

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL - CAMPUS BENTO GONÇALVES**

**POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO MADEIRAS BRASILEIRAS NO
AFINAMENTO DE VINHOS BRANCOS**

Camila Lazzari

Bento Gonçalves

2024

Camila Lazzari

**POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO MADEIRAS BRASILEIRAS NO
AFINAMENTO DE VINHOS BRANCOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia – Campus Bento Gonçalves, como requisito parcial para a obtenção do grau de tecnólogo em Viticultura e Enologia.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Ficagna

Co-orientador: Dr. Bruno Cisilotto

Bento Gonçalves

2024

Camila Lazzari

**POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO MADEIRAS BRASILEIRAS NO
AFINAMENTO DE VINHOS BRANCOS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia – Campus Bento Gonçalves, como requisito parcial para a obtenção do grau de tecnólogo em Viticultura e Enologia.

TCC APROVADO EM 29 DE NOVEMBRO DE 2024.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Ficagna

Co-orientador: Dr. Bruno Cisilotto

Dra. Shana Paula Segala Miotto

Profa. Dra. Giselle Ribeiro de Souza

Bento Gonçalves

2024

AGRADECIMENTOS

Certa vez, Antoine de Saint-Exupéry escreveu em seu livro mais famoso: “aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.” Ninguém vive só, e com isso somos influenciados e estamos sempre em constante aprendizado. As pessoas com as quais convivemos durante as várias etapas de nossas vidas exercem sobre nós o poder da mudança interna e externa, participando do nosso desenvolvimento, alterando nosso modo de enxergar as coisas e até mesmo de viver.

Entendo a vida como vários ciclo interligados (pessoal/familiar, profissional e individual) e segundo Stephen King, “se for *Ka* (destino) virá como o vento, e seus planos resistirão assim como um celeiro a um tornado”. Alguns ciclos são encerrados enquanto outros estão apenas começando e nos moldamos e adaptamos, tentando não ligar as linhas desses ciclos individuais, para que possam seguir firmes num ciclo enquanto o outro desmorona. A vida tem dessas, de mudar nossos planos e nos ensinar que nada por ser controlado.

Dito isso, eu gostaria de agradecer a toda minha família, que sempre esteve presente ao longo desses anos; ao meu orientador, professor Dr. Evandro Ficagna, e ao meu co-orientador, Dr. Bruno Cisilotto, por todo o apoio prestado e todos os ensinamentos compartilhados. Gostaria de agradecer também a toda equipe da vinícola-escola que auxiliou para que a realização desse trabalho fosse possível.

Agradeço a vinícola Salton e a vinícola Garibaldi pela doação dos vinhos e à Embrapa e a professora Dr. Juliane Barreto de Oliveira pelo auxílio nas análises químicas. Agradeço também ao Instituto Federal Do Rio Grande do Sul por tornar possível a conclusão desse trabalho.

RESUMO

A utilização de barricas de madeira nas práticas enológicas é altamente valorizada visto que seu contato com o vinho influencia características físico-químicas e sensoriais. Levando em consideração que o Brasil possui uma grande diversidade de madeiras ainda pouco exploradas na área enológica no que concerne a confecções de alternativos de madeiras para o tradicional carvalho, o objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do uso de madeiras brasileiras nas características colorimétricas e nos perfis fenólicos e sensoriais de duas variedades de vinhos brancos (Boschera/Peverella e Chardonnay). Para isso, os vinhos permaneceram em contato, por 15 dias, com cubos de seis variedades diferentes de madeiras brasileiras (Castanheira – *Bertholletia excelsa*; Cabreúva – *Myroxylon peruiferum*; Jequitibá – *Cariniana Micrantha*; Putumuju - *Centrolobium tomentosum*; Amburana – *Amburana acreana*; Ipê - *Handroanthus spongiosus*.), sem tosta e com tosta média. Foram utilizados 4 cubos por litro de vinho, com dimensões de 1 cm³ cada. As características colorimétricas dos vinhos foram determinadas de acordo com o método OIV-MA-AS2-11, usando o sistema CIELab e o teor de polifenóis totais (IPT) foi realizado através do índice de Ribéreau-Gayon; para ambas as análises foi utilizado um espectrofotômetro UV/VIS. O perfil fenólico foi analisado por Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas (CLUE/EM). O método de análise sensorial utilizado foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), tendo sido realizados dois encontros com doze avaliadores experientes em análises sensoriais de vinhos. Como resultados, em relação a mudança de cor, todos vinhos que permaneceram em contato com as madeiras mostraram uma tendência ao aumento da intensidade de cor, tanto no perfil visual da análise sensorial quanto na análise de cor pelo sistema CIELab. No que concerne ao teor de polifenóis totais, foi possível perceber a tendência ao aumento nos vinhos que tiveram contato com as madeiras, evidenciando a influência das madeiras no IPT dos vinhos. No que diz respeito aos compostos flavonóides e não-flavonóides, os dados não permitiram traçar um perfil de polifenóis distinto pois algumas madeiras têm a capacidade de aumentar esses compostos nos vinhos, assim como outras causam a sua diminuição e, em alguns casos, a sua não detecção, e isso pode mudar, inclusive, de acordo com a variedade do vinho. Quanto à análise sensorial, os vinhos controle (sem adição de madeiras) apresentaram atributos aromáticos mais frutados e florais que os vinhos com

adição de madeiras; estes, por sua vez, apresentaram valores mais elevados de atributos “amadeirados”, de “oleaginosas” e “especiarias”, bem como mudanças nas características gustativas, resultando em descritores como “adstringência”, “persistência” e “corpo”. Conclui-se que cada madeiras interage de forma distinta dentro das variedades de vinhos testadas. Isso pode ter influência devido a composição química dos vinhos e as peculiaridades das madeiras utilizadas. Além disso, um maior tempo de contato dos vinhos com as madeiras poderia favorecer o desenvolvimento de um perfil mais definido para cada variedade de vinho e espécie de madeira.

Palavras-chave: madeira brasileira; vinho branco; análise sensorial; polifenóis; CIELab.

ABSTRACT

The use of wooden barrels in winemaking practices is highly valued since their contact with wine influences its physical-chemical and sensory characteristics. Considering that Brazil has a wide diversity of wood species still largely unexplored in enology, regarding the production of alternatives to traditional oak, this study aimed to evaluate the impact of Brazilian woods on the colorimetric characteristics, phenolic profiles, and sensory attributes of two white wine varieties (Boschera/Peverella and Chardonnay, both from the 2024 harvest). For this purpose, the wines were aged for 15 days with wood cubes from six different Brazilian species (Castanheira – *Bertholletia excelsa*; Cabreúva – *Myroxylon peruiferum*; Jequitibá – *Cariniana micrantha*; Putumuju – *Centrolobium tomentosum*; Amburana – *Amburana acreana*; Ipê – *Handroanthus spongiosus*.), both untoasted and medium-toasted. Four cubes per liter of wine were used, each measuring 1 cm³. The colorimetric characteristics of the wines were determined according to the OIV-MA-AS2-11 method, using the CIELab system, and the total polyphenol index (TPI) was analyzed using the Ribéreau-Gayon index; both analyses were performed with a UV/VIS spectrophotometer. The phenolic profile was analyzed using Ultra-High-Performance Liquid Chromatography coupled with Mass Spectrometry (UHPLC-MS). The sensory analysis method used was Quantitative Descriptive Analysis (QDA), conducted in two sessions with twelve evaluators experienced in wine sensory analysis. Results indicated that in terms of color changes, all wines in contact with wood showed a tendency toward increased color intensity, observable both in the visual profile of sensory analysis and in the color's analysis using the CIELab system. Regarding total polyphenol content, a trend towards increase was observed in wines exposed to wood, highlighting the influence of wood on wine TPI. Concerning flavonoid and non-flavonoid compounds, the data did not allow for a distinct polyphenol profile, as some woods increased these compounds in the wines, while others reduced or even inhibited their detection, which varied also by wine variety. In sensory analysis, the control wines (without wood contact) exhibited more fruity and floral aromatic attributes than the wines with wood, which instead presented higher levels of “woody,” “nutty,” and “spicy” attributes, along with changes in gustatory characteristics, resulting in descriptors such as “astringency,” “persistence,” and “body.” It

was concluded that each wood species interacts uniquely with the tested wine varieties, potentially influenced by the chemical composition of the wines and the specific properties of each wood species. Additionally, a longer contact time with the woods might enhance the development of a more defined profile for each wine variety and wood species.

Keywords: Brazilian wood; white wine; sensory analysis; polyphenols; CIELab.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADQ	Análise Descritiva Qualitativa
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CLUE-EM	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplado à Espectrometria de Massas Sequencial
SISDEVIN	Sistema de Declarações Vinícolas
IPT	Índice de Polifenóis Totais
ISO	Organização Internacional de Padronização, do inglês <i>International Standard Organization</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OIV	Organização Internacional da Vinha e do Vinho, do inglês <i>International Organisation of Vine and Wine</i>

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxonomia e nomenclatura de algumas espécies de madeira brasileira com potencial enológico.....	21
Tabela 2. Estrutura química dos principais compostos fenólicos encontrados nos vinhos. .	23
Tabela 3. Características físico-químicas dos vinhos base utilizados no estudo	32
Tabela 4. Características cromáticas utilizando o sistema de coordenadas CIELab em vinhos brancos das variedades Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uva branca <i>Vitis Vinifera</i> Chardonnay	18
Figura 2. Uva branca <i>Vitis Vinifera</i> Peverella/Boschera.....	19
Figura 3. Estrutura básica dos compostos flavonóides.....	22
Figura 4. Diagrama das coordenadas colorimétricas L*a*b* de acordo com o CIE (<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>).	34
Figura 5. Índice de Polifenóis Totais (IPT) expressos em mg.L ⁻¹ de epicatequinas encontrados nos vinhos das variedades Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras, por 15 dias.	39
Figura 6. Composição de flavonóis, estilbeno, flavanonol e ácido fenólico nos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias.....	40
Figura 7. Composição de flavanóis nos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias.	41
Figura 8. Atributos aromáticos que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Peverella/Boschera armazenados com diferentes madeiras.....	44
Figura 9. Atributos aromáticos que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Chardonnay armazenados com diferentes madeiras	46
Figura 10. Perfil aromático dos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados em contato com diferentes madeiras brasileiras, sem e com tosta, por 15 dias.	48
Figura 11. Atributos gustativos e avaliação geral que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Peverella/Boschera armazenados com diferentes madeiras...	49
Figura 12. Atributos gustativos e avaliação geral que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Chardonnay armazenados com diferentes madeiras.	50
Figura 13. Perfil aromático dos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados em contato com diferentes madeiras brasileiras, sem e com tosta, por 15 dias.	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. PANORAMA GERAL DA VITICULTURA.....	15
2.1.1. Progresso da vitivinicultura.....	15
2.1.2. Cultivares brancas e sua importância na vitivinicultura brasileira.....	17
2.2. USO DE ALTERNATIVOS DE MADEIRAS	19
2.3. COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO.....	21
2.4. ANÁLISE SENSORIAL	25
2.5. TRABALHOS RELACIONADOS	26
3. OBJETIVOS.....	30
3.1. OBJETIVO GERAL	30
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1. AMOSTRAS E REAGENTES	31
4.2. VINHOS EXPERIMENTAIS.....	31
4.3. ANÁLISES QUANTITATIVAS.....	32
4.3.1. Características cromáticas	32
4.3.2. Índice de Polifenóis totais (IPT).....	34
4.3.3. Análises de compostos fenólicos.....	34
4.4. ANÁLISE SENSORIAL	35
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
5. RESULTADOS.....	37
5.1. ANÁLISES QUANTITATIVAS.....	37

	13
5.1.1. Características cromáticas	37
5.1.2. Polifenóis totais	38
5.1.3. Análises dos compostos fenólicos	39
5.2. ANÁLISE SENSORIAL	43
5.2.1. Perfil visual.....	43
5.2.2. Perfil aromático	43
5.2.3. Perfil gustativo e avaliações gerais.....	49
6. DISCUSSÃO GERAL	53
6.1. COMPOSIÇÃO FENÓLICA E CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS	53
6.2. ANÁLISE SENSORIAL	58
7. CONCLUSÕES.....	63
8. REFERÊNCIAS	65
9. ANEXOS.....	72
9.1. ANEXO I. Madeiras brasileiras utilizadas no trabalho	72
9.2. ANEXO II. Cadastro das madeiras brasileiras utilizadas no trabalho no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen)	73
9.3. ANEXO III. Parecer do projeto na Plataforma Brasil	75
9.4. ANEXO IV. Poster exibido no 45º congresso mundial da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV)	79

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A prática enológica no Brasil é historiada desde o começo de sua colonização e a Serra Gaúcha, assim como as demais regiões vitivinícolas brasileiras, apresentam algumas características, como diversidade climática, tipo de solo e cultivares de videiras bem adaptadas, que propiciam a produção de vinhos com boa qualidade sensorial, em se tratando de cor, aroma e sabor, sendo que os vinhos brancos ganham destaque devido ao seu equilíbrio em acidez, resultando em vinhos brancos frescos varietais e boas bases para vinhos espumantes. Além disso, dependendo das práticas enológicas aplicadas, como envelhecimento em contato com madeiras, pode-se conseguir vinhos mais estruturado, com um aporte maior de complexidade aromática e sensorial.

Tradicionalmente, os barris de madeira sempre estiveram presentes na elaboração de vinhos, servindo para a produção e fermentação, estocagem, transporte e mais recentemente para o envelhecimento, visando melhorar a qualidade final do produto. O Brasil possui uma vasta variedade de flora, o que torna interessante estudar o comportamento das madeiras brasileiras frente ao envelhecimento de bebidas alcoólicas. Na elaboração da Cachaça, um típico destilado brasileiro da cana de açúcar, diversas espécies de madeira brasileiras já são utilizadas, conferindo à bebida compostos característicos de cada espécie, possibilitando a diversificação do produto e valorização das espécies nativas do país.

Na elaboração de vinhos acredita-se que essas madeiras brasileiras também possam enriquecer o “buquê aromático”, sendo uma opção para agregar características organolépticas positivas ao vinho. Elas podem aportar um aumento na complexidade e nos compostos fenólicos, bem como atribuir aromas específicos das variedades para o vinho. Durante a passagem por madeira uma diversidade de compostos fenólicos é incorporada à bebida, como fenóis simples e polifenóis, e diversas reações químicas ocorrem, caracterizando o processo de maturação da bebida e influenciando em seus atributos sensoriais.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial enológico de diferentes espécies de madeiras brasileiras no processo de afinamento de vinhos brancos estocados por 15 dias em contato com 6 madeiras brasileiras diferentes, com e sem tosta. Para isso, avaliou-se o perfil fenólico e sensorial de duas variedades de vinhos brancos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PANORAMA GERAL DA VITICULTURA

A produção mundial de uvas ocupa uma área de aproximadamente 7,3 milhões de hectares, segundo dados da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2023). Segundo essa mesma organização, a área destinada ao cultivo de uvas no Brasil é de 81 mil hectares, o que faz com que o país ocupe o 22º lugar em área cultivada por videira no mundo. Atualmente, a produção mundial de vinhos é de aproximadamente 260 milhões de hectolitros anuais, sendo o Brasil responsável pela elaboração de 2,3 milhões de hectolitros, o 15º maior produtor de vinhos do mundo (OIV, 2023).

A viticultura brasileira está difundida em diferentes zonas de produção, incluindo regiões de clima temperado, como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, subtropical no norte do Paraná e leste de São Paulo e tropical principalmente no Vale do Submédio São Francisco, o noroeste Paulista e o norte de Minas Gerais, tendo expandindo-se também para o Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Rondônia, Ceará e Piauí (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

O Rio Grande do Sul é o estado brasileiro responsável pela maior produção de uvas e vinhos no país, sendo que a extensão do território destinado a plantação de vinhedos é de aproximadamente 47 mil hectares, o que representa cerca de 62% da área vitícola nacional destinada ao cultivo de vinhas no Brasil. Ele é dividido em quatro regiões: a Serra Gaúcha, a Região da Campanha, a Serra do Sudeste e os Campos de Cima da Serra (MELLO; MACHADO, 2022).

2.1.1. Progresso da vitivinicultura

Apesar de a introdução das videiras ter ocorrido em meados de 1500, com a colonização portuguesa, foi com a imigração italiana, em meados de 1875, que a cultura vitivinícola ganhou espaço para o desenvolvimento e que o setor progrediu a fim de se tornar uma atividade socioeconômica importante no sul do país. Os imigrantes, vindos principalmente da região de Vêneto e Trento, trouxeram videiras da espécie *Vitis vinifera*, originárias da

Ásia-Europa. Contudo, devido as condições ambientais e geográficas desafiadoras ao cultivo das *Vitis vinifera*, principalmente em consequência do clima temperado úmido da região, a espécie *Vitis labrusca*, e outras cultivares híbridas, originárias da América do Norte, foram sendo cultivadas em predominância. Essa espécie se mostrou mais adaptada ao clima e solo da região, apresentando maiores resistências a doenças e pragas (MANDELLI; ALBERTO; TONIETTO, 2009).

No início da chegada dos imigrantes italianos, o cultivo das videiras e a produção de vinhos era tido como agricultura de subsistência para consumo familiar. Com o passar dos anos, por volta de 1910, a incrementação nas técnicas de cultivo de uva e produção de vinhos se tornou mais expressiva, favorecendo assim a comercialização desse produto numa escala maior. Nos anos seguintes houve a instalação de cooperativas e empresas de industrialização, o que deu início a um mercado interno de vinhos, fazendo com que o Brasil importasse vinhas provenientes da Europa, visando um aumento na qualidade dos mesmos (CAVALCANTE, 2016).

A introdução das *Vitis vinifera*, no início da colonização, se deu com cultivares italianas como a Barbera, Bonarda, Peverella, Marzemino, Trebbiano, entre outros. No início dos anos 1900, com a expansão no cultivo das variedades americanas e diante da maior facilidade de manejo das mesmas, as cultivares trazidas com os primeiros imigrantes italianos foram praticamente extintas. Em meados de 1950, quando as mudas de *Vitis vinifera* começaram a ser importadas pelo Brasil, as castas francesas Cabernet Franc e Merlot, e as italianas Riesling Itálico e Moscato Giallo foram as de maior relevância. Nos anos seguintes, entre 1970 e 1980, outras cultivares francesas passaram a fazer parte das castas mais cultivadas no Brasil, como Cabernet Sauvignon, Tannat, Sémillon e Chardonnay (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

Atualmente a produção de uvas do tipo *Vitis vinifera* representa 15% do total de uvas cultivadas, apresentando um crescimento de 40% nos últimos anos (2020, 2021, 2022 e 2023). O mercado brasileiro de vinhos finos sofre grande concorrência com os vinhos importados, mas nos últimos anos pode-se perceber o aumento na comercialização interna de vinhos nacionais; já em relação aos espumantes, produzidos com *Vitis vinifera*, em sua grande maioria uvas brancas, a venda de produtos nacionais supera em grande quantidade a de produtos importados (SISDEVIN, 2023).

2.1.2. Cultivares brancas e sua importância na vitivinicultura brasileira

O aumento na produção de uvas *Vitis vinifera* propicia a crescente elaboração de vinhos finos, a qual apresentou um acréscimo de 19,5% na sua produção nos últimos 5 anos, atingindo uma quantidade de 46,3 milhões de litros elaborados no Rio Grande do Sul. Dentre os vinhos finos, o vinho branco representa, aproximadamente, 48% do total produzido; porém, a produção de uvas brancas *Vitis vinifera* é ainda maior devido a essas uvas serem utilizadas também na elaboração de vinhos base de espumantes moscatéis, bem como os elaborados pelo método tradicional ou pelo método *charmat*, o que garante uma produção de aproximadamente 13,8 milhões de litros de vinhos base espumantes (SISDEVIN, 2023).

A Serra Gaúcha é maior e mais tradicional região vitivinícola do Rio Grande do Sul. De acordo com a Classificação Climática Multicritério (CCM), que leva em consideração três índices (hídrico, heliotérmico e nictotérmico), essa região é classificada como úmida, temperada quente, de noites temperadas), sendo o clima classificado como clima temperado (segundo a classificação de koeppen, Cfb) (TONIETTO et al., 2012).

Esse clima temperado, com a condição de clima úmido, favorece a obtenção de uvas propícias para a elaboração de vinhos brancos finos, tranquilos e bases espumantes por apresentarem uma acidez necessária e que valoriza os produtos obtidos. Desta forma, os produtos apresentam geralmente uma baixa intensidade de cor, com um matiz amarelo-pálido, com reflexos esverdeados. O aroma é caracterizado por notas cítricas, maçã verde, carambola e flores brancas. No paladar, mantém uma intensidade moderada, apresentando moderado conteúdo alcoólico, ataque seco e acidez relativamente marcante e persistente, sendo conhecidos como vinhos frescos (TONIETTO et al., 2012). A uva Chardonnay é uma das principais variedades produzidas na região para a elaboração desses vinhos brancos, enquanto a Peverella/Boschera é uma variedade com importância histórica para a Serra Gaúcha.

- Chardonnay (Figura 1): uva de origem francesa, possivelmente de Borgonha, reconhecida como uma das regiões que produz alguns dos melhores vinhos brancos elaborados; ainda na França, na região de Champagne, a uva Chardonnay é utilizada de

forma varietal, ou na composição de cortes para a elaboração do Champagne, sendo considerados complexos e de alta qualidade (GAMBETTA et al., 2014). A uva Chardonnay se tornou uma das variedades de uvas brancas mais cultivadas e apreciadas no mundo, sendo extremamente adaptável ao terroir (clima, solo e prática de cultivo), o que fez com que ela se adaptasse bem as condições climáticas da Serra Gaúcha. Ela é uma cultivar de brotação precoce, com colheita no início da safra, o que garante uma maior qualidade na uva devido ao clima úmido da região. Os vinhos produzidos com essa uva apresentam uma ampla gama de estilos e sabores, por isso ela é muito utilizada na elaboração de vinhos finos brancos tranquilos ou bem estruturados, com ou sem passagem por barricas de madeira, e é muito processada para a elaboração de vinhos bases espumantes. A uva madura consegue preservar sua acidez, o que permite a elaboração de produtos frescos, com notas de frutas cítricas e tropicais (Embrapa, consulta *on-line*). Essas características da uva Chardonnay permitiram que o segmento de espumantes brasileiros ganhasse reconhecimento internacional, consolidando a Serra Gaúcha como um polo de excelência.

Figura 1. Uva branca *Vitis Vinifera* Chardonnay



Fonte: Embrapa Uva e Vinho (*on-line*)

- Peverella/Boschera (Figura 2): Por meio da análise de *fingerprinting* usando marcadores microssatélites de referência e comparando com o banco de dados do Vitis International Variety Catalogue (VIVC) foi determinado, que a cultivar conhecida no Brasil como Peverella é equivalente a cultivar conhecida como Boschera na Itália (número de variedade VIVC = 1576; Registro Nacional de Variedades de Vinhas (Itália), código: 326) (CISILOTTO et al., 2023). A produção desta variedade de uva vem decrescendo há vários

anos, tendo saído de uma produção de 190 mil quilos cultivados em 2004 para 16 mil nos anos de 2016 e 2017; atualmente essa produção se mantém em torno de 45 mil quilos de uvas produzidas (SISDEVIN, 2024, consulta *on-line*). Essa diminuição pode estar associada a fatores como: declínio da planta provocado por agentes fitopatogénos, como vírus; alternância de produção entre os anos; estímulo ao plantio de outras cultivares viníferas (MELLO; MACHADO, 2017). Por ter sido uma das primeiras uvas trazida da Itália pelos imigrantes, alguns vitivinicultores almejam resgatar o cultivo e a vinificação dessa uva histórica para a cultura vitivinícola brasileira, respeitando o terroir em que ela se encontra e trabalhando para que sua adaptação ao clima e solo permitam a elaboração de produtos com qualidade (ROMANO et al., 2019).

Figura 2. Uva branca *Vitis Vinifera* Peverella/Boschera



Fonte: Embrapa Uva e Vinho (*on-line*)

Essas uvas podem ser utilizadas para a elaboração de vinhos brancos finos, vinhos tranquilos e/ou vinhos base de espumantes. A técnica utilizada na elaboração desses vinhos vai determinar as características organolépticas finais no produto. Eles podem permanecer com suas características varietais, devendo ser consumidos ainda jovens para evitar a perda de frescor e as características frutadas; ou podem passar por algumas práticas enológicas, como envelhecimento em contato com madeiras, resultando em vinhos mais estruturados, com um aporte maior de complexidade aromática e sensorial (ALANÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018).

2.2. USO DE ALTERNATIVOS DE MADEIRAS

Os barris de madeira sempre estiveram presentes na elaboração de vinhos, servindo como local de produção, fermentação de vinhos, estocagem e transporte. Na Europa a madeira mais utilizada para esses fins é o carvalho; no Brasil, quando os imigrantes começaram a fazer vinho, os tanques eram fabricados de grápia (*Apuleia leiocarpa*), uma madeira nativa local. Atualmente a utilização de madeira na enologia é empregada principalmente como um fator de suporte às qualidades sensoriais (aroma, sabor e cor) dos vinhos e de outras bebidas alcoólicas (TARKO; KRANKOWSKI; DUDA-CHODAK, 2023).

Tradicionalmente, o carvalho é a madeira mais utilizada no envelhecimento de vinhos, especialmente carvalho Americano (*Quercus alba*) e o Carvalho francês (*Quercus robur* e *Quercus petraea*) (ALANÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018). Recentemente, novas práticas enológicas estão sendo estudadas a fim de diversificar as características dos vinhos e a utilização de diferentes madeiras no envelhecimento da bebida é um tema relativamente novo e ainda pouco explorado. Somente algumas madeiras alternativas ao carvalho, como a *Robinia pseudoacacia* L. (acácia-bastarda) (ALANÓN et al., 2018), a *Prunus avium* (cerejeira) (DEL GALDO et al., 2019; SETZER, 2016) (COSTA et al., 2016; DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017; SANTOS et al., 2019), a *Castanea sativa* Mill. (castanheira), *Fraxinus excelsior* L. (freixo europeu) e *F. americana* L. (freixo americano) (FERNÁNDEZ DE SIMÓN et al., 2014) têm sido estudadas.

No Brasil, diferentes espécies de madeira são utilizadas nas tanoarias por serem de mais fácil obtenção. O país possui uma grande diversidade de flora, tornando interessante investigar como diferentes madeiras se comportam no processo de envelhecimento de bebidas alcoólicas. Na produção da cachaça, por exemplo, diversas espécies de madeira brasileiras são empregadas para agregar à bebida compostos únicos de cada tipo, promovendo a diversificação do produto final e destacando o valor das espécies nativas. (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013; BORTOLETTO; CORRÊA; ALCARDE, 2016; CARDOSO et al., 2008).

A tabela 1 mostra a taxonomia e a nomenclatura de algumas espécies de madeiras brasileiras utilizadas na elaboração de barricas para envelhecimento de bebidas alcoólicas (todas as madeiras listadas pertencem a classe *Dicotyledonae*).

Tabela 1. Taxonomia e nomenclatura de algumas espécies de madeira brasileira com potencial enológico.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Nomes Vulgares
Fabales	Fabaceae	<i>Amburana</i>	<i>Amburana acreana</i>	Amburana ou Cerejeira-da-Amazônia ¹
		<i>Myroxylon</i>	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Cabreúva ou Bálsamo ²
		<i>Centrolobium</i>	<i>Centrolobium tomentosum</i>	Putumuju ou Araruva ³
Lecythidales	Lecythidaceae	<i>Bertholletia</i>	<i>Bertholletia excelsa</i>	Castanheira ou Castanha-do-Pará ⁴
		<i>Cariniana</i>	<i>Cariniana micrantha</i>	Jequitibá ou Castanha-Vermelha ⁵
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus spongiosus</i> .	Ipê ⁶

Fontes: 1. (CARVALHO, 2007); 2. (CARVALHO, 2014); 3. (CARVALHO, 2003); 4. (NASCIMENTO; CARVALHO, 2018); 5. (CAMARGO; FERRAZ; SAMPAIO, 2003); 6. (BRAZ et al., 2022)

Na elaboração de vinhos acredita-se que essas madeiras brasileiras também possam enriquecer o “buquê aromático”, sendo uma opção para agregar características organolépticas positivas ao vinho. Entretanto, até o momento, poucos estudos foram conduzidos em vinhos com a utilização destas madeiras (JORDÃO et al., 2023; PEREIRA et al., 2024). É provável que elas possam aportar um aumento na complexidade e nos compostos fenólicos, bem como atribuir aromas específicos das variedades para o vinho.

2.3. COMPOSTOS FENÓLICOS DO VINHO

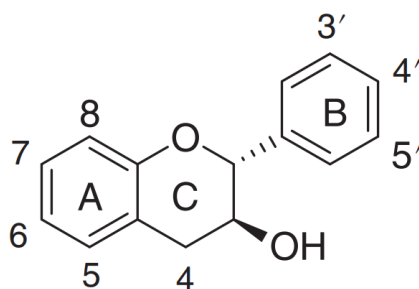
Os fenóis (ou fenólicos) abrangem todos os compostos com grupos hidroxila ligados a um anel aromático. Os polifenóis (ou polifenólicos) são compostos com múltiplos anéis fenólicos dentro de uma única estrutura e são a maioria das substâncias fenólicas no vinho. Eles constituem um importante grupo de substâncias orgânicas, sendo composto por mais

de 8.000 estruturas químicas já descritas (ZHANG et al., 2015).

Os polifenóis estão presentes principalmente nas cascas das uvas, nas polpas e nas sementes, embora as madeiras usadas na produção e/ou envelhecimento do vinho sejam também fonte desses compostos (GUTIÉRREZ-ESCOBAR; ALIAÑO-GONZÁLEZ; CANTOS-VILLAR, 2021). Os fenóis desempenham um papel fundamental, especialmente na estabilidade do vinho e em suas propriedades sensoriais. Seus principais impactos estão relacionados à adstringência, mais evidente nos polímeros de maior tamanho, e ao amargor, predominantemente associado aos fenóis menos polimerizados; além disso, auxiliam na estabilidade do vinho através de processos oxi-redutivos subsequentes (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024).

Os polifenóis podem ser divididos em flavonoides e não-flavonoides. Na uva e no vinho, os principais polifenóis flavonoides possuem estrutura química $C_6-C_3-C_6$, sendo os representantes de maior importância as antocianinas, as proantocianidinas (flavan-3-óis, também designadas como taninos condensados), os flavonóis e os flavanonois (GUERRA, 2012). A figura 3 mostra a estrutura básica dos compostos flavonóides.

Figura 3. Estrutura básica dos compostos flavonóides.

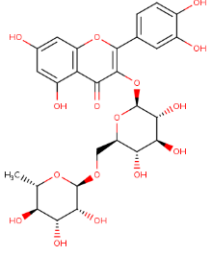
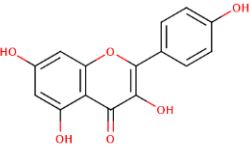
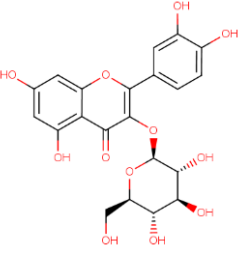
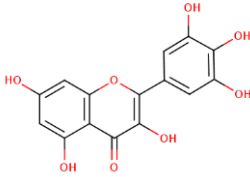
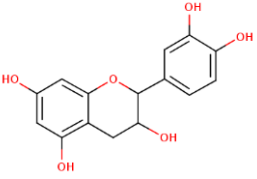
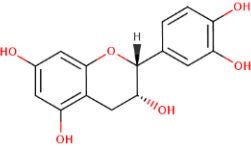
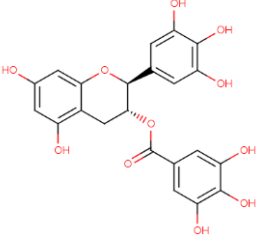
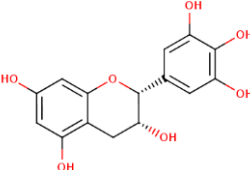
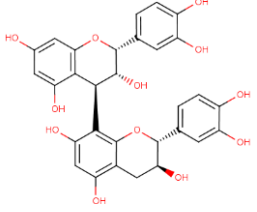
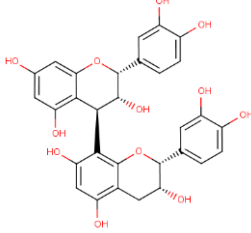
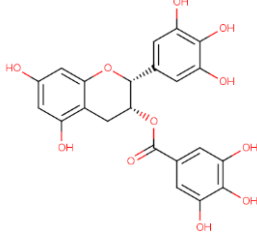
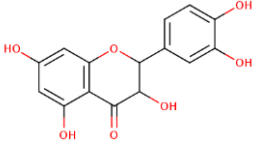
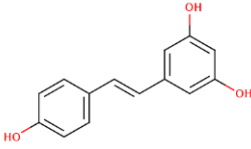
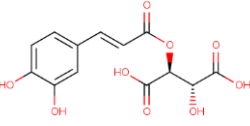


Fonte: (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024)

Os compostos não-flavonoides incluem várias subclasses de importância para o vinho, em particular hidroxicinamatos (ácidos fenólicos), estilbenos, e ácidos benzoicos. Hidroxicinamatos e estilbenos são encontrados nas uvas, enquanto os ácidos benzoicos, além de estarem presentes nas uvas podem ser extraídos de madeiras (GUERRA, 2012).

A tabela 2 mostra a estrutura química de alguns polifenóis importantes encontrados nos vinhos.

Tabela 2. Estrutura química dos principais compostos fenólicos encontrados nos vinhos.

Flavonóis			
Rutina	Caempferol	Isoquercetina	Miricetina
			
Flavanóis			
(+)-Catequina	(-)-Epicatequina	Epicatequina galato	Epigallocatequina
			
Flavanóis		Flavanonol	
Procianidina B1	Procianidina B2	Epigallocatequina galato	Taxofolina
			
Estilbeno		Ácido Fenólico	
<i>Trans</i> -Resveratrol		Ácido Caftárico	
			

Fonte: *Chemical Entities of Biological Interest (ChEBI)*, on-line.

Os flavonóis (rutina, caempferol, isoquercitina e miricetina) são pigmentos amarelos que contribuem diretamente para a cor nos vinhos brancos e indiretamente nos vinhos tintos, através de interações de copigmentação com as antocianinas, pigmento vermelho (CASTILLO-MUÑOZ et al., 2010). Além disso, os flavonóis desempenham um importante papel na percepção sensorial de adstringência e amargor nos vinhos (GUTIÉRREZ-ESCOBAR; ALIAÑO-GONZÁLEZ; CANTOS-VILLAR, 2021)

Os flavanóis (forma monomérica: (+) catequina, (-) epicatequina, epicatequina galato, epigallocatequina e epigallocatequina galato; forma polimérica: procianidinas B1 e B2) são responsáveis pela estabilização tanto da cor quanto de algumas características sensoriais, como adstringência e amargor, e estão presentes nas quantidades de 15 a 25 mg.L⁻¹ (flavanóis monoméricos) em vinhos brancos jovens; as procianidinas (flavanóis poliméricos) apresentam-se em quantidades menores nos vinhos brancos devido à maior concentração desse compostos nas cascas das uvas, o que dificulta sua extração se o vinho não passa por maceração (RICARDO-DA-SILVA et al., 1993).

Os flavanonóis, também conhecidos como dihidroflavanóis, são os precursores dos flavonóis. Eles são encontrados em baixas concentrações nos vinhos que não passam por envelhecimento, mas alguns estudos já conseguiram identificar esses compostos em vinhos e vinagres de vinho que permaneceram por algum período em contato com madeiras, sendo que as maiores concentrações foram encontradas nas bebidas envelhecidas em madeira de acacia (*R. pseudoacacia*) (SANZ et. al., 2012) e Cerejeira Negra (*Prunus serotina*) (CEREZO et al., 2010); ainda, esse último trabalho sugere que a taxifolina pode ser utilizada como um marcador fenólico para fins de autenticidade (GUTIÉRREZ-ESCOBAR; ALIAÑO-GONZÁLEZ; CANTOS-VILLAR, 2021).

Dentre os estilbenos o composto mais descrito em cultivares *Vitis Vinifera* é o *trans*-resveratrol, sendo encontrado em maiores concentrações na uva, seguido pelos vinhos tintos e brancos (GUTIÉRREZ-ESCOBAR; ALIAÑO-GONZÁLEZ; CANTOS-VILLAR, 2021). O ácido fenólico caftárico é um ácido esterificado, composto por um ácido cafeico, um hidroxicinamato, e o ácido tartárico. Ele pode ser encontrado dentro do vinho nas concentrações de 2,0 a 31 mg.L⁻¹. Esse composto pertence à família dos ácidos hidroxicinâmicos, sendo o terceiro grupo de polifenóis mais abundantes em uvas e o

primeiro em mostos e em vinhos brancos. Eles são facilmente oxidáveis e estão associados aos processos de escurecimento do vinho (MEDEIROS et al., 2022).

Quando o vinho passa por contato com madeiras, uma diversidade de compostos fenólicos é incorporada à bebida, como fenóis simples e polifenóis, e diversas reações químicas ocorrem, caracterizando o processo de maturação da bebida. Diversos fatores influenciam nos principais extrativos da madeira, como o potencial extrativo do vinho, o tipo de madeira utilizada, o tratamento térmico deste e o tempo de contato entre a bebida e a superfície da madeira (ATAIDE DA SILVA et al., 2009).

Diversos são os mecanismos de maturação dos vinhos em contato com madeiras que podem influenciar o perfil de polifenóis da bebida, sendo elas: extração direta de compostos; decomposição de macromolécula da madeira (como a lignina, a celulose e hemicelulose), que são então eluídas para a bebida; reações entre os componentes do vinho e os componentes da madeira; formação de novas moléculas estáveis no vinho; oxidação não enzimática de flavanóis; reações de polimerização dos flavanóis (principalmente as procianidinas); reações de polimerização entre fenóis e outros compostos presentes em vinhos, incluindo condensação com acetaldeído ou ácido glicoxílico; oxidação enzimática do ácido caftárico em quinonas, podem polimerizar e condensar com outros compostos fenólicos e não fenólicos (GUERRA, 2012).

Sendo assim, percebe-se a importância dos fenólicos próprios do vinho, sendo cruciais para compreender como o contato com madeira pode potencializar ou modificar atributos preexistentes, contribuindo para a evolução do produto final. Focar nesses compostos permite explorar as transformações químicas intrínsecas do vinho e identificar possíveis transformações que a madeira aporta ao vinho em se tratando de polifenóis presentes naturalmente na bebida.

2.4. ANÁLISE SENSORIAL

Análise sensorial é a ciência relacionada com a avaliação dos atributos sensoriais de um produto pelos órgãos dos sentidos (ABNT NBR ISO 5492:2017). Os testes mais utilizados na análise sensorial são os discriminativos (utilizados para determinar a probabilidade de diferenças ou similaridades entre as amostras testadas; os testes com escalas e categorias

(que visam estimar a ordem ou o tamanho das diferenças entre as amostras); e os testes descritivos (usados para caracterizar os atributos sensoriais de uma amostra, de maneira quantitativa e qualitativa) (ABNT/ISO 6658, 2019).

Dentre os testes descritivos, a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um teste no qual os atributos sensoriais são, em um primeiro momento, descritos sem a medição de valores de intensidade; após esses dados serem analisados e, todos os atributos sensoriais selecionados são descritos na ficha de avaliação e seus valores de intensidade são quantificados pelos avaliadores (ABNT/ISO 6658, 2019).

Para a realização deste teste é necessário que os avaliadores selecionados recebam treinamentos com padrões de referência ou que sejam avaliadores sensoriais especialistas, treinados no método e na categoria de produto a ser testada. Esse teste é recomendado, principalmente, no desenvolvimento de novos produtos, proporcionando informações detalhadas dos atributos sensoriais dos produtos (STONE et al., 1974).

2.5. TRABALHOS RELACIONADOS

O afinamento e/ou envelhecimento de vinhos em madeiras alternativas ao carvalho é um assunto emergente. Estudos recentes têm sido publicados com madeiras nativas da Europa, como a acácia-bastarda (*Robinia pseudoacacia*) (ALANÓN et al., 2018), a cerejeira (*Prunus avium*) (DEL GALDO et al., 2019; SETZER, 2016), a castanheira (*Castanea sativa*) e o freixo (*Fraxinus excelsior and F. vulgaris*) (FERNÁNDEZ DE SIMÓN et al., 2014). Com madeiras brasileiras, vários estudos já foram realizados em destilados nacionais, como a aguardente de cana ou cachaça (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2021; CATÃO et al., 2011), mas esse é um tópico novo em se tratando de vinhos.

Em um estudo realizado em 2021 (BORTOLETTO; SILVELLO; ALCARDE, 2021), os autores analisaram o perfil aromático de cachaças envelhecidas por 12 meses em barris novos de 225 litros, com e sem tosta, construídos com espécies de madeiras tropicais: cerejeira (*Amburana cearenses*), castanheira (*Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland) e cabreúva (*Myrocarpus frondosus* Allemão). Como resultados eles obtiveram uma maior complexidade aromática no destilado envelhecido em cerejeira, sendo identificados 50

compostos aromáticos diferentes (40 em barricas tostadas e 41 em não tostadas), relacionados principalmente a ácidos orgânicos e a compostos fenólicos. Em relação à castanheira, 27 compostos diferentes foram detectados na cachaça, sendo os mais abundantes provenientes de ésteres (como o acetato de etila) e álcoois superiores (como o isoamílico). A cabreúva foi responsável por aportar ao destilado 25 compostos diferentes, sendo os terpenos os compostos aromáticos que se sobressaíram.

Os mesmos autores, em 2013, analisaram os congêneres dos destilados da cana de açúcar envelhecidos em carvalho e em nove diferentes madeiras brasileiras. O carvalho (*Quercus sessilis*) apresentou os melhores resultados em relação a compostos marcadores de envelhecimento. Dentre as madeiras brasileiras, o jequitibá rosa (*Cariniana legalis*) foi o mais semelhante ao carvalho, aportando elevados teores de vanilina e ácido vanílico. A cerejeira (*Amburana cearenses*), por sua vez, aportou ácido vanílico e sinapaldeído à aguardente, bem como marcadores de envelhecimento (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013).

A fim de avaliar o perfil fenólico de um vinho conservado com alternativas de madeira, os autores de um estudo (COSTA et al., 2016) mantiveram um vinho tinto em contato com as madeiras de acácia-bastarda e cerejeira por 15, 30 e 65 dias. Em relação aos teores de (+)catequina e alguns ácidos fenólicos, como o ácido *trans*-caftárico e o ácido cafêico, pode-se observar mudanças nas concentrações encontradas de acordo com o tempo. Após 15 dias, as (+)catequinas se encontravam em maior concentração nos vinhos armazenados com a madeira de acácia; porém, ao final dos 65 dias, a concentração em ambas madeiras caiu e a cerejeira apresentou os valores mais elevados desse composto (quando comparado com a testemunha, que não teve contato com as aparas de madeiras). O ácido cafêico apresentou um decréscimo dos valores ao longo do tempo, sendo que a acácia apresentou os valores mais altos e a cerejeira os valores mais baixos em todas as análises, quando comparados a testemunha. Em relação ao ácido *trans*-caftárico, os autores concluíram que nos vinhos conservados em contato com as aparas de madeira ocorreu uma tendência para um aumento dos seus valores, enquanto para o vinho testemunha (sem madeira), os valores se mantiveram estáveis.

Utilizando as mesmas madeiras, acácia-bastarda e cerejeira, outro estudo (DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017) avaliou o perfil fenólico de vinhos brancos. Os

vinhos foram envelhecidos por 20 e 28 dias e apresentaram um aumento na concentração de fenólicos totais, sendo que os vinhos envelhecidos em acácia apresentaram os valores mais elevados, seguido da cerejeira (os dois se diferenciaram entre si e entre o controle – sem contato com madeira).

Em se tratando de madeiras brasileiras, um artigo publicado mais recentemente (PEREIRA et al., 2024) analisou a evolução sensorial e química de vinhos da variedade Merlot, envelhecidos por 4 meses em barril de 10 litros de três diferentes madeiras: carvalho francês (*Quercus petraea*), amburana (*Amburana cearenses*) e jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*). Os congêneres de maturação são compostos, em sua maioria, por ácidos fenólicos livres (como os ácidos gálico, vanílico, siríngico) e aldeídos fenólicos da série hidroxibenzoicos. Como resultados, eles concluíram que a maior complexidade química em relação a esses congêneres foi do carvalho francês, seguido pela amburana, que se destacou na soma total dos compostos citados, apresentando valores semelhantes ao carvalho. O jequitibá-rosa apresentou valores de ácido vanílico abaixo do limite de quantificação, mas se mostrou complexo nos demais marcadores.

Em relação a análise sensorial, eles perceberam que o vinho controle (que não passou por envelhecimento em barris de madeira) destacou-se em termos de “frutas vermelhas” e “aromas florais”. No retrogosto, o vinho envelhecido em jequitibá-rosa teve grande relação com o “floral” e com notas de “baunilha”, enquanto a madeira amburana aportou notas relacionadas a “defumado”, “amadeirado”, “caramelizado, de “baunilha” e “apimentado” (PEREIRA et al., 2024).

Outro estudo publicado em 2023 (JORDÃO et al., 2023) teve como objetivo analisar o impacto na composição fenólica e na qualidade sensorial de vinhos tintos e brancos que passaram por afinamento em cinco espécies diferentes de madeiras brasileiras, sendo elas: jequitibá (*Cariniana micranta*), jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), ipê (*Handroanthus sp.*), amburana (*Amburana acreana*), e grápia (*Apuleia leiocarpa*). Para isso, os vinhos foram armazenados em contato com as madeiras na forma de cubos (1,5x1,0x1,3 cm), com nível de tostagem média, por um período de 15 dias (brancos e tintos) e 30 dias (somente em tintos), na concentração de 2 g.L⁻¹.

Como resultados do estudo, os vinhos tintos tiveram um aumento dos compostos fenólicos e dos flavonóides quando comparados ao vinho controle (sem adição da madeira);

os vinhos que tiveram contato com o ipê, a amburana e a grábia apresentaram uma tendência maior para a presença desses compostos. Foi observado também que após 30 dias houve um aumento da polimerização dos pigmentos de cor. Em vinhos brancos, houve um aumento dos compostos fenólicos e dos flavonóides, porém sem diferença estatística, quando comparados ao controle; porém, os vinhos armazenados com jequitibá, amburana e grábia mostraram uma tendência maior para a presença de compostos fenólicos.

Quanto a qualidade sensorial, os vinhos tintos que ficaram em contato com a amburana e a jaqueira obtiveram melhores pontuações em atributos sensoriais de aroma e sabor e de apreciação geral. Nos vinhos brancos, as madeiras responsáveis por conferir as melhores qualidades sensoriais foram a ipê (responsável por atributos de corpo e adstringência) e a amburana (que conferiu atributos sensoriais de amêndoas, especiarias e intensidade de aroma).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial enológico do uso de madeiras brasileiras em vinhos brancos por meio de análise do perfil fenólico e sensorial.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a análise de cor dos vinhos brancos que passaram por contato com as madeiras brasileiras;
- Determinar o índice de Polifenóis Totais dos vinhos armazenados com as madeiras brasileiras;
- Analisar o perfil de alguns polifenóis encontrados nos vinhos após 15 dias de contato com as madeiras brasileiras;
- Comparar os vinhos armazenados com as madeiras brasileiras através de uma análise sensorial descritiva quantitativa (ADQ).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. AMOSTRAS E REAGENTES

As seis espécies de madeiras brasileiras (Anexo 1) foram adquiridas da empresa Dornas Havana (Taiobeiras – MG), sendo elas a Castanheira – *Bertholletia excelsa*; Cabreúva – *Myroxylon peruiferum*; Jequitibá – *Cariniana Micrantha*; Putumuju – *Centrolobium tomentosum*; Amburana – *Amburana acreana*; e Ipê - *Handroanthus spongiosus*. Foram utilizadas madeiras sem tosta e com tosta média. A utilização dessas madeiras foi cadastrada no SisGen, sob o nº A6240C0 (Anexo 2). A tosta das madeiras foi feita em forno, onde a madeira entrou em contato somente com o calor, por 40 a 60 minutos, em temperatura de 200 °C a 230 °C. Antes de serem colocados nos vinhos, os dados foram autoclavados (15 minutos a 1 atm).

Para as análises cromatográficas líquida, os padrões analíticos de (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-epicatequina galato, (-)-epigallocatequina galato, procianidina B1, procianidina B2, miricetina, quercetina, trans-resveratrol, rutina, kaempferol, taxifolina e ácido caftárico foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA). O ácido fórmico e o metanol grau LC-MS, para preparação da fase móvel, foram fornecidos pela Merck (Darmstadt, Alemanha). A água ultrapura foi obtida da Fluka Analytical (Munich, Alemanha) e foi usada para preparar todas as soluções.

4.2. VINHOS EXPERIMENTAIS

O vinho da variedade Peverella/Boschera, ano 2024, utilizado para a realização do estudo foi elaborado na Vinícola-Escola do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Bento Gonçalves. As uvas eram provenientes de parreirais em sistema de condução latada e após ser recebida na vinícola-escola foi mantida em câmara fria por 12 horas. Seguiu-se então a prensagem direta com cachos inteiros (em prensa pneumática) e a fermentação alcoólica com leveduras selecionadas (RC212®, da marca Lallemand), em temperatura controlada entre 18 e 20°C. Após a fermentação alcoólica e estabilização tartárica (sistema de frio) o vinho foi utilizado nos experimentos.

O vinho da variedade Chardonnay, ano 2024, foi doado pela Vinícola Salton, localizada na cidade de Bento Gonçalves / RS. As uvas Chardonnay eram provenientes de parreirais em sistema espaldeira. O processamento foi realizado através de desengace das uvas e posterior prensagem (em prensa pneumática), passando um breve período em maceração. A levedura utilizada foi a ZYMAFLORE® XORIGIN, da marca Laffort e a fermentação alcoólica ocorreu em temperatura controlada entre 18 e 20°C.

Foram utilizados aproximadamente 60 litros de cada uma das variedades descritas. Os vinhos foram então armazenados em contato com as madeiras (foram utilizados 4 dados por litro, medindo 1cm³ cada) em garrações de vidro com capacidade de 4,5 litros. Após 15 dias de contato, transferiu-se o vinho para garrafas de 750 mL, totalizando 6 garrafas para cada uma das madeiras utilizadas, em ambas as variedades, mais o vinho controle, que não teve contato com nenhuma madeira. A tabela 3 apresenta as características físico-químicas dos vinhos base utilizados no presente estudo.

Tabela 3. Características físico-químicas dos vinhos base utilizados no estudo

Parâmetros	Peverella/Boschera	Chardonnay
Densidade (g.mL ⁻¹)	0,991	0,992
Etanol (%)	12,2	12,0
Açúcares redutores (g.L ⁻¹)	1,0	1,4
pH	3,32	3,30
Acidez Total (mg.L ⁻¹)*	7,23	7,45
Acidez Volátil (mg.L ⁻¹ **)	0,384	0,258

* expresso em ácido tartárico; ** expresso em ácido acético

4.3. ANÁLISES QUANTITATIVAS

As análises de cor, de polifenóis totais e de fenólicos por cromatografia foram realizadas na Embrapa Uva e Vinho, localizado na cidade de Bento Gonçalves.

4.3.1. Características cromáticas

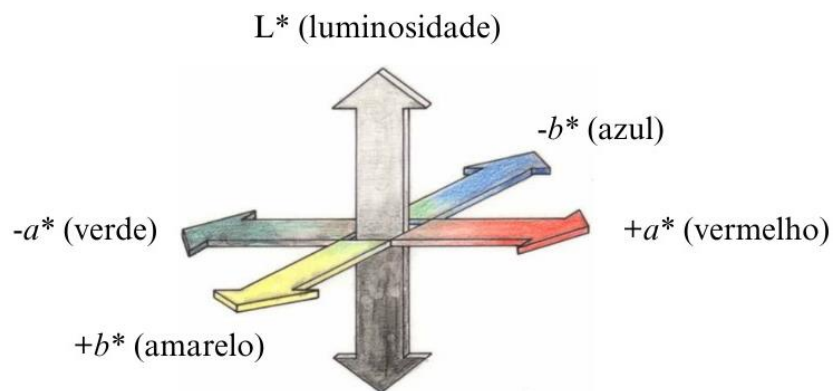
Para a análise de cor nos vinhos, a OIV (2006) recomenda a utilização dos parâmetros CIELab ($L^*a^*b^*$), um método desenvolvido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE, proveniente do seu título em francês, *Commission Internationale de l'Eclairage*) (1976) que teve como objetivo a elaboração de um modelo matemático capaz de descrever numericamente as cores visíveis a olho nu.

O vinho pode ser descrito utilizando-se 3 atributos principais: tonalidade, luminosidade e cromatismo. O sistema de cores CIELab é baseado numa representação cartesiana, sequencial ou contínua, de 3 eixos ortogonais, onde L^* representa a luminosidade, ou seja, o quanto uma cor é escura ou clara (apresentando valores que variam entre 0 – preto, ausência de luz – e 100 – branco, máxima luminosidade); a^* representa o componente de cor verde/vermelho (sendo que valores > 0 representam a cor vermelha e os valores < 0 representam a cor verde); e b^* representa o componente de cor azul/amarelo (onde os valores > 0 representam a cor amarela e os valores < 0 representam a cor azul) (OIV, 2006).

Ainda, esse sistema leva em consideração outros parâmetros, como o cromatismo ou saturação (C^*) e a tonalidade (H^*). O valor de C^* é representado pela distância ao eixo de luminosidade iniciando no centro que corresponde a zero. A coordenada esférica H^* inicia no eixo $+a^*$: 0° correspondente a $+a^*$ (cor vermelha), 90° corresponde a $+b^*$ (cor amarela), 180° corresponde a $-a^*$ (cor verde) e 270° corresponde a $-b^*$ (cor azul).

Para calcular a diferença colorimétrica entre dois vinhos utiliza-se a diferença de cor do sistema CIELab, dado pela fórmula: $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (OIV, 2006). É considerado que nos valores de $\Delta E < 2$ as diferenças de cor não são perceptíveis ao olho humano (SPAGNA et al., 1996). A figura 4 representa de forma diagramática as coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$ de acordo com o CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*).

Figura 4. Diagrama das coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$ de acordo com o CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*).



Fonte: adaptado de (OIV, 2006)

Sendo assim, para a análise de cor utilizou-se o espectrofotômetro modelo T92 + (PG Instruments, Lutterworth, Reino Unido), cubetas com 10 mm de espessura óptica, e as medidas de transmitância ficaram entre 380 e 780 nm de 5 em 5 nm. Foi utilizado o Iluminante Padrão D65 e o Observador Padrão Suplementar a 10°. Um software foi utilizado para realizar o cálculo das coordenadas colorimétricas (OIV, 2006).

4.3.2. Índice de Polifenóis totais (IPT)

O índice de polifenóis totais (IPT) foi realizado através do índice de Ribéreau-Gayon (1970), com modificações. Os vinhos brancos foram filtrados e diluídos em balão volumétrico (5 em 50 mL) usando água ultrapura. Em seguida, foi realizada a medida de absorbância a 280 nm, em triplicata, usando um espectrofotômetro UV/VIS Cary 60 (Agilent technologies, USA). Em seguida as medidas de absorbância foram aplicadas em curva-padrão de epicatequina para a quantificação em mg.L^{-1} . A curva-padrão foi determinada utilizando o mesmo equipamento, com concentrações que variaram de 50 a 2000 mg.L^{-1} .

4.3.3. Análises de compostos fenólicos

O perfil fenólico individual foi analisado conforme a metodologia descrita por Canedo-Reis et al. (2020) com modificações, sendo realizada por Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas (CLUE/EM) O preparo das amostras de vinhos brancos consistiu em diluição na proporção de 1:1 v/v, com água ultrapura. Todas as amostras foram filtradas, usando filtro de seringa de 0,45 µm e colocadas em vial de vidro âmbar com tampa de rosca.

O equipamento utilizado consistia em um sistema Waters Acquity UPLC (Milford, MA, EUA) equipado com uma bomba de solvente quaternário, um injetor automático, forno de coluna e um único detector de massa quadrupolo (MS). Foi utilizado uma coluna C18 (50 × 2,1 mm, 5 µm), protegida com uma pré-coluna de proteção do mesmo material (5 × 2,1 mm, 5 µm).

A fase móvel A (aquosa) consistia em ácido fórmico e água (2:98 v/v) e fase móvel B (orgânica) consistia em metanol, ácido fórmico e água (90: 2: 8 v/v). O gradiente linear usado foi: 0 min (min), 15% de B; 1,35 min, 40% de B; 2,65 min, 65% de B; 3,55 min, 90% de B; 3,90 min, 90% de B; 4,25 min, 30% de B; 4,50 min, 15% de B. Os cromatogramas foram registrados por 4,5 min e ao fim de cada injeção, a coluna foi equilibrada com a fase móvel em sua condição inicial (15% de B) por 3 min. A taxa de fluxo foi de 0,45 mL / min e o volume de injeção de 10 µL.

O detector de MS (Waters QDa) era equipado com uma fonte de ionização por electrospray (ESI). A detecção foi realizada com base no peso molecular (massa mono isotópica) de cada composto, no modo de monitoramento de gravação de íon único (SIR). O modo ESI (positivo ou negativo) e a tensão do cone foram selecionados para obter uma alta seletividade. A temperatura da sonda foi ajustada para 600 °C, a tensão capilar era de -0,8 kV no modo negativo e +1,5 kV no modo positivo. A análise dos dados foi realizada com o software Empower 3. A quantificação foi realizada usando curva-padrão individual para cada composto. Os seguintes fenólicos foram analisados: 6 flavonóis, 7 flavanóis e 1 ácido fenólico.

4.4. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da vinícola escola

do IFRS, Campus Bento Gonçalves. A sala contém cabines individuais com pia e luminária, e as taças de degustação utilizadas foram as taças padrão ISO 3591:1977. O método de análise utilizado foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (STONE et al., 1974).

As análises foram realizadas em dois dias, por 12 avaliadores, todos com experiência em avaliações sensoriais de vinhos. A análise sensorial deste estudo passou pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul e não dois encontros, antes do início da análise, todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido contendo informações referente a sua participação voluntária e à possibilidade de interrupção sem nenhum prejuízo, caso quisesse. Ainda, foi explicado aos participantes os riscos quanto a ingestão de álcool, sendo os mesmos incentivados a não consumirem os produtos, descartando-o após o contato com as papilas gustativas.

O primeiro encontro teve como objetivo realizar a análise qualitativa dos atributos, gerando descritores e característica sensoriais quanto à aparência, aromas, sabores, sensações e qualidade geral do vinho. Essa etapa de levantamento de características reduziu a uma lista objetiva de atributos sensoriais, utilizados no segundo encontro. No segundo encontro na análise quantitativa, foi escolhida uma escala de resposta não estruturada (contínua, de 10 centímetros) para indicar a intensidade de cada atributo selecionado nas amostras, sendo que as extremidades das escalas eram pouco (ausente) e muito (intenso).

Os vinhos foram então avaliados quanto a intensidade de cor, intensidade de aromas florais, frutados, herbáceos, amadeirados, de especiarias, de oleaginosas, adocicados e defeituosos. Quanto aos sabores e sensações, os atributos analisados foram dulçor, acidez, adstringência, amargor, corpo, persistência e equilíbrio. E em relação a qualidade foi avaliada a apreciação global dos produtos.

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise sensorial do experimento, os dados foram avaliados considerando um experimento em blocos, com 13 tratamentos (12 madeiras diferentes e 01 controle, sem madeira), para cada um dos vinhos base utilizados (Peverella/Boschera e Chardonnay). Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores, levando em conta a variabilidade entre produtos e entre avaliadores, seguida do teste de Tukey

(5%). O software utilizado foi o GraphPad Prism 9.0.

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISES QUANTITATIVAS

5.1.1. Características cromáticas

As características cromáticas encontradas nos vinhos Peverella/Boschera e Chardonnay, estocados com diferentes madeiras brasileiras, estão listadas na tabela 4. Em relação as coordenadas do sistema CIELab, tem indicação de um aumento nos valores de b^* (tom amarelado) em todos os vinhos que tiveram contato com as madeiras, quando comparados aos respectivos vinhos controles. Por outro lado, como já era esperado para os vinhos brancos, todos os valores de a^* (tom avermelhado) foram negativos, mostrando uma tendência aos tons esverdeados. Além disso, a presença das madeiras induziu a uma diminuição no L^* (luminosidade) quando comparados aos vinhos sem madeira (exceto no vinho Chardonnay, com a presença da Cabreúva). Na análise de diferença de cor entre os vinhos estocados com madeira e os vinhos controles de cada variedade, obteve-se como resultados que, na Peverella/Boschera, somente os vinhos armazenados com as madeiras Cabreúva, Cabreúva Tosta, Ipê e Ipê Tosta apresentaram uma diferença de cor visível a olho nu ($\Delta E \geq 2$); para a variedade Chardonnay, essa diferença pôde ser observada, novamente, nas madeiras Ipê e Ipê Tosta, assim como na Castanheira, Putumuju, Jequitibá e Jequitibá Tosta.

Tabela 4. Características cromáticas utilizando o sistema de coordenadas CIELab em vinhos brancos das variedades Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias.

Madeiras	Coordenadas CIELab			
	L^*	a^*	b^*	ΔE
Peverella/Boschera				
Controle	96,37	-0,12	4,95	--
Castanheira	95,35	-0,02	5,49	0,67

Castanheira Tosta	96,08	-0,09	5,12	0,06
Cabreuva	94,14	-0,07	5,88	2,92
Cabreuva Tosta	94,42	0,02	5,41	2,02
Jequitiba	96,04	-0,02	5,10	0,07
Jequitiba Tosta	96,10	-0,09	5,14	0,05
Putumuju	94,83	-0,03	5,54	1,36
Putumuju Tosta	95,17	-0,02	5,45	0,86
Amburana	94,92	-0,04	5,49	1,20
Amburana Tosta	96,14	-0,12	5,33	0,10
Ipê	94,84	-0,23	6,23	2,00
Ipê Tosta	94,95	-0,34	7,07	3,26
Chardonnay				
Controle	98,42	-0,49	4,35	--
Castanheira	95,92	-0,43	6,37	5,17
Castanheira Tosta	97,11	-0,45	5,13	1,16
Cabreuva	98,44	-0,45	5,14	0,31
Cabreuva Tosta	98,35	-0,55	4,80	0,10
Jequitiba	94,84	-0,15	5,89	7,64
Jequitiba Tosta	91,72	0,00	6,92	25,85
Putumuju	96,27	-0,34	5,63	3,13
Putumuju Tosta	96,92	-0,47	5,42	1,68
Amburana	98,33	-0,51	4,61	0,04
Amburana Tosta	98,41	-0,56	4,84	0,12
Ipê	97,70	-0,71	6,45	2,48
Ipê Tosta	93,28	-0,30	8,60	22,19

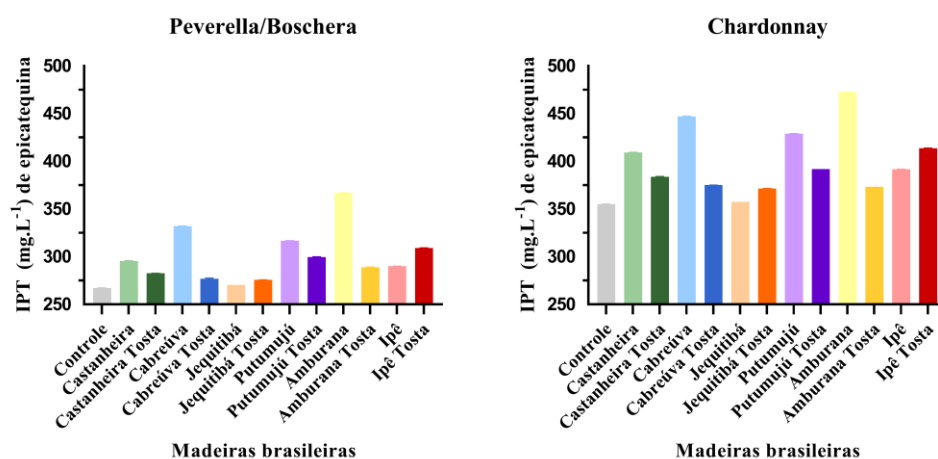
L^* (% luminosidade); a^* (tom esverdeado ao avermelhado); b^* (tom azul ao amarelo); ΔE (diferença de cor); os valores de ΔE foram obtidos utilizando-se como referência o vinho controle de cada variedade sem a adição da madeira.

5.1.2. Polifenóis totais

A figura 5 apresenta os valores de polifenóis totais expressos em mg.L^{-1} de epicatequinas dos vinhos analisados neste estudo. A fórmula da curva-padrão calculada com as concentrações crescentes de epicatequina (50 a 2.000 mg.L^{-1}) foi: $(\text{Abs}+0,0044)/0,012$, sendo a absorvância medida no comprimento de onda 280nm. Os vinhos controle para ambas as variedades de vinho apresentaram os valores mais baixos de IPT totais, sendo que os valores para a Peverella/Boschera variaram de 267,26 à 367,03 mg.L^{-1} de epicatequinas, enquanto que para o vinho Chardonnay esses valores ficaram entre 355, 17 e 472,76 mg.L^{-1} de epicatequinas.

Em ambas as variedades, as madeiras que apresentaram os valores mais altos foram a Amburana, a Cabreúva, o Putumuju e o Ipê Tosta; e as madeiras que apresentaram os valores mais próximos do controle foram Jequitibá e Jequitibá Tosta. As demais madeiras variaram de acordo com a variedade do vinho, mas seus valores permaneceram entre as mais altas e mais baixas.

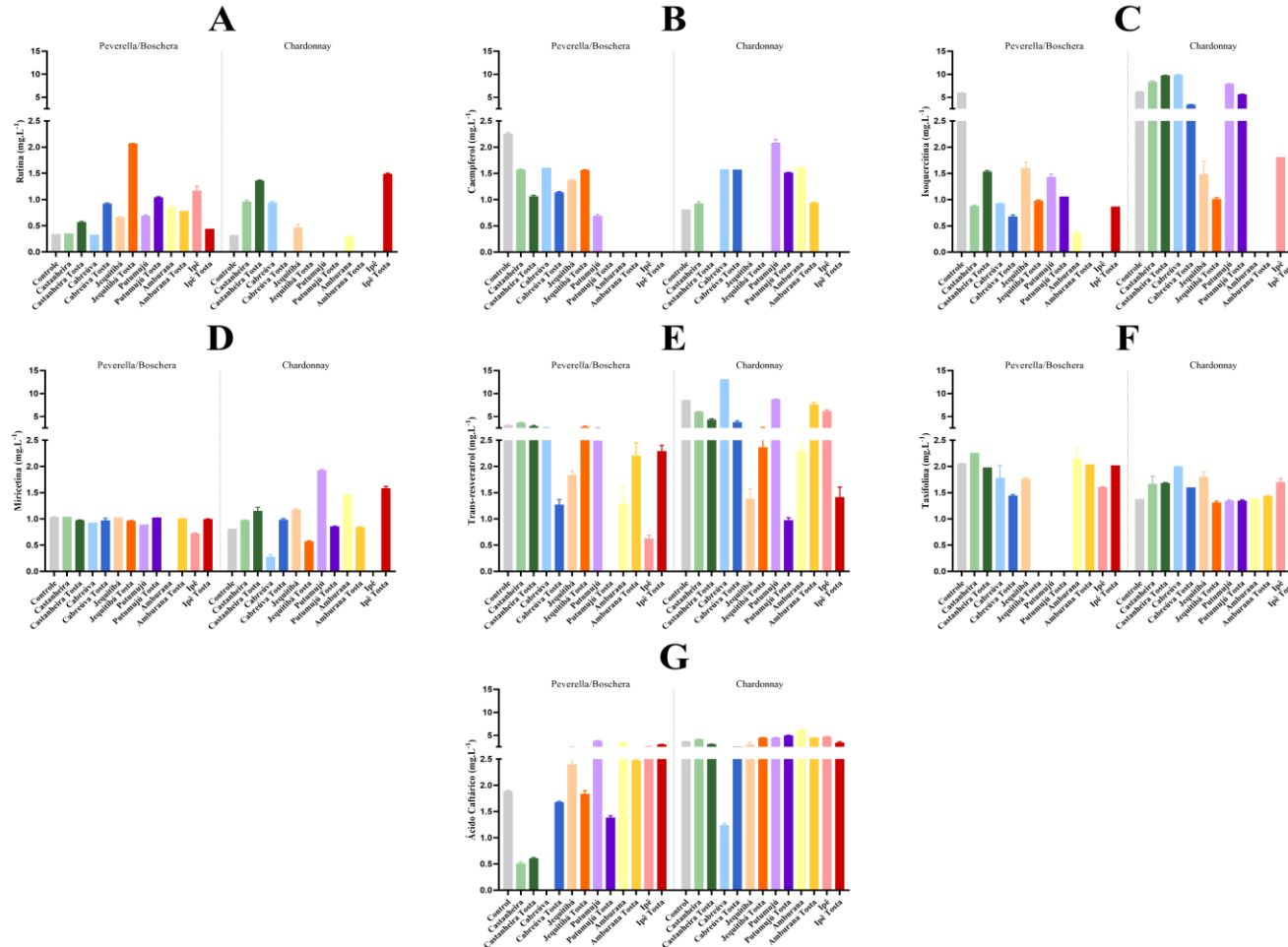
Figura 5. Índice de Polifenóis Totais (IPT) expressos em mg.L^{-1} de epicatequinas encontrados nos vinhos das variedades Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras, por 15 dias.



5.1.3. Análises dos compostos fenólicos

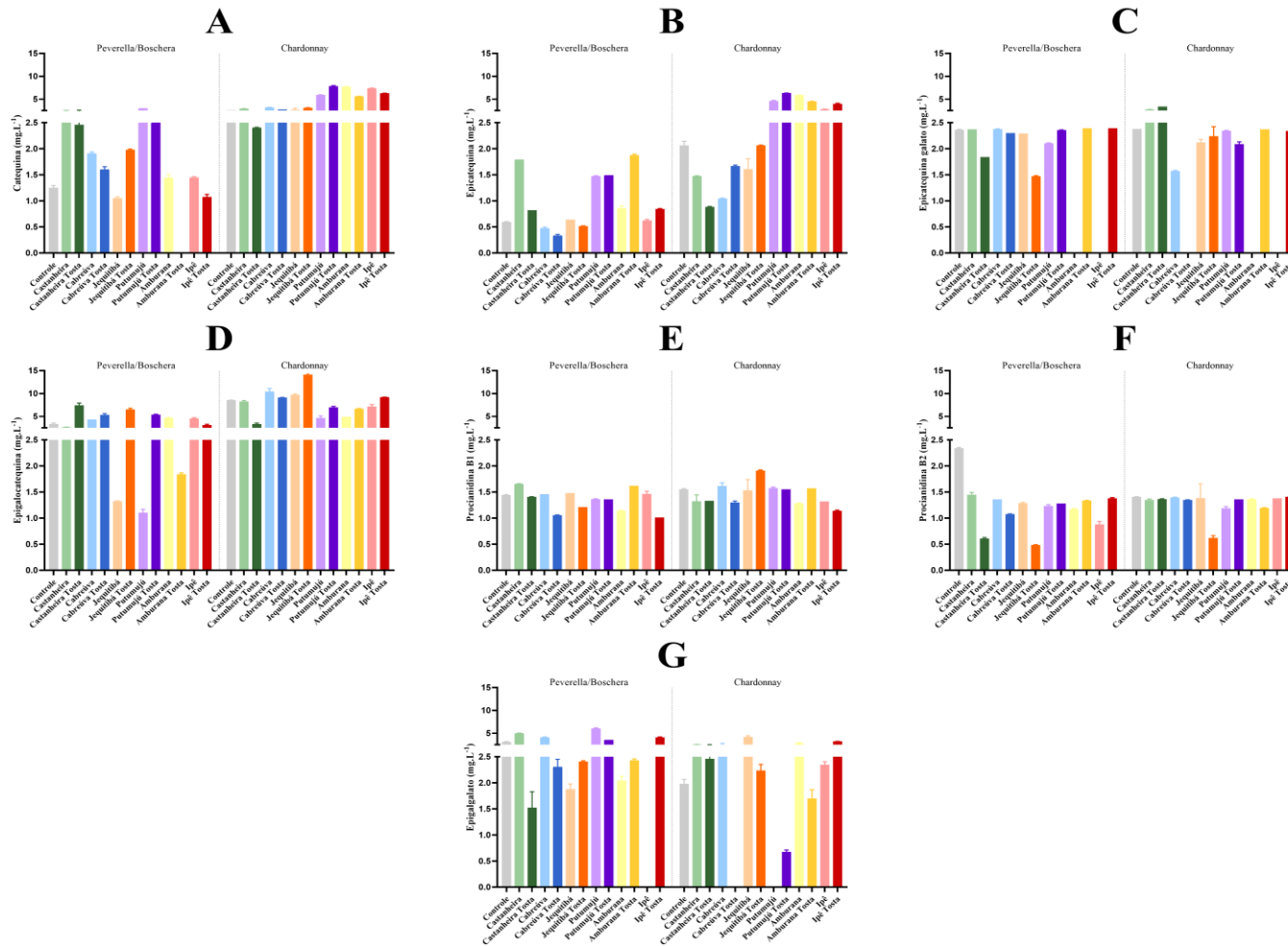
O perfil fenólico dos vinhos da variedade Peverella/Boschera e Chardonnay estão mostrados nas figuras 5 e 6. Na figura 6 encontram-se os flavonóis (A – rutina; B – Caempferol; C – Isoquercitina; e D – Miricetina), o estilbeno (E – Trans-resveratrol) flavanonol (F – Taxifolina) e o ácido fenólico (G – Ácido Caftárico); na figura 7 estão todos os sete flavanóis (A – Catequina; B – Epicatequina; C – Epiatequina Galato; D – Epigalocatequina; E – Procianidina B1; F – Procianidina B2; G – Epigalgalato).

Figura 6. Composição de flavonóis, estilbeno, flavanonol e ácido fenólico nos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias



Flavonóis (A-D), o estilbeno (E) flavanonol (F) e o ácido fenólico (G)

Figura 7. Composição de flavanóis nos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay que ficaram em contato com diferentes madeiras brasileiras por 15 dias.



Nas classes dos flavonóis, o caempferol, a isoquercitina diminuíram quando comparados ao vinho controle, para a variedade Peverella/Boschera; no vinho Chardonnay, algumas madeiras resultaram no aumento desses compostos, enquanto alguns causaram sua diminuição, chegando até a sua não detecção. A miricetina não apresetou grandes alterações nas concetrações entre os vinhos com as madeiras e os vinhos entre si (exceto a Amburana, na Peverella/Boschera e o Ipê no Chardonnay, onde a sua presença não foi detectada).

O trans-resveratrol foi o único estibeno analisado e o perfil mostra uma tendência na diminuição desse composto quando armazenado com as madeiras. Na variedade Peverella/Boschera somente uma madeira (Castanheira) apresentou valores mais elevados deste composto, enquanto na variedade Chardonnay duas madeiras resultaram em um aumento (Cabreúva e Putumuju).

Em relação ao flananonol taxifolina, no vinho Chardonnay, sete das doze madeiras testadas resultaram em um aumento neste composto, enquanto na variedade Peverella/Boschera somente duas madeiras propiciaram o mesmo efeito (a única madeira em comum para ambas as variedades foi a Castanheira). As amostras com as demais madeiras apresentaram valores próximos ao controle (exceto a Jequitibá Tosta e as Putumuju, com e sem Tosta, na variedade Peverella/Boschera, onde esse composto não foi identificado)

A concentração de Ácido caftárico, na variedade Peverella/Boschera, aumentou para 6 das madeiras testadas e teve uma grande diminuição em 3, sendo que no vinho armazenado com a madeira Cabreúva não foi possível detectar o composto. As concentrações no vinho Chardonnay não sofreram alterações, exceto no vinho com Cabreúva, onde foi detectada uma diminuição.

As catequinas apresentam uma tendência ao aumento, sendo que isso só não foi observado em 3 madeiras na variedade Peverella/Boschera e em 1 madeira no Chardonnay. As epicatequinas também apresentam essa tendência de aumento na variedade Peverella/Boschera, sendo que isso só não foi observado em 3 madeiras; na variedade Chardonnay, metade das madeiras apresentou um aumento e a outra metade uma diminuição. O valor das epicatequinas em diversas madeiras permaneceu o mesmo que o controle, sendo que em algumas houve uma pequena diminuição e em outras essa diminuição foi total.

As epigallocatequinas e as procianidinas B1 foram detectadas em todas as amostras e em ambas as variedades a concentração aumentou, permaneceu igual ao controle ou diminuiu, sendo influenciadas pela variedade da madeira utilizada. As procianidinas B2 seguiram o mesmo perfil que as procianidinas B1 nos vinhos Chardonnay; porém, no vinho da variedade Peverella/Boschera houve uma diminuição nas concentrações dos vinhos armazenados com as madeiras quando comparados ao controle.

A epigalgalato apresentou tanto aumento quanto diminuição da sua concentração no vinho quando em contato com as madeiras, sendo que algumas levaram a diminuição total do composto.

5.2. ANÁLISE SENSORIAL

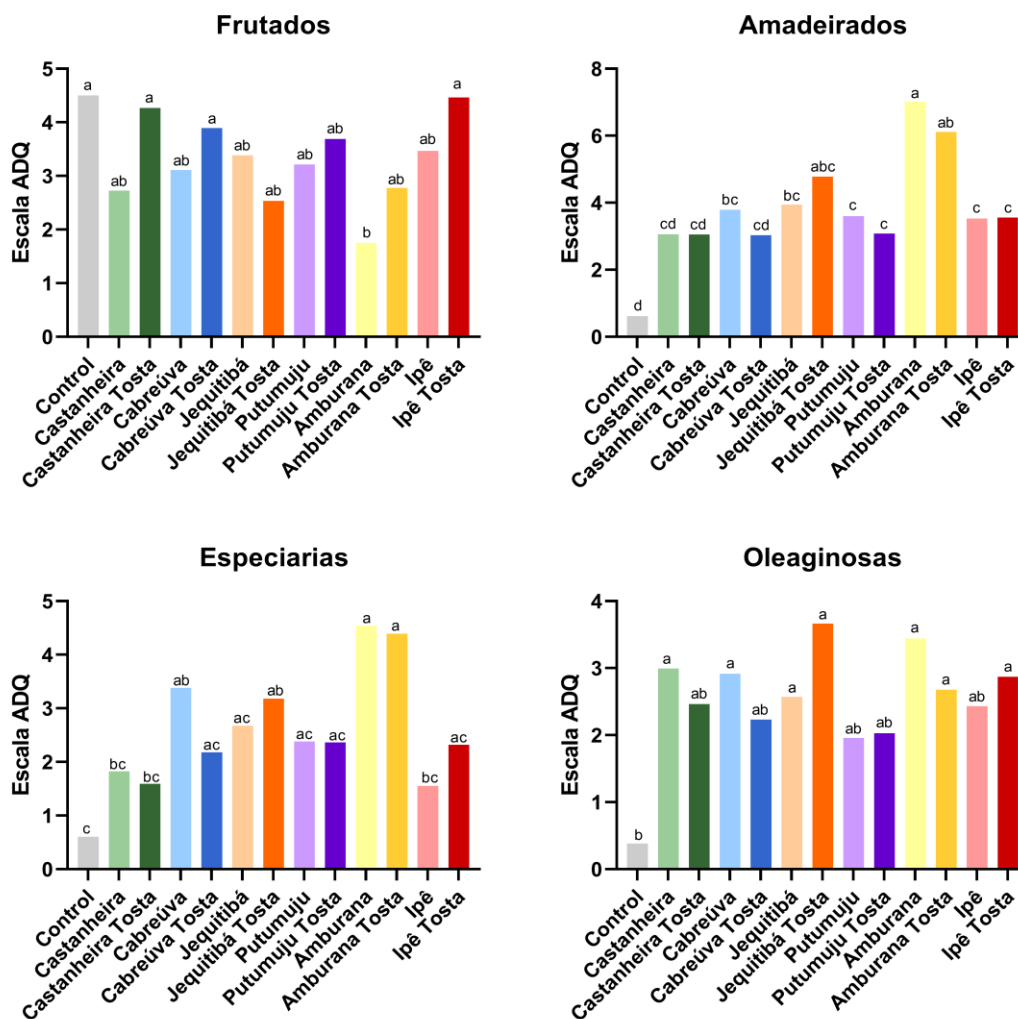
5.2.1. Perfil visual

Em relação ao perfil visual avaliado na análise sensorial, todos os vinhos da variedade Peverella/Boschera que passaram por afinamento em madeira apresentaram visualmente uma coloração mais intensa que o controle, porém essa diferença só foi significativa nos vinhos armazenados com as madeiras Cabreúva, Ipê Tosta, Ipê e Amburana Tosta. Da mesma forma, para os vinhos da variedade Chardonnay, o vinho controle foi que apresentou os valores mais baixos de intensidade de cor, sendo que os vinhos armazenados com as madeiras Putumuju, Ipê, Castanheira Tosta e Amburana Tosta foram os únicos que apresentaram diferenças estatísticas significativas.

5.2.2. Perfil aromático

Na análise sensorial de aromas, foram avaliados sete atributos: frutados, florais, herbáceos, amadeirados, de especiarias, oleaginosos e adocicados. Para o vinho elaborado com a uva Peverella/Boschera não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos no que tange aos aromas florais, herbáceos e adocicados. Os atributos que apresentaram diferenças estatísticas estão mostrados na figura 8.

Figura 8. Atributos aromáticos que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Peverella/Boschera armazenados com diferentes madeiras.



Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa de ($p < 0,05$)

Para os aromas frutados, tanto o vinho controle quanto os demais tratamentos aplicados apresentaram valores semelhantes e somente a Amburana, que apresentou os valores mais baixos de aromas frutados, diferiu do vinho controle e dos vinhos que ficaram em contato com as madeiras Ipê Tosta, Castanheira Tosta e Cabreúva Tosta.

Na análise sensorial dos aromas amadeirados, quase todos os vinhos armazenados com as diferentes madeiras apresentaram valores maiores quando comparados ao vinho controle. Essa diferença só não foi significativa entre o controle e três madeiras, a Castanheira, a

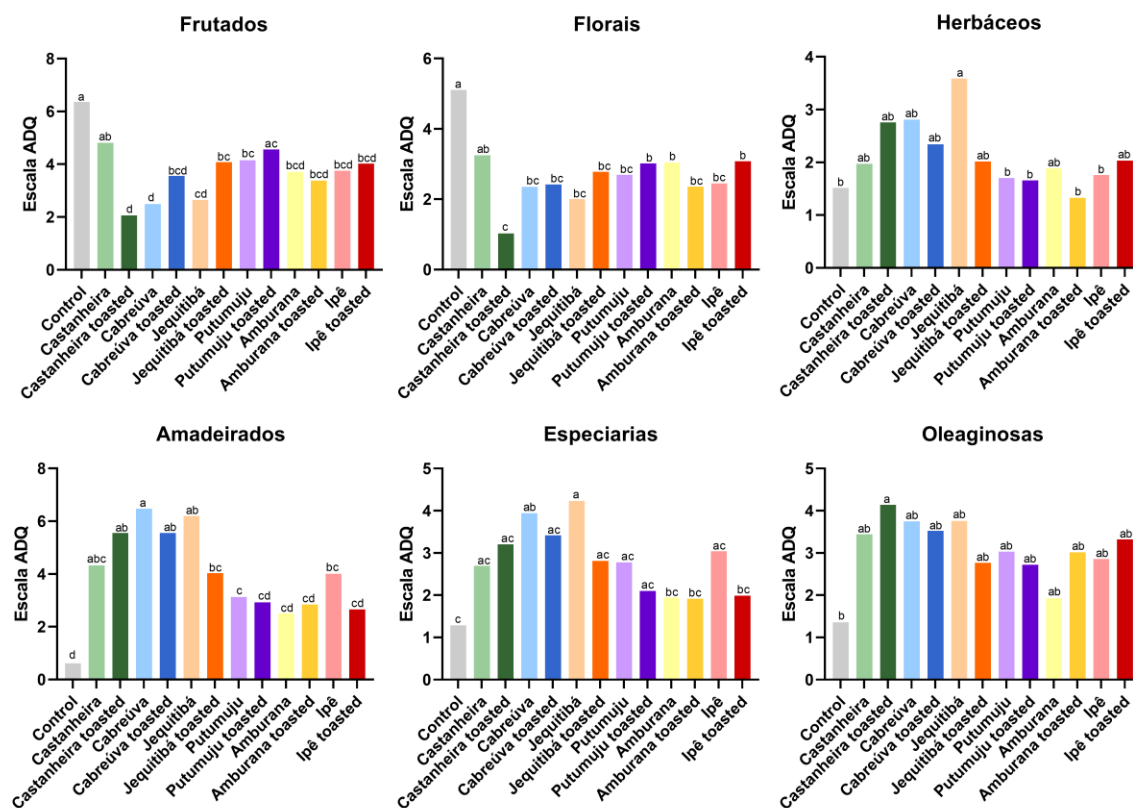
Castanheira Tosta e a Cabreúva Tosta; nas outras nove madeiras, os valores encontrados foram estatisticamente maiores que o controle. A Amburana e a Amburana Tosta apresentaram os maiores valores de aromas amadeirados, diferindo-se significativamente de nove e sete madeiras, respectivamente.

Nos aromas de especiarias, a Amburana e a Amburana Tosta também apresentaram valores mais altos que as demais madeiras, diferindo estatisticamente do Controle, da Castanheira, da Castanheira Tosta e do Ipê. O vinho controle apresentou os valores mais baixos em relação as notas de especiarias, diferindo da Cabreúva e da Jequitibá Tosta, além da Amburana e Amburana Tosta.

Em relação aos aromas oleaginosos, pode-se observar que todos os vinhos armazenados em contato com as madeiras apresentaram um aumento nesse atributo quando comparados ao vinho controle, sendo que essa diferença foi significativa em sete das doze madeiras testadas; os tratamentos com as diferentes madeiras não apresentam diferenças estatísticas entre si.

No vinho Chardonnay, somente os aromas adocicados não apresentaram diferenças estatísticas entre os diferentes tratamentos aplicados. Os atributos que apresentaram diferenças estatísticas estão mostrados na figura 9.

Figura 9. Atributos aromáticos que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Chardonnay armazenados com diferentes madeiras



Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa de ($p < 0,05$)

Nos aromas frutados, o vinho controle apresentou os valores mais altos para esse parâmetro, sendo que não houve diferença estatística somente nos vinhos com as madeiras Castanheira e Putumuju Tosta. Em relação aos aromas florais, o vinho controle apresentou os maiores valores, sendo estes significativamente maiores para onze das doze madeiras testadas (não diferindo somente da Castanheira).

Os aromas herbáceos foram encontrados em maiores quantidades no vinho em contato com a madeira Jequitibá, sendo que houve diferença estatística entre essa madeira e cinco tratamentos (o vinho controle e os vinhos estocados com as madeiras Ipê, Putumuju, Putumuju Tosta e Amburana Tosta).

Os aromas amadeirados ficaram mais pronunciados nos vinhos em contato com as madeiras, sendo que os vinhos que apresentaram essa maior intensidade aromática foram Cabreúva e Cabreúva Tosta, Jequitibá e Castanheira Tosta. O vinho controle foi o que

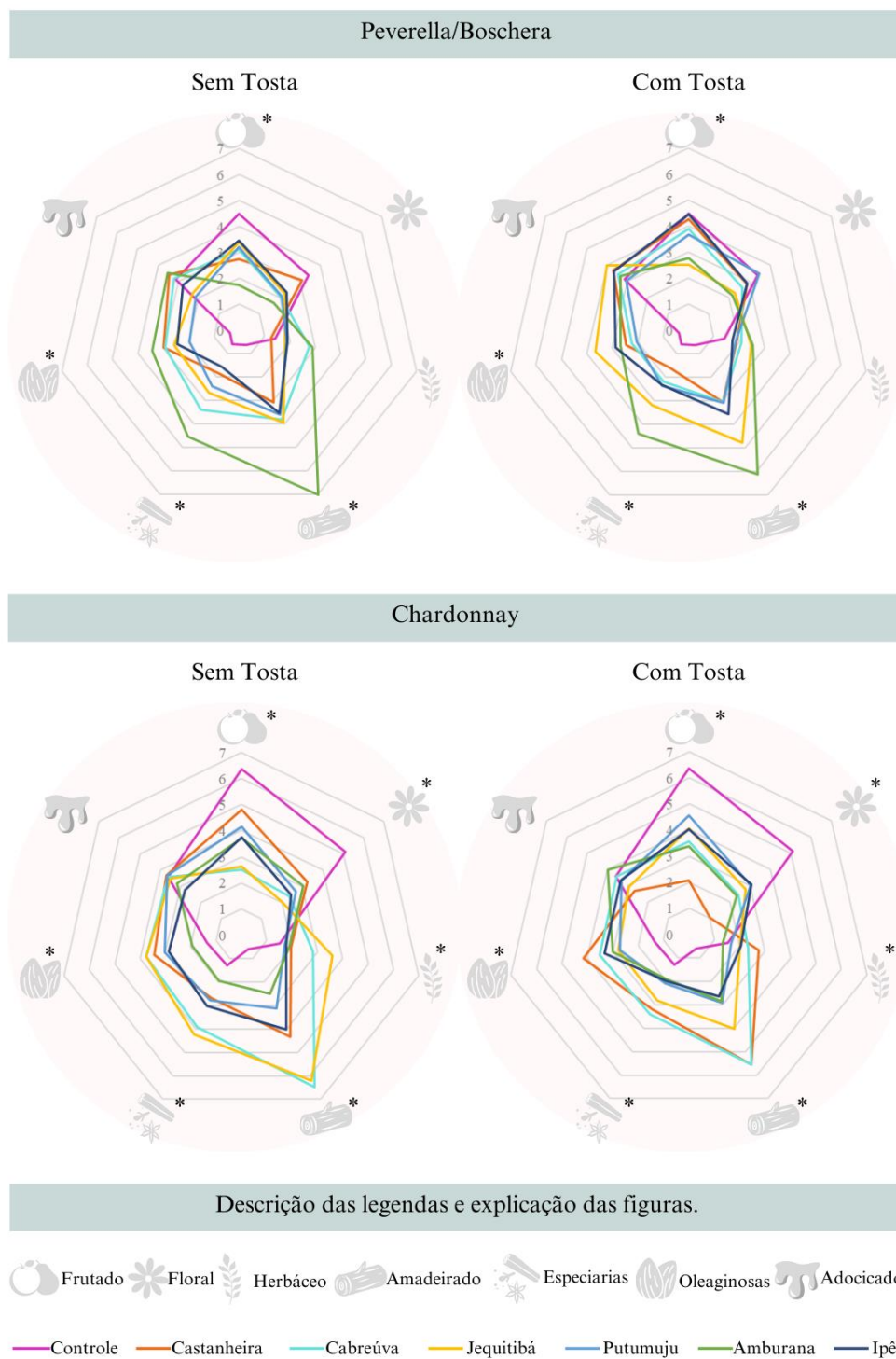
apresentou a menor intensidade de aromas amadeirados, diferenciando-se significativamente de sete das doze madeiras testadas.

A intensidade aromática de especiarias foi mais alta nos vinhos com a madeira Jequitibá, que diferiu significativamente do vinho controle e das madeiras Amburana, Amburana Tosta, e Ipê Tosta. O vinho controle apresentou a menor percepção desses aromas, diferindo significativamente da Jequitibá e da Cabreúva.

Em relação aos aromas oleaginosos, pode-se observar uma tendência no aumento desse parâmetro nas amostras que permaneceram em contato com as madeiras (quando comparado ao vinho controle), porém essa diferença foi significativa somente entre o controle e a Castanheira Tosta; os tratamentos com as madeiras não diferiram entre si.

A figura 10 mostra os resultados na forma de gráfico radar da análise sensorial em relação aos atributos aromáticos dos vinhos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados nas diferentes madeiras brasileiras testadas; os dados mostrados estão divididos por madeiras com e sem tosta, para ambos os vinhos, tendo o vinho controle como referência.

Figura 10. Perfil aromático dos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados em contato com diferentes madeiras brasileiras, sem e com tosta, por 15 dias.

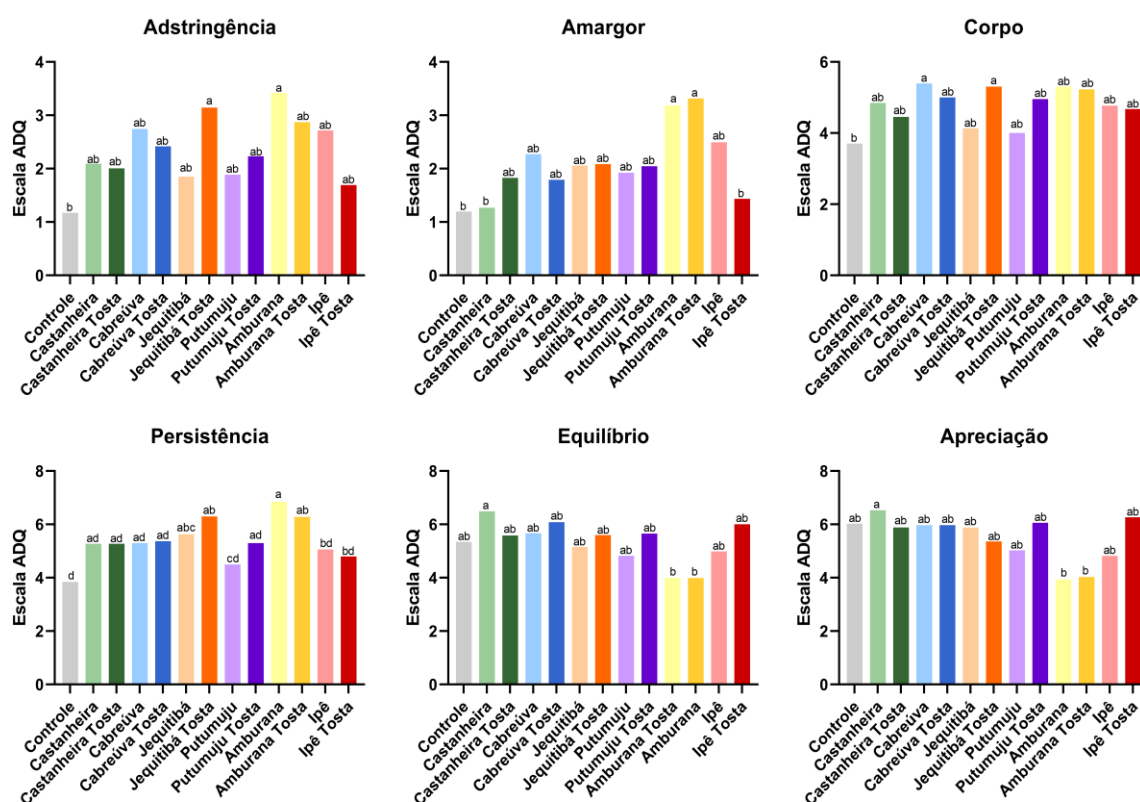


*Parâmetros sensoriais onde há alguma diferença estatística significativa entre os vinhos brancos (Teste de Tukey, $P < 0.05$)

5.2.3. Perfil gustativo e avaliações gerais

Nas análises gustativas e avaliações gerais, os vinhos foram analisados segundo oito parâmetros: dulçor, acidez, adstringência, amargor, corpo (volume e estrutura em boca), persistência, equilíbrio e apreciação global. Nas avaliações dos vinhos Peverella/Boschera, não houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação às análises gustativas de dulçor e acidez. Os atributos que apresentaram diferenças estatísticas estão mostrados na figura 11.

Figura 11. Atributos gustativos e avaliação geral que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Peverella/Boschera armazenados com diferentes madeiras.



Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa de ($p < 0,05$)

Em relação à adstringência, as análises mostraram uma tendência das madeiras em aumentar essa percepção em boca, mas somente as madeiras Amburana e Jequitibá Tosta

apresentaram valores estatisticamente superiores ao vinho controle.

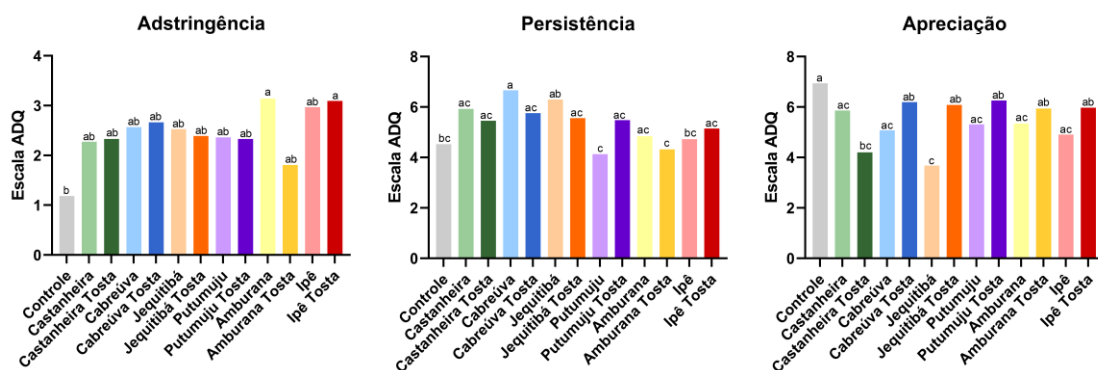
O amargor dos vinhos foi sentido com mais intensidade nas madeiras Amburana e Amburana tosta, que, além de se diferirem do vinho controle, apresentaram também valores estatisticamente mais altos que as madeiras Castanheira e Ipê Tosta; os restantes dos tratamentos não diferiram entre si e nem entre o controle.

O corpo e a persistência em boca foi mais intensa nos vinhos que possuíam alguma madeira, sendo o controle a amostra com menor corpo e persistência, diferindo estatisticamente da Cabreúva e Jequitibá Tosta (para o atributo corpo) e Amburana, Amburana Tosta, Jequitibá e Jequitibá Tosta (no atributo persistência).

No quesito equilíbrio e apreciação global, as únicas diferenças estatísticas encontradas foram entre a Castanheira e a Amburana e Amburana Tosta, mostrando que o vinho armazenado com a Castanheira apresenta um melhor equilíbrio das características e maior apreciação global quando comparada aos vinhos com Amburana (tanto a com quanto sem tosta). Os demais tratamentos não diferiram entre si e nem do controle.

Nas avaliações dos vinhos Chardonnay, não houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação às análises gustativas de dulçor, acidez, amargor, corpo e equilíbrio. Os atributos que apresentaram diferenças estatísticas estão mostrados na figura 12.

Figura 12. Atributos gustativos e avaliação geral que apresentaram diferenças estatísticas entre os vinhos da variedade Chardonnay armazenados com diferentes madeiras.



Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa de ($p < 0,05$)

Nas análises de adstringência, os tratamentos com as madeiras não variaram entre si, mas quando essas foram comparadas com o vinho controle, observou-se um aumento em

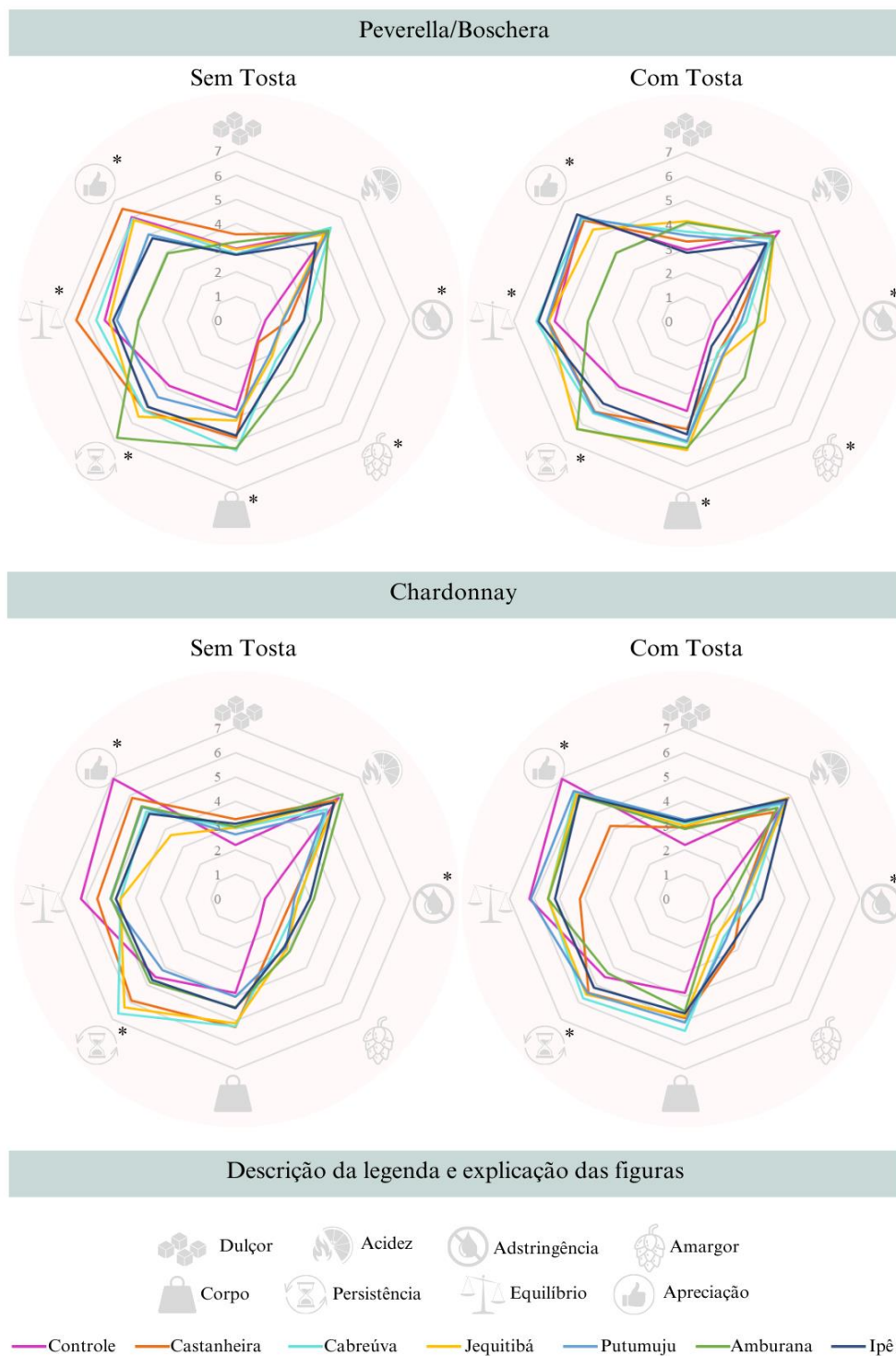
todas as madeiras, sendo essa diferença significativa nos vinhos com Amburana e Ipê Tosta.

A persistência dos vinhos em boca foi sentida com maior intensidade nas madeiras Cabreúva e Jequitibá, sendo que elas se diferem significativamente de quatro (incluindo a referência) e duas amostras, respectivamente.

Na apreciação global, o vinho controle apresentou a maior pontuação, diferindo estatisticamente das madeiras Castanheira Tosta e Jequitibá. O vinho que teve contato com a madeira Jequitibá apresentou a menor pontuação, diferindo estatisticamente de outras cinco madeiras com tosta, a Cabreúva Tosta, o Ipê Tosta, a Amburana Tosta, a Putumuju Tosta, a Jequitibá Tosta. Percebe-se que, depois do vinho controle, todas os vinhos que possuíam a versão da madeira com tosta (exceto no caso da Castanheira) apresentaram melhores resultados que os vinhos que tiveram contato com as madeiras sem tosta.

A figura 13 mostra os resultados na forma de gráfico radar da análise sensorial em relação aos atributos aromáticos dos vinhos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados nas diferentes madeiras brasileiras testadas; os dados mostrados estão divididos por madeiras com e sem tosta, para ambos os vinhos, tendo o vinho controle como referência.

Figura 13. Perfil aromático dos vinhos brancos Peverella/Boschera e Chardonnay armazenados em contato com diferentes madeiras brasileiras, sem e com tosta, por 15 dias.



*Parâmetros sensoriais onde há alguma diferença estatística significativa entre os vinhos brancos (Teste de Tukey, $P < 0.05$)

6. DISCUSSÃO GERAL

6.1. COMPOSIÇÃO FENÓLICA E CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS

Em nosso estudo, os vinhos permaneceram em contato com as madeiras 15 dias e nesse período já foi possível observar a tendência de aumento do IPT em todos os vinhos que ficaram armazenados com as madeiras brasileiras. Esses resultados mostram que existem substâncias fenólicas potencialmente extraíveis das madeiras, indicando a possibilidade de estudar o prolongamento do tempo de contato dos vinhos com essas espécies de madeira, visando aumentar a extração de compostos fenólicos.

De fato, de acordo com vários estudos, ocorre um aumento na quantidade de polifenóis totais de vinhos que entram em contato com madeiras durante o afinamento e/ou envelhecimento como consequência da transferência de polifenóis da madeira para o vinho. Em um estudo publicado em 2017 (DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017), os autores analisaram o IPT após 20 e 28 dias de contato de vinhos brancos com diferentes chips de madeiras. Como resultados, todos os vinhos aumentaram a quantidade de IPT já nos primeiros 20 dias e no final dos 28 dias o índice se mostrou ainda mais elevado.

Analisando separadamente, o perfil de compostos flavonóides e não-flavonóides não são suficientemente evidentes. Percebe-se que algumas madeiras têm o poder de aumentar esses compostos nos vinhos, assim como outras causam a sua diminuição e, em alguns casos, a sua não detecção. O aumento pode ser explicado pela passagem desses compostos da madeira para o vinho; e a diminuição e inexistência podem estar relacionada com a polimerização de compostos, resultado da interação entre os compostos extraíveis da madeira e os compostos presentes nos vinhos (GUERRA, 2012).

Em relação a classe dos flavonóis, os compostos encontrados em maiores quantidades em nosso estudo foi a isoquercitina, seguida do caempferol. De fato, um estudo avaliou a composição de flavonóis de uvas brancas *Vitis Viníferas* e concluiu que o perfil de flavonóis foi dominado pelos derivados de quercitina, seguido dos derivados de caempferol, sendo esses compostos encontrados em todas as amostras analisadas; a rutina foi encontrada na maioria das uvas brancas estudadas, mas em quantidades baixas (CASTILLO-MUÑOZ et

al., 2010).

A concentração total dos flavonóis é influenciada diretamente pela exposição a luz solar e apresenta aumento significativo e consistente quando comparado aos demais compostos da uva (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024). A produção de uvas em sistema latada (como foi cultivada a uva Peverella/Boschera) proporciona um maior sombreamento, o que diminui a exposição direta à luz; a uva Chardonnay, que foi cultivada em sistema de espaldeira, teve uma otimização da exposição solar, proporcionando uma melhor distribuição de luz.

Ademais, além da influência do ambiente no cultivo da uva, o processo de vinificação empregado para a obtenção desses mostos também exerceu um impacto considerável. Foram aplicadas técnicas enológicas diferentes: a uva Peverella/Boschera foi prensada inteira e a uva Chardonnay foi desengaçada e permaneceu por um breve tempo em maceração pelicular. Portanto, a variação encontrada entre os vinhos Peverella/Boschera e Chardonnay pode ser influência do tempo de exposição aos raios solares durante o amadurecimento da uva, das características intrínsecas de cada variedade e das práticas enológicas utilizadas para a obtenção do mosto.

Ao estudar esses compostos em vinhos, um estudo analisou a sua concentração em vinhos tintos envelhecidos em diferentes madeiras (cerejeira e carvalho) e encontrou dados parecidos com os do presente estudo, mostrando uma tendência para a diminuição do caempferol e da isoquercitina e uma estabilidade da miricetina nos vinhos armazenados com as madeiras quando comparados aos vinhos controles (CHINNICI et al., 2015).

Os flavonóis são compostos facilmente oxidáveis e conseguem consumir espécies reativas de oxigênio (ROS) rapidamente, sugerindo que esses produtos de oxidação de flavonóis são antioxidantes particularmente bons. Além disso, as formas agliconas dos flavonóis geralmente estão presentes nos vinhos em concentrações baixas, existindo principalmente na forma glicosídica. Porém, durante o armazenamento do vinho, os glicosídeos de flavonóis são hidrolisados, resultando em um aumento nas agliconas ao longo do tempo (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024)

Como os flavonóis do nosso estudo foram analisados na sua forma aglicona, percebe-se a grande variação de resultados. No caso de algumas madeiras, esses flavonóis estão indetectáveis ou aparecem em concentrações baixas, o que pode estar ligado ao fato de

esses compostos estarem em sua forma glicosídica; nas madeiras em que houve aumento dos flavonóis, pode-se justificar pela hidrólise de sua forma glicosídica em sua forma aglicona.

No que se refere ao *trans*-resveratrol, os vinhos que tiveram contato com as madeiras apresentaram estabilidade ou diminuição, quando comparados ao controle (exceto para a madeira Cabreúva, no Chardonnay, que apresentou um aumento). O resveratrol é produzido em resposta à infecção fúngica e outros estresses, ocorrendo naturalmente na casca da uva como seu glicosídeo, chamado piceídeo. Durante a fermentação alcoólica, a atividade β -glicosidase da levedura libera o *trans*-resveratrol (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024). Um estudo publicado em 2018 analisou esse composto em vinhos tintos envelhecidos em diferentes fragmentos de carvalho e obtiveram dados semelhantes aos nossos, onde a concentração de *trans*-resveratrol diminuiu em todos os tratamentos (RUBIO-BRETÓN; GARDE-CERDÁN; MARTÍNEZ, 2018).

Em relação a taxifolina analisada em nosso estudo, observa-se que algumas madeiras aumentaram a concentração desse flavanonol nos vinhos, enquanto algumas diminuíram. Para a variedade Peverella/Boschera, duas madeiras resultaram num aumento desse flavanonol, enquanto as outras permaneceram com os mesmos valores que o controle ou apresentaram diminuição, sendo que em alguns casos o composto nem foi detectado. Na variedade Chardonnay, algumas madeiras permaneceram com a mesma quantidade de taxifolina que o vinho controle e outras apresentaram um aumento.

Foi realizado um estudo sobre os efeitos de diferentes tipos de madeira na composição fenólica de vinagres de vinho e a taxifolina foi identificada somente nas amostras que tiveram contato com a madeira Cerejeira Negra (*Prunus serotina*), mostrando que a concentração desse polifenol no vinagre teve influência da madeira em que a bebida permaneceu em contato (CEREZO et al., 2010).

Em relação ao ácido fenólico analisado em nosso estudo, a resposta da sua concentração teve influência da variedade de vinho testada e da madeira utilizada, sendo detectada seu aumento em alguns casos e sua estabilidade e diminuição em outros. Os ésteres de tartárico, como o ácido caftárico, são susceptíveis a hidrólise, e embora ocorra de maneira acelerada na presença de enzimas, ela continua, de forma lenta, no ambiente ácido aquoso do vinho acabado. Essa ação de hidrólise libera os ácidos hidroxicinâmicos (que no caso do ácido

caftárico, é o ácido cafeico) e seus derivados tartaratos, que contém grupos funcionais chamados ácidos carboxílicos (-COOH). Assim, eles podem reagir com o etanol (presente em alta concentração no vinho) para formar ésteres. No vinho, essa esterificação parcial contribui para o aroma e o sabor, pois os ésteres formados costumam ter aromas frutados e agradáveis. Além disso, o ácido cafeico é susceptível à oxidação, podendo formar produtos intermediários reativos, como quinonas, quando é exposto ao oxigênio. As quinonas podem reagir com outros compostos fenólicos ou aminoácidos presentes, levando ao desenvolvimento de pigmentos marrons, processo que contribui para o escurecimento do vinho c.

No que concerne os flavanóis, já foram relatados que essas substâncias estão presente em algumas madeiras, sendo as (+)catequinas e as procianidinas os compostos encontrados em maiores quantidades (CHINNICI et al., 2015). Conforme os nossos resultados, algumas madeiras resultaram num aumento de flavanóis, enquanto outras levaram a uma diminuição. O aumento desses compostos é devido a passagem dessa classe de polifenóis encontrados na madeira ao vinho. A estabilização ou o declínio dos flavanóis e das procianidinas pode ser devido a fenômenos de oxidação e polimerização.

Apesar de as vias biossintéticas das procianidinas poliméricas ainda não terem sido completamente explicadas, sabe-se que uma proporção significativa (25–50%) dos compostos fenólicos presentes em um vinho encontram-se nas formas oligoméricas e poliméricas dos monômeros de flavan-3-ol. Essas moléculas são formadas através da condensação bioquímica de monômeros de flavan-3-ol ligadas, covalentemente, com a conectividade mais comum sendo as ligações do tipo "B" entre as posições C4 e C8 (4→8, por exemplo, procianidina B1 e B2) (Tabela 2).

Além dessa polimerização entre os monômeros, outras reações químicas podem ocorrer, alterando a estrutura e propriedades dos compostos afetados. Uma das reações mais importantes nos anéis aromáticos é a substituição eletrolítica aromática (SEAr), na qual um eletrófilo, geralmente possuindo uma carga positiva, reage em uma posição do anel de benzeno para deslocar um próton.

Dois exemplos de reações químicas de SEAr envolvem o anel A dos flavan-3-óis. Quando protonado pelo ácido no vinho, o acetaldeído ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$) torna-se um potente eletrófilo e reage nas posições 6 e 8 dos flavan-3-óis, criando uma nova ligação covalente.

O produto resultante, que é um álcool benzílico, será protonado no pH do vinho, resultando em um carbono benzílico. Esse carbono é um eletrófilo muito reativo, então ocorre uma segunda reação de (SEAr), formando uma ponte de etilideno entre dois sistemas de flavan-3-ol. Assim, o acetaldeído no vinho promove reações que ligam duas moléculas aromáticas (flavan-3-óis) por uma ponte de etilideno, o que altera a sua estrutura e propriedade, influenciando no sabor, na cor e na estabilidade do vinho.

Um segundo exemplo de substituição eletrolítica aromática (SEAr), é a clivagem e reformação das cadeias de proantocianidinas. A ligação entre a posição 4 de uma unidade de catequina e a posição 8 de outra unidade (ou seja, a ligação interflavana) pode ser rompida por SEAr em presença de prótons (ácido). O cátion benzílico liberado pode então reagir com o anel A de uma unidade de catequina diferente, resultando em um rearranjo das cadeias de proantocianidinas. Produtos adicionais podem ser formados se outros nucleófilos estiverem presentes para reagir com o cátion benzílico. Por exemplo, a forma de pseudobase carbinol das antocianinas pode atuar como nucleófilo e reagir com cátions derivados de procianidinas, produzindo adutos de tanino-antocianina (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024).

A composição fenólica do vinho e os processos químicos que ocorrem com a passagem de novos compostos ao vinho durante o armazenamento do mesmo em madeira influencia na luminosidade da cor e na sua estabilização. Os resultados do presente estudo mostram que os vinhos estocados com as madeiras mostraram uma tendência na diminuição da luminosidade da cor (L^*) e já foi demonstrado que os flavanóis (principalmente a (+)catequina) tem efeito nessa mudança de cor. Dois são os motivos principais: oxidação da molécula; e formação de novos compostos a partir da interação dos flavanóis com substâncias extraíveis da madeira, sendo que a reação mais importante é a condensação entre a (+)catequina e compostos aldeídos fenólicos (como a vanilina e o siringaldeído) (VIVAS et al., 2008).

Além da luminosidade, essas reações químicas alteram os valores de b^* (tom amarelado) e de $(-)a^*$ (tom esverdeado); ao calcular a diferença de cor, percebe-se que todas as madeiras apresentaram diferenças de cor quando comparadas ao controle, porém somente algumas apresentaram alterações suficientes para serem percebidas a olho nu ($\Delta E \geq 2$) (Cabreúva, Cabreúva Tosta, Ipê e Ipê Tosta – variedade Peverella/Boschera; Ipê, Ipê

Tosta, Castanheira, Putumuju, Jequitibá e Jequitibá Tosta – variedade Chardonnay).

Quando esse resultado é comparado com o perfil visual traçado na análise sensorial, é semelhante o fato de o controle ter apresentado valores mais baixos nas duas variedades de vinhos testadas. Porém, quando observadas as diferenças estatísticas, percebe-se que para a variedade Peverella/Boschera, somente 3 madeiras (Cabreúva, Ipê e Ipê Tosta) apresentaram valores significativamente maiores que o controle tanto na análise sensorial quanto na análise pelo sistema CIELab. Para a variedade Chardonnay, os vinhos estocados com as madeiras Ipê e Putumuju foram as únicas que apresentaram diferenças significativas do controle nas avaliações de intensidade de cor testadas.

Com isso, percebe-se que a diferença de cor calculada e a percepção visual dos avaliadores apresentam algumas similaridades e outras discrepâncias. É possível que um aumento no tempo de envelhecimento dessas bebidas leve a uma mudança de cor mais perceptível de acordo com a madeira utilizada.

6.2. ANÁLISE SENSORIAL

Dentre os atributos de aromas frutados e florais pôde-se perceber um destaque dos vinhos controle, tanto para a variedade Peverella/Boschera quanto para a variedade Chardonnay. Como os vinhos controle não receberam a adição de nenhuma madeira, eles permaneceram com seus aromas varietais, primários e alguns secundários, provenientes da fermentação. No caso da Peverella/Boschera, são frutas brancas, como melão e pera e flores brancas; já o Chardonnay possui aromas cítricos, de abacaxi, maçã verde e nectarina. De fato, quando a análise qualitativa foi realizada, antes da análise quantitativa, a descrição dos aromas frutados e florais apareceu em maior quantidade nos vinhos controle. Outros estudos realizados com madeiras de carvalho e madeiras brasileiras corrobora com esses achados, tendo seus vinhos controle (sem adição de nenhuma madeira) com um poder aromático de frutas e flores mais intenso que os vinhos com adição de madeira (ALAHÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018; PEREIRA et al., 2024). Isso sugere uma mudança de perfil significativa onde a madeira exerce um fator que pode definir o estilo do produto.

Dentre os compostos encontrados nos vinhos, as variedades Peverella/Boschera e

Chardonnay são consideradas neutras, sem aromas característicos primários específicos, sendo os de maior importância, no caso do Chardonnay, os norisoprenóides C13, derivados dos carotenoides, incluindo b-ionona (aroma de violeta), b-damascenona (frutas exóticas), b-damascona (rosa) e b-ionol (frutas e flores) (STYGER; PRIOR; BAUER, 2011).

Além disso, nessas variedades, os compostos de maior prevalência são os ésteres, compostos secundários do metabolismo das leveduras, provenientes principalmente do metabolismo de carboidratos, aminoácidos e lipídeos (BAO et al., 2024). Os ésteres são responsáveis pelos aromas “florais” e “frutados” e dois são os tipos principais: os acetatos de álcoois superiores e os ésteres etílicos de ácidos graxos. Alguns exemplos predominantes de compostos voláteis nessas variedades são 2-feniletanol, ácido decanoico, succinato de dietila, octanoato de etila, decanoato de etila, hexanoato de etila, acetato de hexila, 1-propanol (GAMBETTA et al., 2014).

Porém, durante a conservação do vinho e passagem por madeira, algumas transformações físico-químicas e biológicas modificam esses aromas produzidos em etapas anteriores, causando alterações no aroma final, dando origem ao que é chamado de “buquê” (STYGER; PRIOR; BAUER, 2011). Desta forma, no nosso estudo observa-se essa tendência de mudança de aromas primários e secundários quando adicionadas as madeiras nos vinhos, levando a produção de aromas mais amadeirados, de especiarias e oleaginosos. Do ponto de vista sensorial, os compostos mais importantes relacionados a esses atributos são compostos que fornecem aromas de coco e amadeirados (lactonas), aromas defumados (guaiacol), de especiarias (vanilina), aromas picantes (eugenol) e aroma de oleaginosas, como amêndoas (compostos furfural) (CARPENA et al., 2020). Todos os vinhos armazenados em contato com as madeiras mostraram uma tendência a valores mais elevados nesses atributos; isso mostra que o vinho consegue extrair compostos aromáticos (voláteis e polifenóis) e taninos da madeira, adicionando riqueza e complexidade de aromas ao produto (JORDÃO; COSME, 2022).

Um estudo realizado em 2010 (ALCARDE; DE SOUZA; BELLUCO, 2010) determinou aspectos da composição química da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida por 3 anos em tonéis de diferentes madeiras (dentre elas a cabreúva – *Mycrocarpus frondosus*, a amburana – *Amburana cearenses* e a jequitibá – *Cariniana estrellensis*). Em relação ao coeficiente de congêneres (componentes voláteis “não álcool”, sendo eles a

soma de acidez volátil, aldeídos, ésteres, álcoois superiores e furfural), com exceção dos aldeídos, estes componentes separadamente tiveram suas concentrações consideravelmente aumentadas nas cachaças que passaram por envelhecimento nas madeiras brasileiras.

Além do aumento desses congêneres, ocorre também a extração de compostos provenientes da madeira durante o envelhecimento de bebidas alcoólicas. A madeira é um sistema complexo, composto principalmente de celulose (45%), hemicelulose (20%) e lignina (25%). Durante a tostagem, a hemicelulose se decompõe em açúcares que rapidamente se decompõem em produtos de caramelização por desidratação e reação de Maillard, sendo as pentoses responsáveis pela formação do furfural, composto que apresenta notas de oloaginosas, como amêndoas, caramelo, cereal torrado e leve toque de madeira (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013). A lignina nas madeiras é composta principalmente pelos monômeros guaiacil e siringil. Durante o envelhecimento de bebidas alcoólicas em barris de madeira, o etanol pode interagir com esses monômeros, causando etanólise; o guaiacil gera coniferaldeído, vanilina e ácido vanílico, enquanto o siringil gera sinapaldeído, siringaldeído e ácido siríngico. Esses novos compostos podem contribuir com notas aromáticas de baunilha, caramelo, tostado, e especiarias (ALCARDE; DE SOUZA; BELLUCO, 2010).

Um estudo realizado em 2013 (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013) investigou o impacto de diferentes madeiras no envelhecimento da cachaça, com o objetivo de analisar o perfil de compostos voláteis e os marcadores de envelhecimento em 10 diferentes tipos de madeiras. Como resultados eles obtiveram que a aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em barril de jequitibá rosa (*Cariniana legalis*) apresentou os maiores teores de vanilina, seguido do carvalho europeu (*Quercus sessilis*); o barril de cerejeira (ou amburana) (*Amburana cearenses*) conferiu os maiores teores de ácido vanílico e sinapaldeído; os barris de carvalho, cabreúva (*Myrocarpus frondosus*) e jequitibá rosa transferiram as maiores quantidades de ácido siríngico; o siringaldeído foi o composto predominante na aguardente amadurecida em barril de carvalho, mas foi detectada também nas aguardentes envelhecidas em jequitibá rosa e grápia (*Apuleia leiocarpa*); o coniferaldeído apresentou teores baixos em todas as madeiras testadas, sendo que o maior teor deste composto foi encontrado na aguardente amadurecida em jequitibá rosa.

Em outro estudo realizado em 2021 pelos mesmos autores (BORTOLETTO;

SILVELLO; ALCARDE, 2021), o objetivo do trabalho era avaliar os compostos aromáticos de cachaças envelhecidas em madeiras tropicais de cerejeira (ou amburana) (*Amburana cearenses*), castanheira (*Bertholletia excelsa*) e cabreúva (ou bálsamo) (*Myrocarpus frondosus*). As lactonas, composto encontrado principalmente em bebidas que passam por contato com o carvalho, também foram identificadas na cerejeira. Essa mesma madeira destacou-se pela presença de compostos como a cumarina e eugenol, responsáveis pelo aporte de aromas de baunilha, canela e especiarias, conferindo um perfil doce e aromático. Os terpenos, como o linalol (floral, cítrico) e o alfa-bisabolol (suave, floral, apimentado) tiveram grande influência nas cachaças envelhecidas em barricas de Cabreúva.

Além disso, a extração de compostos fenólicos das madeiras também contribui para a sensação de adstringência, amargor, persistência e corpo nos vinhos (DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017). Para as duas variedades de vinhos estudadas, o vinho controle foi o que apresentou os menores valores de adstringência, sendo essa diferença significativa nos vinhos com a madeira Amburana e Jequitibá Tosta (Peverella/Boschera) e Amburana e Ipê Tosta (Chardonnay). A Amburana e a Amburana Tosta, juntamente com as madeiras Jequitibá e Jequitibá Tosta, apresentaram também a maior persistência em boca, no caso do vinho Peverella/Boschera. Para o vinho Chardonnay, a madeira que mais persistiu em boca foi a Cabreúva, que diferiu do controle, seguida pela Jequitibá.

Ainda, no vinho da variedade Peverella/Boschera, a Amburana foi a madeira que mais apresentou amargor e, juntamente com a Amburana Tosta, elas diferiram significativamente do vinho controle e de mais duas madeiras. Em relação ao corpo, o vinho controle se mostrou novamente como o menos encorpado, diferindo da Cabreúva e da Jequitibá Tosta.

Sendo assim, nesse estudo, evidencia-se que as madeiras mais ligadas aos descritores sensoriais gustativos são a Amburana, Amburana Tosta, Jequitibá, Jequitibá Tosta e Cabreúva. Esses resultados podem ser explicados devido a extração dos compostos fenólicos da madeira para o vinho, durante o período de contato, sendo estes responsáveis por algumas mudanças nas características sensoriais dos vinhos. Segundo alguns estudos, a concentração desses compostos fenólicos aumenta nos vinhos que passam algum tempo em contato com madeiras e está ligada a vários descritores sensoriais, como “adstringência”, “complexidade”, “persistência” e “corpo” (ALAÑÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018; DEL GALDO et al., 2019; DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA,

2017).

De fato, segundo a análise do IPT (Figura 5), os vinhos que tiveram a presença da Amburana e da Cabreúva apresentaram os valores mais elevados de polifenóis totais, evidenciando que esse aumento pôde ser sentido em boca na forma de adstringência, amargor, persistência e/ou corpo.

Porém, segundo a apreciação global, para o vinho Peverella/Boschera (Figura 11, Apreciação), a madeira que teve o parecer mais favorável foi a Castanheira, que diferiu positivamente da Amburana e da Amburana Tosta, sendo estas classificadas como as de menor aceitação. Para o vinho Chardonnay (Figura 12, Apreciação), o vinho com a madeira Jequitibá apresentou a menor apreciação global, se diferenciando de todas as outras madeiras com Tosta (exceto a Castanheira Tosta). Percebe-se que houve uma diferença nas preferências de acordo com o vinho avaliado, sugerindo que a matriz vinho tem um papel fundamental na apreciação global do tipo de madeira utilizada, sendo que as madeiras interagem de forma distinta com cada variedade de vinho, considerando que a composição química de cada uma é diferente (ALANÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018).

7. CONCLUSÕES

Nosso estudo forneceu informações sobre o potencial enológico do uso de madeiras brasileiras no afinamento de vinhos brancos no que tange ao perfil fenólico e à análise sensorial. De um modo geral foi possível detectar a influência das madeiras na composição fenólica total dos vinhos que tiveram contato com as madeiras, sendo que esse aumento foi mais evidente nas madeiras Amburana, Cabreúva, Putumuju e Ipê Tosta.

No que concerne aos compostos flavonóides e não-flavonóides, os dados não permitiram traçar um perfil de polifenóis distinto de acordo com as várias madeiras utilizadas. Em relação a mudança de cor, todas as madeiras mostraram uma tendência a um aumento da intensidade de cor, tanto no perfil visual quanto na análise de cor pelo sistema CIELab, porém somente 3 madeiras (Cabreúva, Ipê e Ipê Tosta) apresentaram diferenças estáticas na variedade Peverella/Boschera e 2 (Ipê e Putumuju) na variedade Chardonnay. Um maior tempo de contato dos vinhos com as madeiras poderia favorecer o desenvolvimento de um perfil de polifenóis mais definido e uma alteração de cor mais pronunciada, tendo em vista que várias reações químicas acontecem no vinho entre os compostos presentes no vinho e os compostos extraíveis das madeiras.

Quanto a análise sensorial, percebeu-se que os vinhos que tiveram contato com as madeiras resultaram em mudanças perceptíveis dos atributos. Os vinhos controle (sem adição de madeiras) apresentaram atributos aromáticos mais frutados e florais que os vinhos com adição de madeiras; estes, por sua vez, apresentaram valores mais elevados de atributos “amadeirados”, de “oleaginosas” e “especiarias”. Durante a conservação do vinho e passagem por madeira, algumas transformações físico-químicas e biológicas modificam os aromas varietais primários e secundários, causando alterações no aroma final, dando origem ao que é chamado de “buquê” mais complexo. Ainda, a extração dos compostos fenólicos da madeira para o vinho, durante o período de contato, resultou em mudanças nas características gustativas e sensoriais dos vinhos, resultando em descritores como “adstringência”, “persistência” e “corpo”.

Para a variedade Peverella/Boschera, as madeiras que tiveram um melhor potencial enológico foram a castanheira, a cabreúva e a jequitibá. Essas madeiras mantiveram os aromas frutados e passaram a expressar outros: a cabreúva e a jequitibá (com tosta)

apresentaram aromas de especiarias; e as três madeiras aportaram ao vinho aromas de oleaginosas. Para a variedade Chardonnay, novamente as madeiras castanheira e cabreúva apresentaram o melhor potencial enológico, seguido da putumuju. A castanheira conseguiu manter os aromas florais e frutados e aportar ao vinho notas de especiarias e oleaginosas; a putumuju (tosta) preservou as notas frutadas enquanto que a cabreúva se destacou pelo aporte de aromas de especiarias. As madeiras amburana e ipê aportaram ao vinho muitos compostos fenólicos responsáveis por aromas mais amadeirados e maiores sensações de adstringência e amargor, sendo que no caso do ipê ocorreu também uma mudança mais intensa de cor, alterando negativamente os produtos.

Conclui-se que cada madeiras interage de forma distinta dentro das variedades de vinhos testadas. Isso pode ter influência devido a composição química dos vinhos e as peculiaridades das madeiras utilizadas.

8. REFERÊNCIAS

ABNT/ISO 6658. **ABNT NBR ISO 6658:2019 - Norma Brasileira. Análise Sensorial - Metodologia - Orientações gerais**, 2019.

ALANÓN, M. E. et al. Fingerprints of acacia aging treatments by barrels or chips based on volatile profile, sensorial properties, and multivariate analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 15, p. 5795–5806, 2018.

ALANÓN, M. E.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; PÉREZ-COELLO, M. S. New Strategies to Improve Sensorial Quality of White Wines by Wood Contact. **Beverages**, v. 4, n. 91, p. 1–11, 2018.

ALCARDE, A. R.; DE SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. DE S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. SUPPL. 1, p. 226–232, 2010.

ATAIDE DA SILVA, A. et al. Coumarins and phenolic fingerprints of oak and Brazilian woods extracted by sugarcane spirit. **Journal of Separation Science**, v. 32, n. 21, p. 3681–3691, 2009.

BAO, X. et al. Transcriptome and Metabolome Analyses of Aroma Differences between Chardonnay and a Chardonnay Bud Sport. **Molecules**, v. 29, n. 15, 2024.

BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Congeners in sugar cane spirits aged in casks of different woods. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1–4, p. 695–701, 2013.

BORTOLETTO, A. M.; CORRÊA, A. C.; ALCARDE, A. R. Fatty acid profile and glycerol concentration in cachaças aged in different wood barrels. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 122, n. 2, p. 293–298, 2016.

BORTOLETTO, A. M.; SILVELLO, G. C.; ALCARDE, A. R. Aromatic profiling of flavor active compounds in sugarcane spirits aged in tropical wooden barrels. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. 1–14, 2021.

BRAZ, E. M. et al. Ocorrência e crescimento de *Handroanthus* spp. na Amazônia, nos estados de Mato Grosso e Acre, como subsídio para a elaboração de normativas de manejo florestal e avaliação de risco de extinção. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Florestas - Documento 370**, 2022.

CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. *Cariniana micrantha* Ducke - Castanha-de-macaco. In: **Manual de Sementes da Amazônia**. [s.l.: s.n.].

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Advances in grape culture in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPEC. ISSUE 1, p. 144–149, 2011.

CANEDO-REIS, N. A. P. et al. Fast quantitative determination of phenolic compounds in grape juice by UPLC-MS: method validation and characterization of juices produced with different grape varieties. **Journal of Food Measurement and Characterization**, 2020.

CARDOSO, D. R. et al. Sugarcane spirit extracts of oak and Brazilian woods: Antioxidant capacity and activity. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 4, p. 1109–1116, 2008.

CARPENA, M. et al. Wine Aging Technology: Fundamental Role of Wood Barrels. **Foods**, v. 9, n. 1160, p. 1–25, 2020.

CARVALHO, P. E. R. *Centrolobium tomentosum* - Araruva. In: **Espécies Arbóreas Brasileiras - Embrapa**. [s.l.: s.n.].

CARVALHO, P. E. R. *Amburana acreana* - Cerejeira-da-Amazônia. **Empresa Brasileira**

de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Florestas - Circular Técnica 134, p. 1–6, 2007.

CARVALHO, P. E. R. *Myroxylon peruiferum* - Cabriúva-Vermelha. In: **Espécies Arbóreas Brasileiras - Embrapa**. [s.l: s.n.]. v. 5p. 289-295 (637).

CASTILLO-MUÑOZ, N. et al. Flavonol profiles of *Vitis vinifera* white grape cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 7, p. 699–705, 2010.

CATÃO, C. G. et al. Qualidade da madeira de cinco espécies florestais para o envelhecimento da cachaça | Quality of wood of five forestal species for aging of ‘ cachaça ’. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n. 61, p. 741–747, 2011.

CAVALCANTE, C. M. An institutional approach to the history of wine in brazil. **BIO Web of Conferences**, v. 7, p. 03025, 2016.

CEREZO, A. B. et al. Effect of wood on the phenolic profile and sensory properties of wine vinegars during ageing. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 2, p. 175–184, 2010.

CHINNICI, F. et al. Changes in phenolic composition of red wines aged in cherry wood. **Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 977–984, 2015.

CISILOTTO, B. et al. The Brazilian grapevine variety called “Peverella” corresponds to the “Boschera” variety. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, v. 62, n. 4, p. 178–182, 2023.

COSTA, A. et al. Evolução do perfil fenólico de um vinho tinto conservado com alternativos de madeira de acácia e de cerejeira. **10º simpósio de Vitivinicultura do Alentejo**, v. I, p. 89, 2016.

DEL GALDO, V. et al. Blends of wood chips from oak and cherry: impact on the general phenolic parameters and sensory profile of a white wine during the aging process. **Vitis -**

Journal of Grapevine Research, v. 58, n. 4, p. 159–169, 2019.

DELIA, L.; JORDÃO, A. M.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Influence of different wood chips species (Oak, acacia and cherry) used in a short period of aging on the quality of “encruzado” white wines. **Mitteilungen Klosterneuburg**, v. 67, n. 2, p. 84–96, 2017.

Embrapa, Cadastro Vitícola, consulta *on-line*. Disponível em: <<https://www.cnpuv.embrapa.br/cadastro-viticola/rs-2005-2007/html/index.html>>. Acesso em: 02 out. 2024.

FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B. et al. Volatile compounds and sensorial characterisation of red wine aged in cherry, chestnut, false acacia, ash and oak wood barrels. **Food Chemistry**, v. 147, p. 346–356, 2014.

GAMBETTA, J. M. et al. Factors influencing the aroma composition of chardonnay wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 28, p. 6512–6534, 2014.

GUERRA, C. C. Polifenóis da uva e do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 4, p. 90–100, 2012.

GUTIÉRREZ-ESCOBAR, R.; ALIAÑO-GONZÁLEZ, M. J.; CANTOS-VILLAR, E. Wine polyphenol content and its influence on wine quality and properties: A review. **Molecules**, v. 26, n. 3, 2021.

JORDÃO, A. M. et al. Potential of the enological use of several Brazilian wood species on the phenolic composition and sensory quality of different wines. **BIO Web of Conferences**, v. 68, n. June, 2023.

JORDÃO, A. M.; COSME, F. The Application of Wood Species in Enology: Chemical Wood Composition and Effect on Wine Quality. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, n. 6, 2022.

MANDELLI, F.; ALBERTO, M.; TONIETTO, J. Uva em clima temperado. In: **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1^a ed. Brasília: [s.n.], p. 503–515.

MEDEIROS, J. et al. Influence of Caffeic and Caftaric Acid, Fructose, and Storage Temperature on Furan Derivatives in Base Wine. **Molecules**, v. 27, n. 22, p. 1–16, 2022.

MELLO, L. M. R. DE; MACHADO, C. A. E. Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul: de 2013 a 2015. **Embrapa**, 2017.

MELLO, L. M. R. DE; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2021. **Embrapa Uva e Vinho - Comunicado técnico 226**, n. ISSN 1808-6802, 2022.

NASCIMENTO, W. M. O. DO; CARVALHO, J. E. U. DE. Bertholletia excelsa - Castanha-do-brasil. In: **Plantas para o Futuro - Região Norte**. [s.l.: s.n.].

OIV. Compendium of International Analysis of Methods-Method OIV-MA-AS2-11: Determination of the chromatic characteristics of wine according to CIELab. **International Organisation of Wine and Vine**, n. July, p. 1–15, 2006.

OIV. State of the World Vine and Wine Sector in 2022. n. April, p. 1–20, 2023.

PEREIRA, A. DE A. M. et al. Sensory profile and chemical quality of Merlot aged in barrels of different wood species. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 1–6, 2024.

RIBÉREAU-GAYON, P. (1970). Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. **Analytica Chimica Acta**, 52, 627-631.

RICARDO-DA-SILVA, J. M. et al. Effect of pomace contact, carbonic maceration, and hyperoxidation on the procyanidin composition of Grenache blanc wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 2, p. 168–172, 1993.

ROMANO, R. G. et al. Ecoenogastronomia – sustentabilidade e resgate cultural na produção de vinhos na Serra Gaúcha, Brasil. **Ágora**, v. 21, n. 1, p. 93–105, 2019.

RUBIO-BRETÓN, Pilar; GARDE-CERDÁN, Teresa; MARTÍNEZ, Juana. Use of oak fragments during the aging of red wines. Effect on the phenolic, aromatic, and sensory composition of wines as a function of the contact time with the wood. **Beverages**, v. 4, n. 4, p. 102, 2018.

SANTOS, F. et al. Acacia, cherry and oak wood chips used for a short aging period of rosé wines: effects on general phenolic parameters, volatile composition and sensory profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 7, p. 3588–3603, 2019.

SANZ, Miriam et al. Polyphenols in red wine aged in acacia (*Robinia pseudoacacia*) and oak (*Quercus petraea*) wood barrels. **Analytica chimica acta**, v. 732, p. 83-90, 2012.

SETZER, W. N. Volatile components of oak and cherry wood chips used in aging of beer, wine, and spirits. ~ 37 ~ **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 4, n. 2, p. 37–40, 2016.

SISDEVIN. Produção de uvas e produtos vitivinícolas elaborados na safra 2023, no Estado do Rio Grande do Sul - resumo geral. **SISDEVIN/SDA – Sistema de Cadastro Vinícola - Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação.**, v. 2019, p. 1–5, 2023.

SISDEVIN, consulta *on-line*. Painel de produção vitivinícola do Rio Grande do Sul. *Power BI*. Disponível em: <
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmRkOGUzNzEtZGQxNC00ZjkyLTk4OTUtZDAwMzBkM2I4OWMxIiwidCI6IjE1ZGNkOTA5LThkYzAtNDBlOS1hMWU1LWNIY2IwNTNjZGQxYSJ9>>. Acesso em: 04 nov. 2024.

SPAGNA, G. et al. The stabilization of white wines by adsorption of phenolic compounds on chitin and chitosan. **Food Research International**, v. 29, n. 96, p. 241–248, 1996.

STONE, H. et al. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, p. 23–34, 1974.

STYGER, G.; PRIOR, B.; BAUER, F. F. Wine flavor and aroma. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, n. 9, p. 1145–1159, 2011.

TARKO, T.; KRANKOWSKI, F.; DUDA-CHODAK, A. The Impact of Compounds Extracted from Wood on the Quality of Alcoholic Beverages. **Molecules**, v. 28, n. 2, 2023.

TONIETTO, J. et al. Clima Vitícola das Regiões Produtoras de Uvas Para Vinhos Finos do Brasil. **Embrapa Uva e Vinho**, p. 111–146, 2012.

VIVAS, N. et al. Formation of flavanol-aldehyde adducts in barrel-aged white wine-possible contribution of these products to colour. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 29, n. 2, p. 98–108, 2008.

WATERHOUSE, A. L.; SACKS, G. L.; JEFFERY, D. W. **Understanding Wine Chemistry**. [s.l: s.n.]. v. 11

ZHANG, B. et al. A review of polyphenolics in oak woods. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 4, p. 6978–7014, 2015.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO I. Madeiras brasileiras utilizadas no trabalho



9.2. ANEXO II. Cadastro das madeiras brasileiras utilizadas no trabalho no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen)



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso
Cadastro nº A6240C0

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **A6240C0**
 Usuário: **Bruno Cisilotto**
 CPF/CNPJ: **014.132.590-90**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Amburana acreana
Myroxylon peruiferum
Centrolobium tomentosum
Bertholletia excelsa
Cariniana micrantha
Handroanthus spongiosus

Título da Atividade: **Vinho, cultura e biodiversidade: valorização enológica das variedades de uva Peverella/Boschera e Isabel com a utilização de madeiras autóctones brasileiras**

Equipe

Bruno Cisilotto	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
EVANDRO FICAGNA	IFRS/BG - Servidor
SHANA PAULA SEGALA MIOTTO	IFRS/BG - Servidora

GISELE MION GUGEL	IFRS/BG - Servidora
RAQUEL BONDAN DE LIMA	IFRS/BG - Servidora
CAMILA LAZZARI	IFRS/BG - Estudante
ALEXANDRE LUIZ DEGANI ESTOLANO	IFRS/BG - Estudante
ANA CAROLINA FERNANDES MORLIN	IFRS/BG - Estudante

Data do Cadastro: **19/11/2024 15:20:33**

Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **15:21** de **19/11/2024**.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
ASSOCIADO - **SISGEN**

9.3. ANEXO III. Parecer do projeto na Plataforma Brasil

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Envelhecimento de Vinhos e Destilados Vínicos em Madeiras Nativas do Brasil

Pesquisador: SHANA PAULA SEGALA MIOTTO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 78506924.1.0000.8024

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.802.764

Apresentação do Projeto:

O envelhecimento de vinhos e destilados v́nicos é um processo importante e muitas vezes desejado na elaboração dessas bebidas, influenciando significativamente suas características sensoriais e qualidade final. Tradicionalmente, barris de carvalho têm sido amplamente utilizados para esse fim devido às suas propriedades de transferência de compostos ao líquido. No entanto, recentemente, tem se buscado explorar outras madeiras, principalmente as nativas do país onde a bebida é elaborada, como alternativas viáveis e inovadoras para o envelhecimento. Neste contexto, este projeto propõe investigar o potencial de diferentes madeiras nativas do Brasil no envelhecimento de vinhos e destilados v́nicos, visando contribuir para a diversificação e qualidade dessas bebidas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o potencial de diferentes madeiras nativas do Brasil no envelhecimento de vinhos e destilados v́nicos.

Objetivo Secundário:

Endereço: Rua General Osório, 348 - 3º andar- sala 303

Bairro: CENTRO

CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL



Continuação do Parecer: 6.802.764

-Caracterizar a composição química das principais espécies de madeira nativa do Brasil.-Avaliar a permeabilidade das madeiras selecionadas em relação aos compostos presentes em vinhos e destilados.- Investigar as alterações sensoriais provocadas pelo envelhecimento em diferentes tipos de madeira nativa.-Determinar a viabilidade econômica e ambiental do uso de madeiras nativas no processo de envelhecimento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Retirado do TCLE "caso você tenha alguma sensibilidade ao conservante do vinho, o dióxido de enxofre, também conhecido como anidrido sulfuroso, SO₂, INS 220 ou apenas como sulfito. Caso este participante seja identificado antes da avaliação sensorial, o mesmo será removido da amostra. Porém, se a alergia for não detectada e o participante tiver qualquer tipo de reação, o mesmo será encaminhado ao setor de enfermagem do IFRS Bento Gonçalves para atendimento. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato imediato com o pesquisador responsável pelo estudo".

Benefícios:

Retirado do TCLE "A sua participação na pesquisa dará a oportunidade de você experimentar uma variedade de produtos derivados da uva e do vinho, o que pode proporcionar uma experiência sensorial única e enriquecedora, estimulando os sentidos do olfato, paladar e visão. Além disso, ao participar da análise sensorial, você contribui para o avanço do conhecimento científico na área de produtos derivados da uva e do vinho, fornecendo informações valiosas que podem ser utilizadas para entender as preferências do consumidor e a qualidade dos produtos. Por fim, você também se torna parte de uma comunidade científica mais ampla, contribuindo para estudos e projetos que têm o potencial de impactar positivamente a indústria vinícola e o mercado de produtos derivados da uva e do vinho".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- 1) O estudo é nacional;
- 2) A pesquisa é parte do edital Fapergs;
- 3) Tipo de fomento: Edital FAPERGS;
- 4) Tamanho da amostra: 50 participantes (maiores de 18 anos);

Endereço: Rua General Osório, 348 - 3º andar- sala 303

Bairro: CENTRO

CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL**



Continuação do Parecer: 6.802.764

5) Previsão de início e término da coleta de dados: 31/03/2024 a 30/06/2025;

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados e estão de acordo com as normativas éticas.

Recomendações:

Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios parciais e final da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo „relatório“ para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme Norma Operacional CNS nº 001/13, item XI.2.d.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram observados óbices éticos.

O projeto está aprovado e, após a finalização da última etapa, conforme cronograma cadastrado na Plataforma Brasil, o pesquisador possui o prazo de 60 dias para envio do relatório final via Plataforma.

Considerações Finais a critério do CEP:

Não foram observados óbices éticos.

O projeto está aprovado e, após a finalização da última etapa, conforme cronograma cadastrado na Plataforma Brasil, o pesquisador possui o prazo de 60 dias para envio do relatório final via Plataforma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2311938.pdf	27/03/2024 16:06:59		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Proposta_FAPERGSpG_2024.pdf	27/03/2024 16:06:39	SHANA PAULA SEGALA MIOTTO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Shana_assinado_assinado.pdf	27/03/2024 16:05:45	SHANA PAULA SEGALA MIOTTO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_Instituconal_assinado.pdf	27/03/2024 16:04:36	SHANA PAULA SEGALA MIOTTO	Aceito
Outros	Ficha_avaliacao_sensorial.pdf	27/03/2024	SHANA PAULA	Aceito

Endereço: Rua General Osório, 348 - 3º andar- sala 303

Bairro: CENTRO

CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL



Continuação do Parecer: 6.802.764

Outros	Ficha_avaliacao_sensorial.pdf	15:27:28	SEGALA MIOTTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/03/2024 15:18:40	SHANA PAULA SEGALA MIOTTO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BENTO GONCALVES, 03 de Maio de 2024

Assinado por:

JOAO VITOR GOBIS VERGES
(Coordenador(a))

Endereço: Rua General Osório, 348 - 3º andar- sala 303

Bairro: CENTRO **CEP:** 95.700-086

UF: RS **Município:** BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepsquisa@ifrs.edu.br

9.4. ANEXO IV. Poster exibido no 45° congresso mundial da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV)



POTENTIAL OF THE ENOLOGICAL USE OF BRAZILIAN WOOD, AS AN ALTERNATIVE TO OAK, IN WHITE WINES

¹Camila Lazzari, ¹Bruno Cisolotto, ¹Raquel Bondan de Lima, ¹Shana Paula Segala Miotto, ¹Gisele Mion Gugel, ¹Alexandre Luiz Degani Estolano, ¹Evandro Ficagna

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul (IFRS), Campus Bento Gonçalves / RS / Brazil. camilalazzari.cl@gmail.com / bruno.cisolotto@bento.ifrs.edu.br

INTRODUCTION

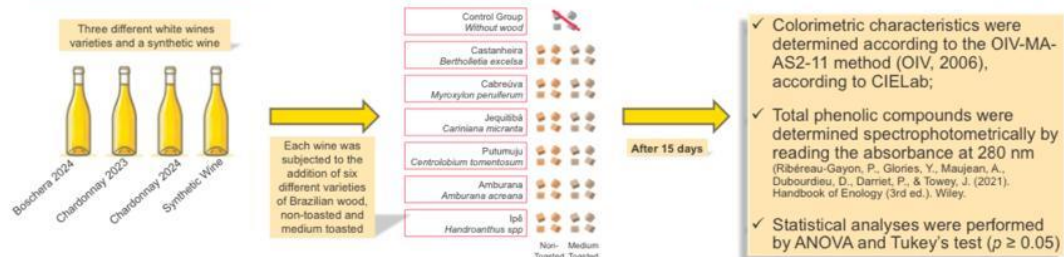
The use of oak wood in oenological practices is highly valued as its contact with wine influences physical-chemical and sensorial characteristics.

Brazil has a great diversity of woods species that has not been the subject of studies on oenological researches, regarding the production of wood other than the traditional oak, even though some of these species are traditionally used in alcoholic beverages aging, such as Cachaça, a national distillate.

These woods can contribute to refinement and give distinct characteristics to wines, however little information about these effects have been carried out to date.

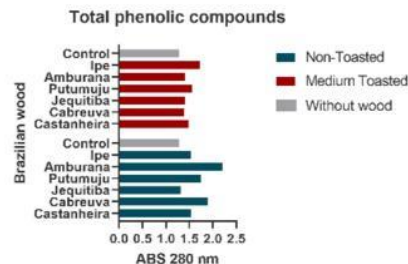
Therefore, the objective of this study was to evaluate the impact of using Brazilian wood on the colorimetric characteristics and total phenolic composition of white wines.

METHODOLOGY



RESULTS

Non-toasted Amburana and Cabreúva wood promoted an increase of total phenolic of the wines, while all the toasted woods did not differ from the control.



The wine's color did not change, except Ipê, which increased the *b* index (+*b* indicates colors in the yellow direction).

CONCLUSIONS

After the storage time considered, all wine stored in contact with the Brazilian woods showed a tendency for higher values for total phenolic compounds and *b* index (color change) compared to control wine, but only non-toasted Amburana and Cabreúva wood promoted a significant increase of total phenolic and non-toasted Ipê showed a significant difference in color change.

Probably, a more extended storage time in contact with the different wood species could influence significantly in total phenolic compounds and color change.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul (IFRS)

