV-VIS (Hitachi U 2010, CA, USA) quanto a concentração de antocianinas monoméricas totais, parâmetros de cor, teor de polifenóis totais e atividade antioxidante. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.2.2.1 Antocianinas monoméricas totais

A quantificação de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi determinada utilizando o método do pH diferencial conforme descrito por Giusti e Wrolstad (2001). Os valores de absorvância foram medidos em dois sistemas diferentes, utilizando tampão cloreto de potássio (pH 1,0) e tampão acetato de sódio (pH 4,5), no comprimento de onda de máxima absorção e a 700 nm. A concentração de antocianinas totais foi calculada usando as formulas 2 e 3, os resultados foram apresentados em malvidina-3-glicosídeo (mg/L).

$$A = (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})pH_{1.0} - (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})pH_{4.5} \quad (2)$$

$$AMT = (A \times MW \times DF \times 1000) / (\epsilon \times 1) \quad (3)$$

Onde:

A = Absorvância da amostra

MW = Peso molecular da malvidina-3-glicosídeo (529 g/mol)

DF = Fator de diluição da amostra

ϵ = Absortividade molar da malvidina-3-glicosídeo (28.000)

3.2.2.2 Parâmetro de cor

Os parâmetros de cor das amostras foram medidos a partir da leitura direta da absorvância espectrofotométrica das amostras em 420, 520 e 620 nm, de acordo com metodologia proposta por Glories (1984). A intensidade da cor (IC) foi determinada usando a formula 4.

$$IC = A_{\lambda 420} + A_{\lambda 520} + A_{\lambda 620} \quad (4)$$

3.2.2.3 Polifenóis totais

O teor de polifenóis totais (PT) foi determinado de acordo com o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Singleton e Rossi (1965). As amostras foram colocadas em tubos de ensaio, junto com água destilada e o reagente Folin-Ciocalteu, o tubo de ensaio foi agitado e permaneceu no escuro por 3 minutos. Em seguida, foi acrescentada uma solução de carbonato de sódio a 20%, e a mistura permaneceu no escuro por mais 2 horas. Após esse tempo, as absorvâncias foram medidas no comprimento de onda de 760 nm e os resultados foram expressos em equivalente de ácido gálico por litro (mg de GAE /L).

3.2.2.4 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi avaliada pelos métodos ABTS e FRAP de acordo com Re *et al.* (1999) e, Benzie e Strain (1996), respectivamente. Os resultados foram expressos em μM equivalente de Trolox da capacidade antioxidante por litro (μM Trolox/ L).

No primeiro método, o radical ABTS (ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico)) foi adicionado nas amostras e foi realizada leituras da absorvância em 754 nm antes e após de 6 minutos de reação entre o radical e a amostra.

Para o método FRAP, o cloreto o férrico (FeCl_3) foi adicionado nas amostras e incubado a 37°C durante 30 minutos em banho maria. Em seguida adicionou-se a solução de 2,4,6-tri (2-pyridil)-s-triazina (TPTZ), após 10 minutos foi realizada a leitura da absorvância em 620nm.

3.2.3 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

O perfil de ácidos orgânicos (ácidos tartárico, málico, láctico e acético) foi determinado de acordo com o método proposto por Escobal *et al.* (1998). Os compostos foram quantificados utilizando um cromatógrafo líquido de alta eficiência (CLAE), Shimadzu (Kyoto, Japan), conectado com degaseificador (DGU-14A), bomba quaternária (LC-10AT), detector UV-vis (SPD-10AV) e injetor manual de 20 μL , com software CLASS-VP. A coluna (4,6 mm x 250 mm, 5 μm tamanho de partícula) e a pré-coluna (4,6 mm x 12,5 mm) foram C18 de fase reversa (Hichrom, Europe). As amostras foram diluídas em água ultra-pura (Milli-Q), filtradas em membrana de 0,45 μm (Millipore) com posterior injeção no cromatógrafo líquido (20 μL). A quantificação foi efetuada utilizando curva de calibração por padronização externa. Os resultados foram expressos em g/L.

3.2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise estatística, avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados referentes às análises físico-químicas das amostras de kombuchas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição físico-química das amostras de kombuchas

Amostra	pH	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Acidez titulável (g/L ácido acético)
FB	3,47 ^a ± 0,01	5,20 ^c ± 0,01	4,31 ^c ± 0,01
FS	3,47 ^a ± 0,01	6,20 ^{ab} ± 0,01	4,02 ^d ± 0,02
FB1	3,48 ^a ± 0,02	6,15 ^b ± 0,05	5,46 ^b ± 0,01
FB3	3,46 ^a ± 0,03	6,35 ^a ± 0,05	6,61 ^a ± 0,01

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1 - kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca.

Fonte: Autora (2024).

O pH é um parâmetro relevante em processos fermentativos, o qual visa garantir a segurança contra o crescimento de microrganismos patogênicos ($\text{pH} < 4,2$) e está diretamente relacionado às alterações químicas dos compostos fenólicos, principalmente as antocianinas monoméricas (Hur *et al.*, 2014). Pode-se observar que as amostras não apresentaram diferença significativa no valor de pH nas diferentes formulações. A Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019, que estabelece o padrão de identidade e qualidade da kombucha no Brasil, determina que o valor mínimo e máximo para pH são 2,5 e 4,2, respectivamente (Brasil, 2019). Desta forma, os resultados obtidos das diferentes formulações de kombuchas, estão de acordo com o parâmetro de pH estabelecido pela legislação vigente.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), que correspondem aos compostos solúveis presentes no meio, pode-se observar diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras com adição de 3% e 1 % de borra e a kombucha base. A amostra FB3 apresentou o maior teor de SST (6,35 °Brix), o que pode estar relacionado com a maior concentração adicionada de borra de vinho ao final da fermentação, o que aumentou seu teor em comparação as outras formulações. O comportamento observado em relação ao teor de SST foi semelhante ao observado em estudo realizado por Silva *et al.* (2024), no qual a adição de diferentes concentrações de casca de uva em uma bebida fermentada, acarretou no aumento no teor de SST conforme o aumento da concentração de resíduo adicionado. Durante a fermentação da

kombucha, os SST oriundos tanto do chá como também do resíduo orgânico adicionado, são hidrolisados pela ação das leveduras e bactérias presentes no meio.

Quanto ao teor de acidez total, todas as amostras apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), sendo que a formulação com adição de 3% de borra (FB3) apresentou o maior valor de acidez total. Sharma *et al.* (2013) observaram que o aumento da concentração da borra de vinho adicionada em sorvete impacta em uma maior acidez, essa correlação está relacionada com a composição da borra de vinho utilizada. Ao incorporar a borra de vinho em outros alimentos, a tendência é elevar a acidez do produto devido à presença de ácidos orgânicos na borra, como ácido tartárico e málico, que são naturalmente presentes no vinho e se acumulam nas borras durante a fermentação. Estes ácidos, conferem a acidez típica do vinho e podem ser transferidos para os alimentos que utilizam a borra como ingrediente (Kokkinomagoulos; Kandyliis, 2024).

4.2 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS

Na Tabela 2 é possível observar a influência da borra de vinho sobre o teor de ácidos orgânicos na kombucha, o qual demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras.

Tabela 2 - Perfil de ácidos orgânicos das kombuchas.

(g/L)	Amostras			
	FB	FS	FB1	FB3
Tartárico	nd	0,32 ^c ± 0,01	2,61 ^b ± 0,01	3,25 ^a ± 0,01
Málico	0,01 ^d ± 0,01	0,40 ^a ± 0,01	0,14 ^c ± 0,02	0,17 ^b ± 0,01
Lático	0,46 ^c ± 0,02	0,42 ^d ± 0,01	0,61 ^b ± 0,01	0,87 ^a ± 0,02
Acético	4,34 ^c ± 0,01	3,61 ^d ± 0,02	4,65 ^b ± 0,01	4,74 ^a ± 0,02

Resultados expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna demonstram diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1- kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca. nd: não detectado

Fonte: Autora (2024).

A adição da borra de vinho apresentou impacto direto no perfil de ácidos orgânicos das amostras. Todas as amostras apresentaram o ácido acético como majoritário. Este resultado está de acordo com a literatura, que demonstra que a acidez da kombucha é caracterizada principalmente pelo ácido acético, uma vez que durante o processo de fermentação da bebida as bactérias benéficas convertem açúcares em álcool, que é posteriormente transformado em ácido acético, sendo responsável pelo aroma e sabor característico desta bebida (Miranda, 2023). Nas amostras com borra de vinho, o teor de ácido acético aumentou conforme a

concentração de borra adicionada, sendo maior do que a amostra com suco de uva e a kombucha base, o que sugere que borra de vinho pode conter tanto ácido acético como também açúcares residuais provenientes da fermentação do vinho, o que pode influenciar a produção de ácido acético durante a fermentação da kombucha (Silva, 2003).

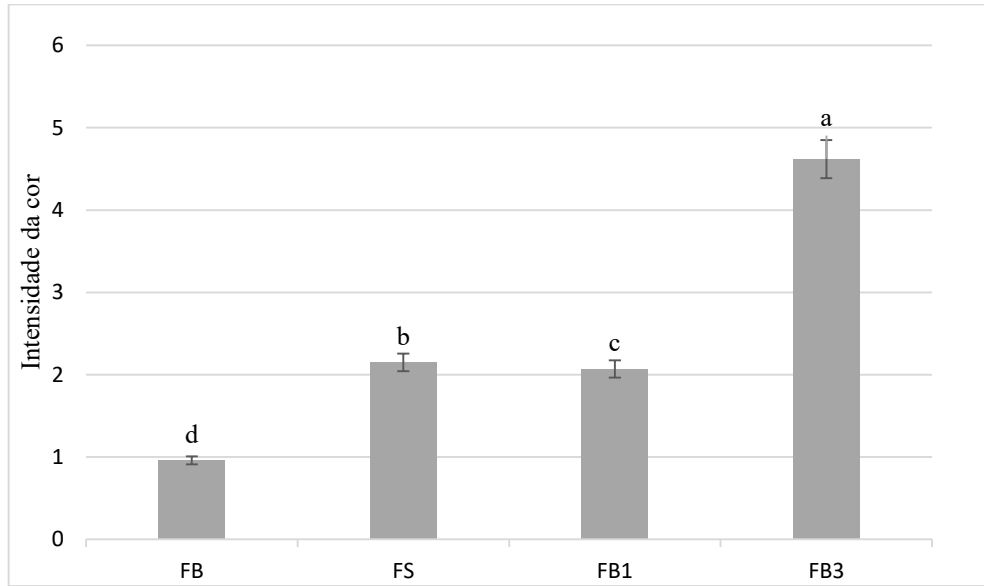
A concentração de ácido tartárico apresentou um aumento proporcional de acordo com o teor de borra de vinho adicionada nas amostras, o qual não foi detectado na amostra de kombucha base (sem adição de borra e suco), uma vez que este ácido é majoritário em uvas e produtos derivados. Cabe ressaltar que a concentração de ácido tartárico é mais elevada na borra de vinho em relação ao suco de uva, devido a precipitação tartárica que ocorre durante o processo de vinificação, com consequente acúmulo nos resíduos sólidos como a borra, produzidos durante o processo de elaboração do vinho tinto (Rizzon; Miele, 2001).

O ácido málico é um dos ácidos orgânicos que estão em quantidades significativas nas uvas, e grande parte desse ácido é degradado durante a fermentação malolática no processo de vinificação de vinho tinto, sendo convertido em ácido láctico (Rizzon *et al.*, 1997). Essa degradação é evidenciada nos resultados apresentados, onde o teor de ácido málico nas amostras com borra de vinho é menor do que na amostra com adição de suco de uva. Também foi possível observar que as amostras com adição de borra de vinho apresentaram maior concentração de ácido láctico, o qual pode ser associado a ocorrência de conversão malolática dos vinhos durante o processo de vinificação.

4.3 PARÂMETROS DE COR E CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS TOTAIS

A cor é um importante parâmetro a ser avaliado em alimentos e bebidas, pois influencia diretamente na aparência e aceitabilidade de um produto. A Figura 4 apresenta a intensidade da cor das diferentes formulações de kombuchas.

Figura 4 - Intensidade da cor das amostras de kombuchas.

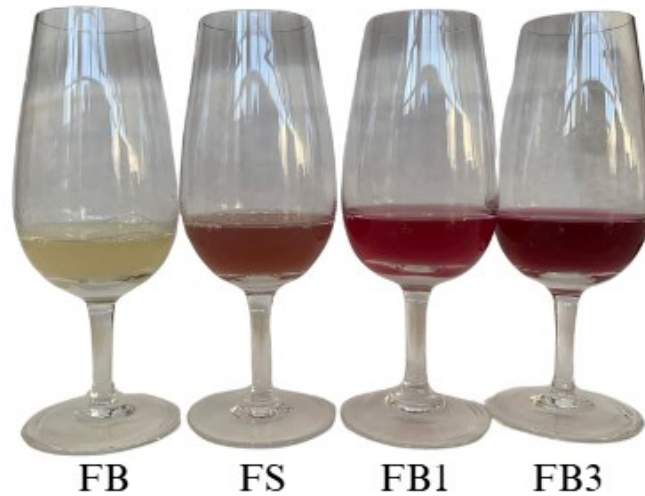


Valores expressos como média \pm desvio padrão (n=3). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1 - kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca.

Fonte: Autora (2024).

Foi possível observar que as amostras que apresentaram maiores valores de intensidade de cor foram as kombuchas com adição de borra de vinho seca, com destaque para a kombucha elaborada com 3% de borra (FB3). Esses resultados podem estar relacionados à elevada concentração de antocianinas presentes na borra, que são os pigmentos responsáveis pela coloração dos vinhos tintos. Apesar da diferença significativa ($p < 0,05$) observada, a kombucha com 1% de borra (FB1) apresentou intensidade da cor próxima à kombucha elaborada com suco de uva (FS). Estes resultados de coloração das amostras também podem ser visualizados na Figura 5 que apresenta as diferentes colorações das kombuchas.

Figura 5 - Variação da cor entre as amostras de kombuchas.



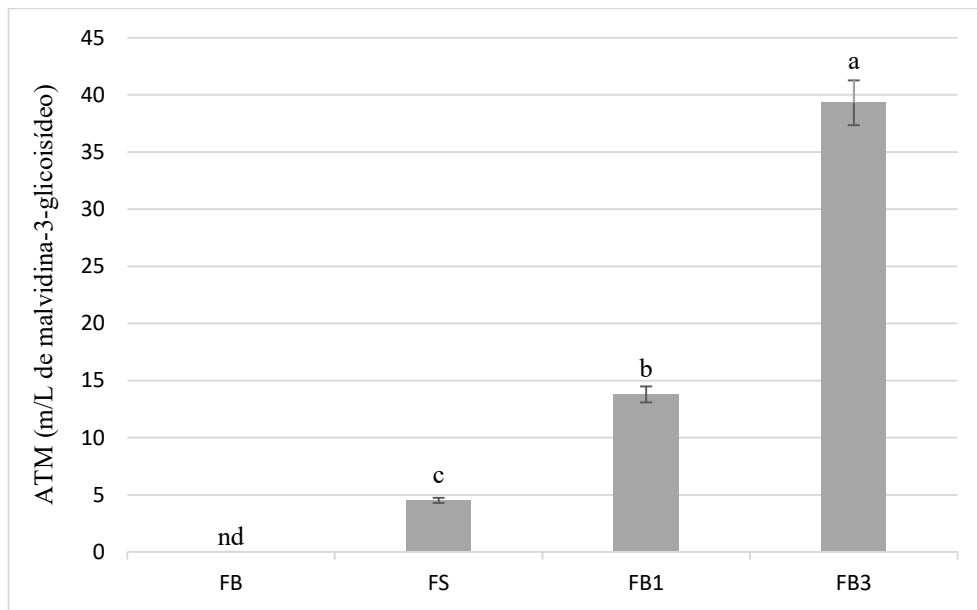
FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1 - kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca.

Fonte: Autora (2024).

Os valores de intensidade de cor observados no presente estudo estão de acordo aos encontrados na literatura por Pundhir *et al.* (2018) e Bianchi *et al.* (2023) que observaram a mesma tendência de aumento da intensidade da cor, conforme o aumento da concentração de borra adicionada em produtos alimentícios como soverte e *muffins*, respectivamente. Os autores também observaram relação direta entre o aumento da intensidade de cor e o teor de antocianinas monoméricas dos alimentos. Os mesmos pesquisadores também afirmaram que os alimentos com maior intensidade de cor apresentaram melhores atributos sensoriais, demonstrando uma relação positiva entre a coloração dos alimentos e a concentração de borra de vinho adicionada.

A concentração de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi avaliada nas amostras de kombuchas, e foi possível observar que todas as amostras apresentaram valores que diferiram estatisticamente ($p < 0,05$), conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Teor de antocianinas monoméricas totais das amostras de kombuchas.



Valores expressos como média \pm desvio padrão (n=3). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1- kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca. nd: não detectado.

Fonte: Autora (2024).

As antocianinas são pigmentos naturais amplamente distribuídos na natureza, encontradas em maior quantidade em frutas e vegetais vermelhos e roxos, como as uvas. Diferentes estudos *in vitro* e *in vivo* demonstra efeitos benéficos à saúde relacionados ao consumo de antocianinas (Tian *et al.*, 2021; Yue *et al.*, 2021).

De acordo com os resultados deste estudo, a amostra de kombucha base (FB) não apresentou antocianinas na composição, o que já era esperado, pois foi na formulação não apresentou nenhum ingrediente que contém teor de antocianinas significativos. A ausência de antocianinas é evidenciada nos resultados apresentados de intensidade de cor (Figura 4), onde a FB apresentou o menor parâmetro. Resultados semelhantes foram encontrados na avaliação do teor de antocianinas em kombucha a base de somente chá verde e preto, os quais apresentaram valores de 0,10 e 0,41 mg de antocianinas/100g de amostra, respectivamente, evidenciando o baixo teor de antocianinas em sua composição somente com a utilização dos chás (Santos *et al.*, 2019).

A concentração de ATM nas amostras variou de 0 a 39,30 mg/L, sendo que kombucha com a adição de 3% de borra (FB3) apresentou o maior teor de antocianinas monoméricas totais. Com este resultado, foi possível observar uma relação crescente entre as concentrações de borra adicionadas (1% e 3%) nas amostras com o teor de ATM e intensidade de cor das kombuchas. Pesquisadores também observaram essa mesma tendência de aumento da concentração de ATM

proporcional ao teor de borra de vinho adicionada da formulação de alimentos, como em biscoitos e geleias (Caponio *et al.*, 2024; Gümüş; Kamer; Kaynarca 2023). Também foi possível observar que a kombucha com adição de suco de uva (FS) apresentou valores de ATM (4,53 mg/L) cerca de 10 vezes menor que a kombucha com adição de 3% de borra de vinho (FB3).

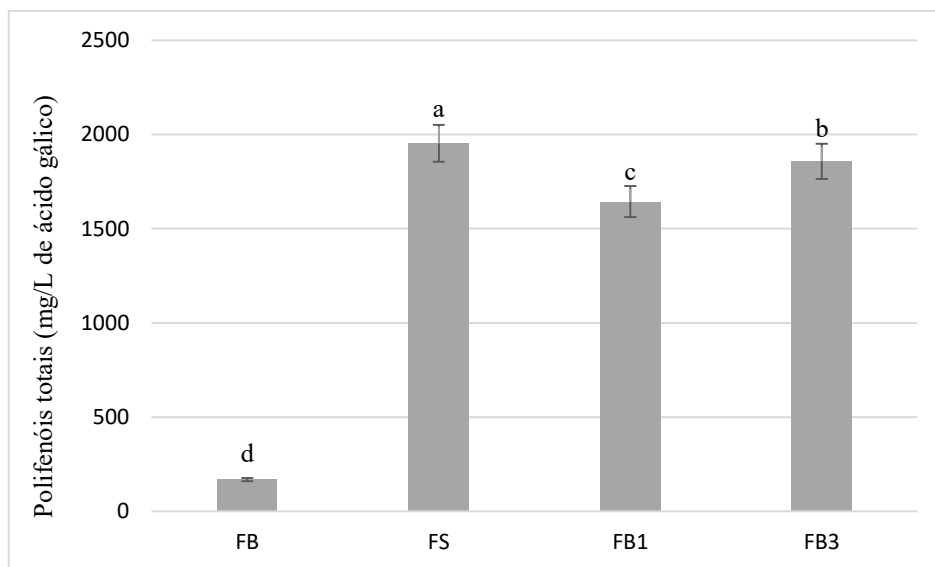
Estudos da literatura demonstram o potencial da aplicação de diferentes fontes de antocianinas na formulação de alimentos e bebidas, principalmente como potencial substituto de corantes artificiais. Mourtzinou *et al.* (2018) avaliou a melhoria da cor do iogurte substituindo o corante artificial por um extrato vermelho rico em antocianinas oriundo de subprodutos da cebola roxa, sendo adicionado antes e depois do processamento térmico. Os parâmetros de cor e teor de AMT no início e após quatro semanas de armazenamento foram avaliados. Os autores observaram que o teor de ATM apresentou uma pequena diminuição, no entanto, a coloração obtida não apresentou alteração durante o armazenamento, o que acarretou em boa estabilidade do produto. Em outro estudo, realizado por Albuquerque *et al.* (2020), que avaliou a incorporação de um extrato de antocianina obtido a partir do epicarpo de jabuticaba na produção de *macarons*, foi observado que o produto com adição do pigmento natural apresentou coloração mais estável do que aquele com adição de corante comercial durante 6 dias de armazenamento. Outro exemplo de aplicação de antocianinas foi trazido por Horincar *et al.* (2020), que aplicou o extrato de casca de berinjela em cerveja lager. A cerveja com adição de antocianinas apresentou maior potencial funcional e a cor passou de um amarelo claro para um amarelo avermelhado, apresentando boas características sensoriais. O uso do bagaço da de uva como potencial substituto para corante vermelho em biscoito foi avaliado por Pasqualone *et al.* (2014), que observaram que o produto final apresentou uma coloração intensa e com uma melhor aceitabilidade sensorial. Com base no exposto, produtos vegetais assim como os subprodutos do processamento, tornam-se fonte viáveis para a obtenção de pigmento natural, como as antocianinas, podendo ser um potencial substituto de corantes artificiais.

É importante ressaltar que as antocianinas também apresentam efeitos benéficos a saúde, principalmente devido à sua alta capacidade antioxidante (Fang, 2015). Extratos ricos em antocianinas demonstraram ter efeito na expressão de genes que regulam processos imunológicos, inflamatórios e apoptóticos (Pascual-Teresa, 2014). Benefícios da sua atividade também foram observados na prevenção e tratamento de doenças, pois possui efeitos anticancerígenos, antimutagênicos e cardioprotetores, além de ser reguladoras dos níveis de colesterol total, LDL, HDL e triglicérides, anticoagulantes e auxilia na prevenção de alterações neurológicas e cognitivas (Nakamura *et al.*, 2014; Thompson *et al.*, 2017; Wei *et al.*, 2017).

4.4 TEOR DE POLIFENÓIS TOTAIS

A adição de borra de vinho tinto e suco de uva nas amostras de kombuchas acarretou alterações na concentração de polifenóis totais, sendo que todas as amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$) conforme mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Teor de polifenóis totais das amostras de kombuchas.



Valores expressos como média \pm desvio padrão ($n=3$). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1- kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca.

Fonte: Autora (2024).

O teor de polifenóis totais (PT) nas amostras de kombucha variou de 168,45 a 1952,73 mg GAE/L, sendo a amostra com adição de suco de uva que apresentou a maior concentração de PT. Esse maior teor de polifenóis na amostra contendo suco de uva pode ser atribuído aos diferentes processos que originam o suco e as borras da vinificação, uma vez que o as borras são o resíduo da fermentação da uva e a maior parte dos polifenóis da uva permanecem no vinho e não são precipitados com as partes sólidas (Zamboni; Pagno; Brum 2024).

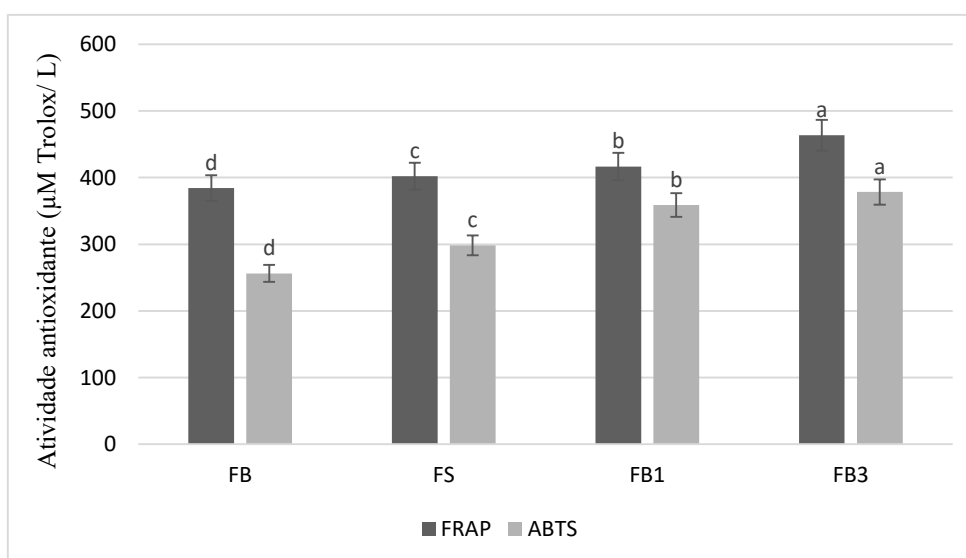
Além disso, observou-se que a adição de borra de vinho influenciou positivamente o teor de polifenóis em relação a kombucha base (FB), pois as formulações FB1 e FB3 adicionadas de 1% e 3% de borra de vinho, respectivamente, também apresentaram teores elevados de polifenóis (1643,6 e 1857,27 mg GAE/L, respectivamente). Resultados semelhantes foram demonstrados em estudos com adição de borra de vinho em matrizes alimentares (sorvete e filmes a base de gelatina de peixe), obtendo um aumento no teor de

polifenóis totais à medida que a quantidade de borra de vinho foi aplicada na formulação (Sharma *et al.*, 2013; Gumus, Kaynarca e Kamer 2024). Ao incorporar a borra de vinho no sorvete, Sharma *et al.* (2013) observaram que na amostra sem adição de borra o teor de polifenóis totais foi de 0,018 mg/g, enquanto a amostra com maior concentração de borra adicionada (40g/kg) apresentou 0,396 mg/g, evidenciando o aumento no teor de polifenóis no sorvete em aproximadamente 22 vezes.

4.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Atividade antioxidante das kombuchas foi avaliada por dois métodos *in vitro*, FRAP e ABTS, conforme demonstrado na Figura 8. Pode-se observar que todas as amostras apresentaram maior atividade antioxidante pelo método FRAP. Este método baseia-se na redução do complexo ferro férrico (Fe^{3+}) para ferroso (Fe^{2+}) pela presença de 2,4,6-tri (2-pyridil)-s-triazina (TPTZ) em condições ácidas. Já o método ABTS, se baseia na capacidade dos compostos antioxidantes presentes na reação de captura do radical livre ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico) (ABTS).

Figura 8 - Atividade antioxidante pelo método FRAP e ABTS (μM Trolox/ L) das amostras de kombuchas.



Valores expressos como média \pm desvio padrão (n=3). Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$) do mesmo método. FB - Formulação base da kombucha; FS - kombucha com adição de suco de uva integral; FB1- kombucha com adição de 1 % (m/v) de borra de vinho seca; FB3 - kombucha com adição de 3 % (m/v) de borra de vinho seca.

Fonte: Autora (2024).

Foi possível observar, que nos dois métodos avaliados, a adição da borra de vinho contribuiu com o aumento da capacidade antioxidante das bebidas. A amostra de kombucha com adição de 3% de borra (FB3) apresentou a maior capacidade antioxidante, 463,46 e 378,46 μM Trolox/ L, em relação aos métodos FRAP e ABTS, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Sharma e Aglawe (2022), que incorporaram borras de vinho tinto em iogurte, e evidenciaram que à medida que aumentavam a proporção de borra, também aumentava a atividade antioxidante do iogurte. Pundhir *et al.* (2018) observaram o mesmo efeito da adição de borra quando adicionaram em sorvetes, com um aumento da atividade antioxidante em até 8,36 vezes na maior concentração de borra adicionada (35 g/kg) em relação ao controle (0 g/kg).

Todos esses resultados indicam que a adição da borra influenciou positivamente a capacidade antioxidante das bebidas, já que possui uma elevada concentração de compostos fenólicos, principalmente de antocianinas. Essas substâncias são antioxidantes eficazes que auxiliam na neutralização de radicais livres e na prevenção de danos celulares (Mir-Cerdà *et al.*, 2023).

Foi realizado a correlação de Person para avaliar a relação entre a atividade antioxidante com o teor de antocianinas e o conteúdo de polifenóis. Observou-se uma correlação positiva e significativa entre as antocianinas e a atividade antioxidante ($r = 0,86$ e $r = 0,98$, $p < 0,05$). Esses dados demonstram que o aumento na concentração de antocianinas está associado a um incremento na atividade antioxidante, sugerindo que as antocianinas provenientes das borras de vinho tinto desempenham um papel na capacidade antioxidante das amostras.

Um estudo publicado por Pervin *et al.* (2014), avaliou os efeitos antioxidantes das antocianinas extraídas da casca da uva Aglianico em modelos *in vivo*. As antocianinas extraídas para a realização do extrato foram a malvidina-3-O-glicosídeo, petunidina-3-O-glicosídeo, delphinidina-3-O-glicosídeo e cianidina-3-O-rutinosídeo. Os extratos de antocianinas foram administrados por via oral em camundongos por 30 dias, onde observou-se um aumento significativo na atividade das enzimas antioxidantes, como SOD, CAT e GPx, no soro, fígado e cérebro dos animais. Esses resultados indicam que as antocianinas presentes na casca de uva tinta podem proteger contra o estresse oxidativo e tem potencial como agente antioxidante relevante, além de demonstrar atividade inibitória da acetilcolinesterase, sugerindo implicações neuroprotetoras.

5 CONCLUSÃO

Os resultados da caracterização química da kombucha com adição de borra de vinho tinto, evidenciaram a viabilidade de desenvolver uma bebida fermentada de alta qualidade, com significativo potencial antioxidante, utilizando esse subproduto.

A adição de borra de vinho tinto à kombucha não interferiu nos parâmetros físico-químicos da bebida, mantendo os valores de pH, sólidos solúveis e acidez total de acordo com o preconizado pela legislação brasileira. Esses resultados indicam que a incorporação deste resíduo pode ser realizada sem comprometer as características básicas da kombucha. O perfil de ácidos orgânicos da bebida com adição da borra, também demonstrou que a inclusão desse resíduo não afetou negativamente a formação dos ácidos normalmente encontrados da bebida, como o ácido acético e o ácido láctico, os quais são fundamentais para a manutenção da acidez e das características sensoriais da kombucha. A kombucha elaborada com 3% de borra apresentou maiores teores de antocianinas monoméricas totais, intensidade de cor e atividade antioxidante. Todas as formulações com adição de borra apresentaram maior teor de polifenóis totais que a kombucha base, sendo que a adição de 3% de borra acarretou em um aumento de cerca 11 vezes no teor de PT. No entanto, a amostra com adição de suco de uva apresentou concentração superior somente no teor de polifenóis totais em comparação as outras formulações.

Os resultados deste estudo demonstraram que a adição de borra de vinho tinto seca em diferentes concentrações apresentou resultados promissores, evidenciando a viabilidade de utilizar esse resíduo como uma alternativa para bebidas enriquecidas com compostos antioxidantes. Além disso, essa abordagem promove a valorização de um subproduto da indústria vinícola que, apesar de sua rica composição química, tem sido pouco explorado em estudos de aplicação em bebidas fermentadas. Estudos adicionais são necessários para determinar a aceitabilidade do produto pelos consumidores, além de investigar a biodisponibilidade desses compostos e seus potenciais efeitos à saúde.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, B. R. *et al.* Anthocyanin-rich extract of jabuticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat-and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. **Food Chemistry**, v. 316, p. 126364, 2020.
- Antón-Díaz, M. J. *et al.* Impact of different techniques involving contact with lees on the volatile composition of cider. **Food Chemistry**, v. 190, p. 1116-1122, 2016.
- Balmaseda, A. *et al.* Production of grape marc kombucha: Valorization of a wine by-product. **Food Science and Technology**, v. 210, p. 116882, 2024.
- Barcia, M. T. *et al.* Occurrence of low molecular weight phenolics in *Vitis vinifera* red grape cultivars and their winemaking by-products from São Paulo (Brazil). **Food Research International**, v. 62, p. 500-513, 2014.
- Benzie, I. F. F.; Strain, J. J. The ferrous reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v.239, p.70-76, 1996.
- Bianchi, F. *et al.* The potential of wine lees as a fat substitute for muffin formulations. **Foods**, v. 12, n. 13, p. 2584, 2023.
- Borges, M. S. *et al.* Enriched cereal bars with wine fermentation biomass. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 2, p. 542-547, 2020.
- Bortoletto, A. M.; Hunoff, T. S.; Alcarde A. R. Processos de vinificação para a obtenção de vinhos de qualidade no Brasil. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 14, p. 86-90, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019**. Estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de setembro de 2019.
- Bulos, R. B. A. *et al.* Scientific and technological research on the use of wine lees. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 25, 2023.
- Bustamante, M. A. *et al.* Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery industry. **Waste Management**, v. 28, n. 2, p. 372-380, 2008.
- Caponio, G. R. *et al.* Wine lees as functional ingredient to produce biscuits fortified with polyphenols and dietary fibre. **Food Science and Technology**, v. 198, p. 115943, 2024.
- Devesa-Rey, R. *et al.* Valorization of winery waste vs. the costs of not recycling. **Waste Management**, v. 31, n. 11, p. 2327-2335, 2011.
- Escobal, A. *et al.* Determination of acids and volatile compounds in red Txakoli wine by high-performance liquid chromatography and gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 823, p. 349-354, 1998.
- Fang, J. Classification of fruits based on anthocyanin types and relevance to their health effects. **Nutrition**, v. 31, n. 11-12, p. 1301-1306, 2015.

Filippou, P.; MItrouli, S.T.; Vareltzis, P. Sequential Membrane filtration to recover polyphenols and organic acids from red wine lees: The antioxidant properties of the spray-dried concentrate. **Membranes**, v. 12, n. 4, p. 353, 2022.

Giusti M. M.; Wrolstad R. E. **Anthocyanins: characterization and measurement with UV-visible spectroscopy**, F1.2.1-13. In: Wrolstad, R.E. Current protocols in food analytical chemistry. New York: John Wiley & Sons Inc., 2001.

Glories, Y. La couleur des vins rouges. **Connaissance Vigne Vin**, v. 18, n. 4, p. 253-271, 1984.

Gümüş, T.; Kamer, D. D. A.; Kaynarca, G. B. Investigating the potential of wine lees as a natural colorant and functional ingredient in jelly production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 104, n. 3, p. 1357-1366, 2024.

Gümüş, T.; Kaynarca, G. B.; Kamer, D. D. A. Optimization of an edible film formulation by incorporating carrageenan and red wine lees into fish gelatin film matrix. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 258, p. 128854, 2024.

Horincar, G. *et al.* Value-added lager beer enriched with eggplant (*Solanum melongena* L.) peel extract. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 731, 2020.

Iseppi, A. *et al.* A novel approach for the valorization of wine lees as a source of compounds able to modify wine properties. **Food Science and Technology**, v. 136, p. 110274, 2021.

Jackson, R. S. Chemical constituents of grapes and wine. In: Jackson, R. S. **Wine science: Principles and applications**. 5th ed. London: Academic Press, 2020. p. 375-459.

Jackson, R. S. **Wine science: principles and applications**. 3rd ed. London: Academic Press, 2008. p. 789.

Kamer, D. D. A. *et al.* Waste to value: Enhancing xanthan gum hydrogel with wine lees extract for optimal performance. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 259, p. 129342, 2024.

Kaynarca, G. B. Characterization and molecular docking of sustainable wine lees and gelatin-based emulsions: innovative fat substitution. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2024.

Kokkinomagoulos, E.; Kandylis, P. Sustainable exploitation of wine lees as yeast extract supplement for application in food industry and its effect on the growth and fermentative ability of *Lactiplantibacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8449, 2024.

Kontogiannopoulos, K. N.; Patsios, S. I.; Karabelas, A. J. Tartaric acid recovery from winery lees using cation exchange resin: Optimization by Response Surface Methodology. **Separation and Purification Technology**, v. 165, p. 32-41, 2016.

Lafka, T. I.; Sinanoglou, V.; Lazos, E. S. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1206-1214, 2007.

Landeka, I. *et al.* Polyphenols from wine lees as a novel functional bioactive compound in the protection against oxidative stress and hyperlipidaemia. **Food Technology and Biotechnology**, v. 55, n. 1, p. 109, 2017.

La-Torre, M. P. D.; Priego-Capote, F.; Castro, M. D. L. Characterization and comparison of wine lees by liquid chromatography–mass spectrometry in high-resolution mode. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 4, p. 1116-1125, 2015.

Lavelli, V. *et al.* Degradation kinetics of encapsulated grape skin phenolics and micronized grape skins in various water activity environments and criteria to develop wide-ranging and tailor-made food applications. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 39, p. 156-164, 2017.

López-Fernández-Sobrino, R. *et al.* Enzyme-assisted extraction to obtain phenolic-enriched wine lees with enhanced bioactivity in hypertensive rats. **Antioxidants**, v. 10, n. 4, p. 517, 2021.

Mourtzinos, I. *et al.* Natural food colorants derived from onion wastes: Application in a yoghurt product. **Electrophoresis**, v. 39, n. 15, p. 1975-1983, 2018.

Nakamura, S. *et al.* Delphinidin 3, 5-O-diglucoside, a constituent of the maqui berry (*Aristotelia chilensis*) anthocyanin, restores tear secretion in a rat dry eye model. **Journal of Functional Foods**, v. 10, p. 346-354, 2014.

OIV. Office International de la Vigne et du Vin. Recueil des Méthodes Internationales, p.70-76, 2019.

Palacios, S.; Vasserot, Y.; Maujean, A. Evidence for sulfur volatile products adsorption by yeast lees. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 48, n. 4, p. 525-526, 1997.

Pascual-Teresa, S. Molecular mechanisms involved in the cardiovascular and neuroprotective effects of anthocyanins. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 559, p. 68-74, 2014.

Pasqualone, A. *et al.* Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. **Food Research International**, v. 65, p. 385-393, 2014.

Pérez-Bibbins, B. *et al.* Potential of lees from wine, beer and cider manufacturing as a source of economic nutrients: An overview. **Waste Management**, v. 40, p. 72-81, 2015.

Pérez-Serradilla, J. A.; Castro, M. D. L. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1652-1659, 2011.

Pérez-Serradilla, J. A.; Castro, M. D. L. Role of lees in wine production: A review. **Food Chemistry**, v. 111, n. 2, p. 447-456, 2008.

Pundhir, A. *et al.* Improvement in functional, rheological and sensory properties of low sugar ice cream by adding fine wine lees. **Progressive Horticulture**, v. 50, n. 2, p. 118-123, 2018.

Rahman, M. M. *et al.* Role of phenolic compounds in human disease: current knowledge and future prospects. **Molecules**, v. 27, n. 1, p. 233, 2021.

- Re, R *et al.* Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology Medicine**, v.26, p.1234-1237, 1999.
- Reis, G. M. *et al.* Vitis vinifera L. cv Pinot noir pomace and lees as potential sources of bioactive compounds. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 67, n. 7, p. 789-796, 2016.
- Ribéreau-Gayon, P. *et al.* **Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments**. 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006. v. 2, p. 451.
- Rizzon, L. A. *et al.* Efeito da fermentação maloláctica na composição do vinho tinto. **Ciência Rural**, v. 27, p. 497-500, 1997.
- Rizzon, L. A.; Dall’Agnol, I. **Vinho branco**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 1-46.
- Rizzon, L. A.; Dall’Agnol, I. **Vinho tinto**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 1-45.
- Rizzon, L. A.; Miele, A. Concentração de ácido tartárico dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 31, p. 893-895, 2001.
- Rockenbach, I. I. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, v. 44, n. 4, p. 897-901, 2011.
- Romero-Díez, R. *et al.* Microwave and ultrasound pre-treatments to enhance anthocyanins extraction from different wine lees. **Food Chemistry**, v. 272, p. 258-266, 2019.
- Romero-Díez, R. *et al.* Phenolic characterization of aging wine lees: Correlation with antioxidant activities. **Food Chemistry**, v. 259, p. 188-195, 2018.
- Santos, P. V. S.; Leite, Â. A. M. Identificação de produtos secundários da vinificação: um estudo de caso. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 650-666, 2020.
- Santos, Y. M. A. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de kombucha a base de diferentes chás e adoçados com açúcar demerara. **Rev. Bras. de Gestão Ambiental** v. 13, n. 02, p. 01-08, 2019.
- Sharma, A. K. *et al.* Use of fine wine lees for value addition in ice cream. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 592-596, 2015.
- Sharma, A. K.; Aglawe, M. K. Addition of processed fine wine lees of cabernet sauvignon to improve nutraceutical properties of yoghurt. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 92, n. 1, p. 141-147, 2022.
- Silva, L. M. L. R. Caracterização dos subprodutos da vinificação. **Millenium**, p. 123-133, 2003.

Silva, M. E. T. *et al.* Avaliação do potencial de utilização de casca de uva no desenvolvimento de kombucha. **Nutrivisa-Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 11, n. 1, p. 12132, 2024.

Singleton, V. L.; Rossi, J. A. Colourimetry of total phenolics with phosphomolibdicphosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

Stefanon, C. A. *et al.* Phenolic composition and antioxidant activity in sparkling wines: Modulation by the ageing on lees. **Food Chemistry**, v. 145, p. 292-299, 2014.

Tao, Y.; García, J. F.; Sun, D. W. Advances in wine aging technologies for enhancing wine quality and accelerating wine aging process. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, n. 6, p. 817-835, 2014.

Thompson, K.; Pederick, W.; Santhakumar, A. B. Anthocyanins in obesity-associated thrombogenesis: a review of the potential mechanism of action. **Food & function**, v. 7, n. 5, p. 2169-2178, 2016.

Tian, H. *et al.* Exploring the effects of anthocyanins on volatile organic metabolites of alzheimer's disease model mice based on HS-GC-IMS and HS-SPME-GC-MS. **Microchemical Journal**, v. 162, p. 105848, 2021.

Tonon, R. V. *et al.* **Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria** treatments. 2nd ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006. v. 2, p. 451.

Vuuren, H. J. J. V.; Dicks, M. T. *Leuconostoc oenos*: A review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 1, p. 99-112, 1993.

Wanderley, B. R. S. M. *et al.* Influence of the addition of strawberry guava (*Psidium cattleianum*) pulp on the content of bioactive compounds in kombuchas with yerba mate (*Ilex paraguariensis*). **Food Science and Technology**, v. 43, e00063, 2023.

Wei, J. *et al.* Anthocyanins delay ageing-related degenerative changes in the liver. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, p. 425-431, 2017.

Yue, E. *et al.* Anthocyanin protects cardiac function and cardiac fibroblasts from high-glucose induced inflammation and myocardial fibrosis by inhibiting IL-17. **Frontiers in Pharmacology**, v. 11, p. 593633, 2021.

Zamboni, F.; Pagno, A. R.; Brum, T. F. Quantificação de polifenóis em suco de uva integral por espectrofotometria. **Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 13-24, 2024.