

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

POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO DA MADEIRA DE MOGNO
AFRICANO NO AFINAMENTO DE VINHOS BRANCOS

VALTER FABRO BIANCHI

Bento Gonçalves

2024

Valter Fabro Bianchi

POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO DA MADEIRA DE
MOGNO AFRICANO 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.

Orientadora: Simone Bertazzo Rossato

Co-orientador: Marcelo Lazzarotto

Bento Gonçalves,

2024

Valter Fabro Bianchi

POTENCIAL ENOLÓGICO DO USO DA MADEIRA DE
MOGNO AFRICANO 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.

Orientadora: Simone Bertazzo Rossato

Co-orientador: Marcelo Lazzarotto

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APROVADO EM DE DE 2024.

Orientador: Prof.^aDra. Simone Bertazzo Rossato

Prof. Dr. Evandro Ficagna

Enólogo Dr. Bruno Cisilotto.

Bento Gonçalves

2024

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha imensa gratidão por todos que contribuíram para a realização deste trabalho. A minha experiência como brasileiro estudando enologia na Itália com intercâmbio para o Brasil foi um marco fundamental nessa jornada. Agradeço aos professores italianos e brasileiros, cuja dedicação e conhecimento foram essenciais para o meu aprendizado, e à minha formação em gastronomia, que despertou meu interesse pelo mundo dos vinhos.

Lembro todos os dias do trecho de um livro de Amyr Klink: "Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver.". Essa visão me guiou ao longo do percurso, pois viajar, aprender e viver novas experiências foram os pilares da minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço profundamente à minha família e amigos pelo apoio constante, que foi fundamental para que eu chegasse até aqui. Este trabalho é resultado de todas essas contribuições e é dedicado a todos que fizeram parte dessa caminhada.

RESUMO

A busca pela qualidade e tipicidade na produção de vinhos tem levado viticultores e enólogos a explorarem diversas técnicas e insumos que possam enriquecer o perfil sensorial do vinho. Nesse cenário, a madeira desempenha um papel importante, especialmente o carvalho, cuja utilização na tanoaria remonta a séculos de tradição, entretanto, por razões de sustentabilidade e pelo interesse em oferecer ao mercado produtos diferenciados, o interesse por madeiras alternativas têm emergido como uma possibilidade promissora para inovar o processo de envelhecimento do vinho. Este trabalho teve como objetivo investigar o impacto do tratamento térmico (tosta) de cubos de madeira de mogno africano nas características sensoriais e físico-químicas de vinho branco base para espumante. A pesquisa foi realizada por meio de experimentos nos quais cubos de madeira foram submetidos a diferentes intensidades de tosta (160°C, 200°C e 240°C) e tempos variando em 15, 25 e 35 minutos. O vinho branco foi colocado em contato com os cubos durante um período de 15 dias, sendo posteriormente analisado quanto às suas propriedades cromáticas, índice de polifenóis totais e parâmetros físico-químicos gerais. Para a análise da coloração do vinho, foram utilizados métodos espectrofotométricos em diferentes comprimentos de onda (320 nm e 420 nm), com o objetivo de avaliar as mudanças de tonalidade e o aporte de ácidos cinâmicos ao vinho devido à interação com a madeira. Além disso, as coordenadas de cor CIE (L*, a*, b*, C* e h) foram determinadas para uma avaliação detalhada da alteração das características cromáticas do vinho. Outro parâmetro de importância foi o índice de polifenóis totais, o qual apresenta relação com a concentração de taninos do vinho, a fim de entender a influência do tratamento térmico dos cubos de madeira na composição fenólica do vinho. A avaliação sensorial foi realizada por análise descritiva quantitativa (ADQ). Os resultados obtidos indicaram que a intensidade da tosta exerce um impacto significativo nas características cromáticas e químicas do vinho, sendo que as amostras submetidas a tostagem mais intensa apresentaram cores mais profundas e saturadas, com tonalidades mais intensas. As amostras também mostraram variações no índice de polifenóis totais, o que refletiu a interação entre a madeira e o vinho durante o processo. As análises sensoriais, realizadas por uma equipe treinada, demonstraram que os tratamentos com madeira de mogno e tosta mais intensa alteraram a percepção sensorial dos vinhos, proporcionando características organolépticas mais intensas e complexas. O estudo conclui que o tratamento térmico dos cubos de madeira de mogno pode influenciar positivamente as propriedades sensoriais e a composição química dos vinhos, contribuindo para o aprimoramento da qualidade sensorial e organoléptica dos produtos vinícolas. Esses achados são relevantes para a indústria de vinhos, fornecendo informações práticas para a utilização do mogno africano e seus efeitos no produto final.

Palavras-chave: enologia, tosta de madeira, mogno africano, características sensoriais, polifenóis, cor do vinho, composição química.

ABSTRACT

This study aims to investigate the impact of thermal treatment (toasting) of African mahogany wood cubes on the sensory and physicochemical characteristics of white wines. The research was conducted through experiments in which wood cubes were subjected to different toasting intensities (160°C, 200°C, and 240°C) and times ranging from 15 to 35 minutes. The white wine was placed in contact with the cubes for a period of 15 days, and then analyzed for its chromatic properties, total phenolic concentration, and other relevant physicochemical parameters. For the analysis of wine coloration, spectrophotometric methods were used at different wavelengths (420 nm and 520 nm) to assess the changes in the wine's hue due to the interaction with the wood. Additionally, the CIE color coordinates (L^* , a^* , b^* , C^* , and h) were determined for a detailed evaluation of the alteration in the wine's chromatic characteristics. Another important parameter was tannicity, which was assessed through the determination of the total phenolic index (TPI) to understand the effect of the thermal treatment of the wood cubes on the chemical composition of the wine. The results indicated that the toasting intensity significantly impacted the chromatic and chemical characteristics of the wine. The samples subjected to more intense toasting exhibited deeper, more saturated colors with more intense hues. The samples also showed variations in the concentration of phenolic compounds, reflecting the interaction between the wood and wine during the process. Sensory analysis, carried out by a trained panel, demonstrated that treatments with mahogany wood and more intense toasting altered the sensory perception of the wines, providing more intense and complex organoleptic characteristics, especially in terms of color, aroma, and flavor when compared to the controls. The study concludes that the thermal treatment of African mahogany wood cubes can positively influence the sensory properties and chemical composition of wines, contributing to the enhancement of the sensory and organoleptic quality of wine products. These findings are relevant for the wine industry, providing practical insights for the use of African mahogany and its effects on the final product.

Keywords: oenology, wood toasting, African mahogany, sensory characteristics, phenolics, wine color, chemical composition.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADQ – Análise Descritiva Quantitativa

ANOVA – Análise de Variância

CT – Controle

IPT – Índice de Polifenóis Totais

ISO – Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization)

L – Luminosidade

OIV – Organização Internacional da Vinha e do Vinho

pH – Potencial Hidrogeniônico

T – Temperatura

T92+ – Modelo de espectrofotômetro (PG Instruments, Lutterworth, Reino Unido)

V – Volume (referente à medida de líquidos ou amostras)

BSA – Albumina de Soro Bovino (Bovine Serum Albumin)

Minitab – Software estatístico utilizado para análise de dados

UV – Ultravioleta

Unidades de Turbidez Nefelométrica

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela 1 - Estrutura química de alguns dos compostos fenólicos contido nos vinhos.</u>	21
<u>Tabela 2 - Alterações da madeira conforme o nível de tostagem.</u>	27
<u>Tabela 3 - Tostas propostas aos cubos de madeira de mogno africano.</u>	34
<u>Tabela 4 - Peso dos cubos de mogno africano após processo de tosta.</u>	35
<u>Tabela 5 - Peso dos grupos de cubos de Mogno africano antes e após processo de tostagem.</u>	38
<u>Tabela 6 - Índices 420 nm, 320 nm e Índice de Polifenóis Totais (IPT) dos vinhos resultantes após contato com cubos de mogno africano com diferentes tempos e temperaturas de tosta.</u>	40
<u>Tabela 7 - Características cromáticas (sistema CieLab) dos vinhos resultantes após contato com cubos de mogno africano com diferentes tempos e temperaturas de tosta.</u>	42
<u>Tabela 8 – Resultados da análise descritiva quantitativa (ADQ) expressos como media e desvio padrao</u>	45
<u>Tabela 9 -Dados ADQ de intensidade padrão</u>	47
<u>Tabela 10 - Resultados da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos olfativos expressos como media e desvio padrão</u>	47
<u>Tabela 11 - Resultados da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos gustativos expressos como media e desvio padrão</u>	53
<u>Tabela 12 – Resultados apreciação global e desvio Padrão</u>	59

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 - Uva branca Vitis Vinifera Chardonnay</u>	16
<u>Figura 2 - Núcleo fundamental de um Flavonoide.</u>	20
<u>Figura 3 - Árvore de Mogno Africano.</u>	31
<u>Figura 4 - Diagrama das coordenadas colorimétricas L*a*b* de acordo com o CIE (Commission Internationale de l'Eclairage).</u>	37
<u>Figura 5 - Variação da tonalidade dos cubos de mogno africano conforme nível de tostagem.</u>	39
<u>Figura 6 - Resultados da ADQ da análise visual de vinhos expostos a cubos de mogno africano com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem.</u>	45
<u>Figura 7 - Resultados da ADQ da análise olfativa de vinhos expostos a cubos de mogno africano com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem.</u>	48
<u>Figura 8 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 160 °C em três diferentes tempos.</u>	48
<u>Figura 9 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 200 °C em três diferentes tempos.</u>	49
<u>Figura 10 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 240 °C em três diferentes tempos.</u>	49
<u>Figura 11 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 15 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	49
<u>Figura 12 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 25 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	50
<u>Figura 13 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 35 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	50
<u>Figura 14 - Resultados da ADQ da análise gustativa de vinhos expostos a cubos de mogno africano com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem</u>	53
<u>Figura 15 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 160 °C em três diferentes tempos.</u>	54
<u>Figura 16 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 200 °C em três diferentes tempos.</u>	54
<u>Figura 17 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 240</u>	

<u>°C em três diferentes tempos.</u>	55
<u>Figura 18 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 15 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	55
<u>Figura 19 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 25 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	55
<u>Figura 20 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 35 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.</u>	56
<u>Figura 21 - Atributos da avaliação geral.</u>	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 PANORAMA DA VITIVINICULTURA NO BRASIL.	15
3.2 VINHO ESPUMANTE	16
3.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS VINHOS.	17
3.3.1 Composição fenólica dos vinhos	18
3.3.2 Composição aromática dos vinhos	22
3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA.	23
3.5. USO DO CARVALHO NA ENOLOGIA.	24
3.6. TRANSFORMAÇÕES DA MADEIRA DURANTE O TRATAMENTO TÉRMICO.	25
3.7. ALTERNATIVAS AO USO DO CARVALHO	27
3.8. MADEIRAS BRASILEIRAS	27
3.9. CARACTERÍSTICAS DO MOGNO AFRICANO	29
3.10. REGULAMENTAÇÃO DO USO DA MADEIRA NA ENOLOGIA.	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1. VINHO	32
4.3. AMOSTRAS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.	34
4.4 ANÁLISES REALIZADAS	35
4.4.1. Análises físico-químicas.	35
4.4.2. Análise sensorial	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	37
5.1 TOSTAGEM DAS MADEIRAS	37
5.2 CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS DOS VINHOS	39
5.2.1 Influência da tosta sobre as características cromáticas e efeito da temperatura de tosta.	43

5.3 ANÁLISE SENSORIAL	44
5.3.1 Perfil visual	44
5.3.2 Perfil olfativo	45
5.3.3 Influência do nível de tostagem no perfil aromático dos vinhos	51
5.4 PERFIL GUSTATIVO.	51
5.4.1 Influência da intensidade de tosta no perfil gustativo dos vinhos.	56
5.5. AVALIAÇÃO GERAL	57
5.5.1 Intenção de Compra	58
5.5.2 Apreciação Global	59
5.5.3 Influência das tostas crescentes na avaliação geral dos vinhos.	59
6. CONCLUSÃO	61
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
8. ANEXOS	70
I. Parecer do Comitê de Ética	70
II. Ficha da análise sensorial	70

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A busca pela qualidade e tipicidade na produção de vinhos tem levado viticultores e enólogos a explorarem diversas técnicas e insumos que possam enriquecer o perfil sensorial do vinho. Entre esses insumos, a madeira desempenha um papel importante, especialmente o carvalho, cuja utilização na tanoaria remonta a séculos de tradição. Recentemente, o interesse por madeiras alternativas tem emergido como uma possibilidade promissora para inovar o processo de envelhecimento do vinho. Pesquisas apontam que o uso de madeiras brasileiras, como Ipê-amarelo e Jequitibá, apresenta resultados promissores nesse processo (EPAMIG, 2023). ~~Recentemente, o interesse por madeiras alternativas tem emergido como uma possibilidade promissora para inovar o processo de envelhecimento do vinho.~~

O uso do carvalho na vinificação tem sido fundamental na evolução do setor, não apenas pelo papel que desempenha na melhoria da qualidade sensorial do vinho, mas também pelos desafios que sua utilização impõe, especialmente em termos de sustentabilidade e padronização. O carvalho contribui para a estabilização da cor, amaciamento de taninos e desenvolvimento de aromas complexos, mas a extração de madeira de florestas específicas para a produção de barris levanta questões ambientais significativas. A prática de cultivo e extração de carvalho está diretamente ligada à preservação das florestas, e a pressão crescente por práticas mais sustentáveis exige que as vinícolas adotem métodos responsáveis, equilibrando qualidade e impacto ambiental. Além disso, a padronização dos vinhos, muitas vezes buscada para garantir características específicas e consistentes entre diferentes safras e regiões, pode ser favorecida pelo uso do carvalho, mas também pode resultar na homogeneização dos sabores, limitando a expressão de características únicas do terroir. A utilização de carvalho, portanto, envolve um delicado equilíbrio entre as exigências tecnológicas da vinificação e a necessidade de práticas sustentáveis que respeitem o meio ambiente e promovam a biodiversidade das regiões produtoras de madeira (Pereira, H., & Simoes, R. (2019).

A madeira de mogno-africano (*Khaya* spp.) é amplamente reconhecida por suas propriedades físico-mecânicas superiores, o que a torna uma alternativa promissora à tradicional madeira de carvalho, amplamente utilizada na tanoaria. O Brasil se consolidou como o maior

produtor mundial de mogno-africano, com plantações em expansão que têm potencial para atender à crescente demanda por madeiras de qualidade no mercado internacional. Nesse cenário global que demanda práticas agrícolas mais sustentáveis, a introdução do mogno-africano na enologia emerge como uma estratégia inovadora. Seu cultivo não apenas possibilita a recuperação de áreas degradadas, mas também oferece uma alternativa viável para a diversificação econômica dos produtores rurais. Este potencial de sustentabilidade é ainda mais relevante diante da crescente pressão sobre as florestas nativas, que demanda urgentemente soluções alternativas que não apenas preservem o meio ambiente, mas também garantam a viabilidade econômica dos empreendimentos (Pereira, H. (2017).

O mogno-africano como objeto central deste estudo se fundamenta em sua notável potencialidade e nas lacunas existentes na literatura enológica. No entanto, seu uso na enologia ainda é incipiente, especialmente no contexto brasileiro. O presente trabalho tem como objetivo investigar o potencial do uso da madeira de mogno-africano (*Khaya* spp.) na elaboração de vinhos em um momento em que novas fontes de madeira estão sendo estudadas e ofertadas no setor enológico brasileiro. Isso poderá resultar em vinhos diversificados produzidos em concordância com a crescente demanda e preocupação com a sustentabilidade ambiental (Vivas et al., 2022). A análise dos compostos extraídos dessa madeira durante o envelhecimento revelará nuances que podem enriquecer a experiência gustativa, oferecendo uma nova perspectiva no contexto da tanoaria e da produção vinícola (Pereira & Figueiredo, 2021).

Além disso, este estudo se insere em um cenário onde a conservação de espécies nativas e a busca por alternativas sustentáveis se tornam cada vez mais relevantes. A partir dessa abordagem, esperamos contribuir para o conhecimento acadêmico sobre o mogno-africano na enologia e oferecer insights práticos para a indústria, destacando seu potencial como uma opção viável e inovadora. (Lima, 2023). Ademais, este estudo busca preencher uma lacuna significativa no conhecimento acadêmico e prático sobre o uso do mogno-africano na produção de vinhos. Ao investigar as propriedades organolépticas da madeira e seu impacto na qualidade dos vinhos, esperamos contribuir com informações valiosas para enólogos e viticultores, incentivando a inovação e a experimentação. A pesquisa pretende, assim, fomentar um novo entendimento sobre as possibilidades de uso do mogno-africano, ampliando o repertório sensorial da vitivinicultura contemporânea e promovendo uma nova narrativa no panorama enológico.

~~(Rogiers & Schmidt, 2020; Briggs & Horkey, 2018).~~

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial enológico do uso da madeira de Mogno Africano em vinho branco Chardonnay base espumante por meio de análise de características cromáticas e sensorial.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as alterações de peso e coloração dos cubos de mogno africano após diferentes níveis de tostagem;
- Avaliar as características cromáticas dos vinhos brancos que mantiveram contato por quinze dias com a madeira de Mogno africano com diferentes níveis de tostagem (tempo e temperatura);
- Determinar o índice de polifenóis totais dos vinhos que mantiveram contato por quinze dias com a madeira de mogno africano com diferentes níveis de tostagem (tempo e temperatura);
- Analisar o perfil sensorial dos vinhos resultantes do contato por quinze dias com as madeiras com diferentes níveis de tostagem (tempo e temperatura);
- Avaliar os resultados preliminares e propor melhorias para trabalhos futuros.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PANORAMA DA VITIVINICULTURA NO BRASIL.

O Estado do Rio Grande do Sul destaca-se como uma referência em vitivinicultura no Brasil, tendo produzido, em 2022, um total de 242.610.406,71 litros de vinho. Dentre essa quantidade expressiva, aproximadamente 5 milhões de litros foram destinados à produção de espumantes finos, que se tornaram um segmento cada vez mais valorizado no mercado nacional (SISDEVIN, 2022). A variedade Chardonnay, reconhecida internacionalmente por sua versatilidade e qualidade, foi introduzida na região na década de 1980. Antes desse período, a produção vitícola era praticamente voltada para as variedades americanas, que se adaptam de maneira mais eficaz às doenças fúngicas provocadas pela alta umidade e pluviosidade da região, em comparação às variedades viníferas europeias, que apresentam maior vulnerabilidade a esses problemas PROTAS, J.F.S. et al.(2002).

Figura 1 - Uva branca Vitis Vinifera Chardonnay





Fonte: <https://www.divvino.com.br/blog/chardonnay-uva/> <https://www.vivairauscedo.com/> (*online*)

Nos últimos anos, o vinho fino brasileiro tem demonstrado uma evolução qualitativa significativa, acompanhada de um crescimento notável no consumo. Este aumento é impulsionado, em parte, pelo maior reconhecimento dos vinhos nacionais em competições internacionais e pela valorização de produtos locais pelos consumidores. ~~Contudo, o setor ainda enfrenta intensa concorrência de vinhos importados, que representam cerca de 70% do consumo interno no país. No que diz respeito aos espumantes, o crescimento é ainda mais acentuado, desafiando o paradigma de que essa bebida é reservada exclusivamente para ocasiões festivas, como as celebrações de Ano Novo e outras festividades, incluindo casamentos e jantares especiais (UVIBRA, 2008). O consumo de espumantes no Brasil tem crescido significativamente, superando a tradicional associação da bebida apenas a ocasiões festivas, como celebrações de Ano Novo e outras festividades. Em 2021, o mercado brasileiro de espumantes movimentou 36,6 milhões de litros, dos quais 85,5% correspondem a produtos nacionais (IBRAVIN, 2022).~~

3.2 VINHO ESPUMANTE

A história do espumante remonta à lenda do monge beneditino Dom Pérignon, no século XVII, que exclamou estar "bebendo estrelas". No início de sua tradição, o champagne era percebido como algo místico e inexplicável, uma vez que sua produção ocorria na região norte da França, próxima do inverno. Neste período, a temperatura mais baixa interrompia a fermentação, enquanto ainda restavam algumas gramas de açúcar. Com a chegada da primavera e o aumento da temperatura, a fermentação era retomada, consumindo o açúcar remanescente e produzindo álcool etílico e gás carbônico, o responsável pela efervescência (SOCERJ, 2024).

~~A história do espumante remonta à lenda do monge beneditino Dom Pérignon, no século XVII, que exclamou estar "bebendo estrelas". No início de sua tradição, o champagne era percebido como algo místico e inexplicável, uma vez que sua produção ocorria na região norte da França, próxima do inverno. Neste período, a temperatura mais baixa interrompia a fermentação, enquanto ainda restavam algumas gramas de açúcar. Com a chegada da primavera e o aumento da temperatura, a fermentação era retomada, consumindo o açúcar remanescente e produzindo álcool etílico e gás carbônico, o responsável pela efervescência.~~ Essa fascinante interação entre os elementos naturais e as práticas vinícolas logo estabeleceu a reputação do champagne como uma das bebidas mais apreciadas no mundo. Com o auxílio dos ingleses, foi possível desenvolver uma garrafa de vidro capaz de suportar a pressão de até seis atmosferas, consolidando assim a produção do champagne na França. No século XVII, os ingleses, ao perceberem a tendência do vinho de Champagne formar bolhas, começaram a desenvolver garrafas mais espessas e resistentes, utilizando fornos alimentados por carvão, o que possibilitou a produção de garrafas adequadas para suportar a pressão interna gerada pela fermentação (VINHOS LE BLOIS, 2024). ~~Com o auxílio dos ingleses, foi possível desenvolver uma garrafa de vidro capaz de suportar a pressão de até seis atmosferas, consolidando assim a produção do champagne na França.~~ Esse modelo foi seguido pela produção de Cava na Espanha e pelo Método Clássico na Itália, que utilizam técnicas similares para obter espumantes de alta qualidade.

Tanto o espumante elaborado pelo Método Tradicional ou Champenoise, que prevê uma segunda fermentação na garrafa, quanto o Método Martinotti ou Charmat, que realiza a segunda fermentação em uma autoclave de aço inoxidável, necessitam de um vinho base

espumante. Este vinho base deve seguir as normas de vinificação em branco e, na Serra Gaúcha, a variedade mais cultivada para tal finalidade é a Chardonnay, reconhecida por suas características sensoriais que se destacam na elaboração de espumantes de alta qualidade.

A uva para a elaboração do vinho base é colhida relativamente cedo, por dois motivos principais: primeiro, a baixa concentração de açúcar e a alta concentração de ácidos orgânicos, que caracterizam um vinho de baixo teor alcoólico e elevado frescor, atributos muito valorizados em espumantes. Os padrões de qualidade atualmente estabelecidos no mercado mundial exigem que os vinhos base espumantes apresentem um teor alcoólico entre 10% e 11,5%, uma acidez titulável de 80 a 90 meq/L, um pH em torno de 3,2, além de um teor máximo de açúcar residual de 2 g/L, uma acidez volátil inferior a 10 meq/L e um nível controlado de dióxido de enxofre próximo a 50 mg/L. Tais parâmetros são fundamentais para garantir a qualidade e a estabilidade do produto final. Ademais, é comum a prática de cortes (*assemblage*) para adequar os vinhos aos padrões legais e de qualidade, bem como para criar produtos únicos que reflitam a tipicidade do terroir, do clima e das decisões tomadas pelo enólogo durante a projeção e elaboração do vinho. Essa habilidade em fazer cortes precisos é uma arte que requer conhecimento profundo sobre as características de cada lote de vinho, permitindo que o enólogo crie blends que expressem a essência da região. Entre as escolhas que podem ser feitas, destaca-se o repouso de uma parte do vinho base em barris de madeira ou em outros formatos que permitam a interação entre o vinho e a madeira de diferentes tipos, sendo o carvalho a opção tradicional. Atualmente, existem inúmeras variáveis a serem consideradas, incluindo a origem da madeira, o nível de tosta e o tempo de envelhecimento, todos os quais podem influenciar o perfil aromático e gustativo do espumante (GIOVANNINI, MANFROI, 2009).

3.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS VINHOS.

O vinho é uma bebida de composição química complexa, formada por uma interação entre os compostos presentes nas uvas e aqueles gerados durante os processos de vinificação, fermentação e envelhecimento. Durante a fermentação, açúcares como glicose e frutose, oriundos das uvas, são convertidos em etanol pelas leveduras, além de gerarem outros compostos voláteis como ácidos orgânicos, que são responsáveis pela acidez do vinho (Jackisch et al., 2014). Os compostos fenólicos, como os taninos e flavonoides, estão presentes nas cascas, sementes e em

menor quantidade nos cachos de uva, e desempenham um papel crucial na cor, sabor e estrutura do vinho (Waterhouse et al., 2016). Além disso, esses compostos fenólicos podem ser modificados pelo envelhecimento em barris de madeira, como o carvalho, que contribui com substâncias como a vanilina, responsáveis por notas aromáticas características, como baunilha e especiarias (López-Roca et al., 2019).

A maturação do vinho, especialmente em contato com a madeira, resulta em mudanças químicas significativas que alteram tanto o perfil aromático quanto o gustativo da bebida. Compostos provenientes da madeira, como os taninos, lignanos e ácidos fenólicos, podem se extrair para o vinho durante o envelhecimento, proporcionando sabores e aromas mais complexos e profundos (Rodríguez-Moreno et al., 2020). Além disso, as interações entre os compostos da uva e os derivados da madeira influenciam a estabilidade e a longevidade do vinho. A interação entre a madeira e o vinho também é responsável pela formação de compostos voláteis que conferem características sensoriais distintivas, como a redução da percepção de amargor e o aumento da complexidade aromática (Morrison *et al.*, 2015). Dessa forma, a composição do vinho é um reflexo não apenas das variedades de uva e das condições de terroir, mas também das práticas enológicas, especialmente no que tange ao envelhecimento, que desempenha um papel decisivo na qualidade final do produto.

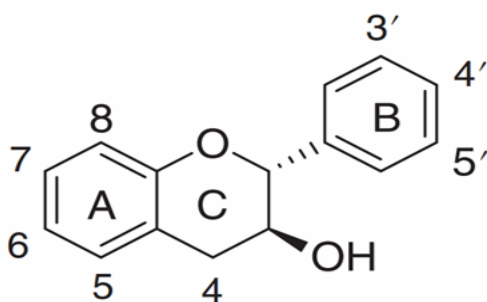
3.3.1 Composição fenólica dos vinhos

Os compostos fenólicos constituem uma classe de substâncias químicas que desempenham papéis fundamentais nas uvas e seus derivados. Nas uvas, esses compostos têm a função de proteção e defesa contra patógenos, pragas e condições adversas do ambiente. Ao serem incorporados ao sistema do vinho, eles não apenas contribuem para a formação das características sensoriais, mas também desempenham um papel crucial na estabilidade da cor e nos aromas, além de serem indicadores importantes do potencial de envelhecimento do vinho. Essa dinâmica ajuda a justificar a maior aptidão dos vinhos tintos para o envelhecimento em comparação aos brancos, uma vez que a estrutura fenólica mais robusta dos tintos favorece sua longevidade. Os compostos fenólicos são caracterizados pela presença de múltiplos grupos hidroxila ($-OH$) que estão ligados a um anel aromático, o que os classifica como ácidos fracos. O grupo fenólico representa um vasto conjunto de compostos que podem ser classificados de

diversas maneiras, abrangendo desde monômeros até polímeros complexos (VERMERRIS, NICHOLSON, 2006).

A família mais significativa dos polifenóis presentes nas uvas é conhecida como flavonoides. Estes são caracterizados por dois anéis aromáticos conectados a um anel pirano central, que pode ser mais ou menos saturado. O número de ligações duplas presentes na estrutura classifica o tipo de flavonoide: se completamente insaturado, corresponde ao cátion pirilium, que é a estrutura básica das antocianinas, responsáveis pela coloração dos vinhos tintos. Quando a estrutura é totalmente saturada, resulta em compostos monoméricos, e a interligação desses monômeros forma estruturas poliméricas complexas (FULCRAND et al.,). Essas estruturas poliméricas são denominadas taninos, que são compostas por monômeros de flavan-3-ol interligados. Os taninos desempenham um papel crucial na estrutura e astringência do vinho, sendo amplamente encontrados nas cascas, sementes e engaço das uvas (KENNEDY et al., 2000). Sua presença não apenas afeta a textura do vinho, mas também sua capacidade de envelhecer, já que a interação entre os taninos e outros componentes do vinho se transforma ao longo do tempo, resultando em vinhos mais equilibrados e complexos. Além disso, os ácidos fenólicos do vinho pertencem à classe dos polifenóis não flavonoides, que são derivados da polpa da uva e são compostos por um fenol que contém um grupo carboxila ($-\text{COOH}$) (SCOLLARY, 2010).

Figura 2 - Núcleo fundamental de um Flavonoide.



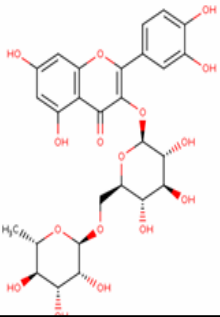
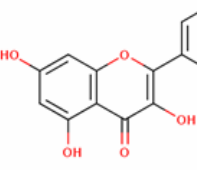
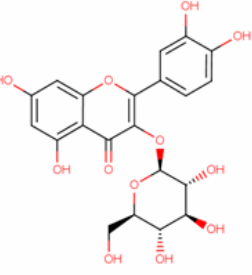
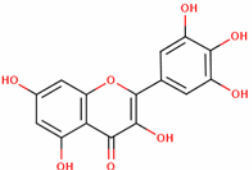
Fonte: (WATERHOUSE; SACKS; JEFFERY, 2024)

A qualidade estrutural da madeira, especialmente sua composição química e física, tem um papel fundamental na liberação e transformação dos compostos fenólicos no vinho. A interação entre a madeira e os fenois do vinho é influenciada pela porosidade, densidade e a

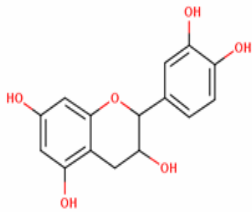
estrutura celulósica da madeira. De acordo com a pesquisa de Serrano et al. (2006), as características físicas da madeira, como sua microestrutura e o conteúdo de lignina, são determinantes na liberação de compostos como os taninos e os ácidos fenólicos. A lignina, um componente crucial na estrutura da madeira, é particularmente importante, pois ela é a responsável pela formação de compostos fenólicos que podem alterar a cor, a adstringência e a estabilidade do vinho. A densidade e a porosidade da madeira também influenciam a velocidade e a quantidade de extrusão desses compostos, determinando o perfil sensorial do vinho e sua capacidade de envelhecimento.

Dentre os ácidos fenólicos, destacam-se os ácidos cinâmicos e benzoicos, que, mesmo sem apresentar uma coloração específica em seu estado original, oxidam-se e adquirem tonalidades amareladas e amarronzadas. Embora esses ácidos geralmente não possuam odor, eles podem ser convertidos em fenóis voláteis por meio da ação de leveduras como *Brettanomyces* e outras bactérias, resultando em características organolépticas indesejáveis que podem comprometer a qualidade do vinho. Vinhos brancos tipicamente contêm de 10 a 20 mg/L de ácidos benzoicos e cinâmicos, enquanto os vinhos tintos apresentam uma concentração cerca de dez vezes maior (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

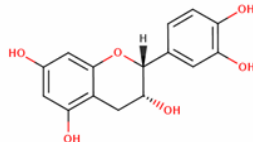
Tabela 1 - Estrutura química de alguns dos -compostos fenólicos contido nos vinhos.

Flavonóis			
Rutina	Caempferol	Isoquercetina	Miricetina
			
Flavanóis			

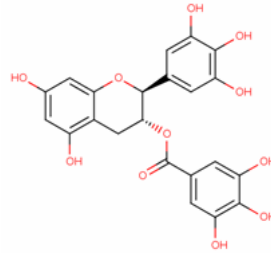
(+)-Catequina



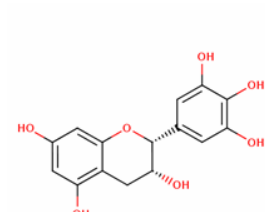
(-)-Epicatequina



Epicatequina galato



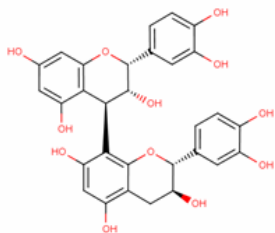
Epigalocatequina



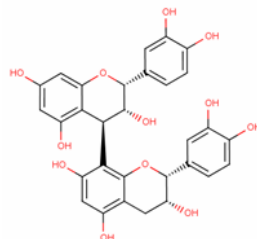
Flavanóis

Flavanonol

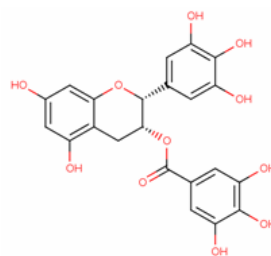
Procianidina B1



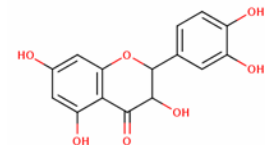
Procianidina B2



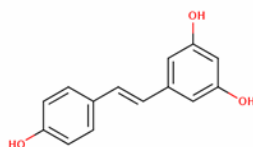
Epigalocatequina galato



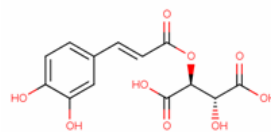
Taxofolina



Estilbeno

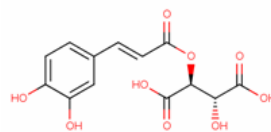
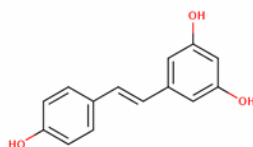


Ácido Fenólico



Trans-Resveratrol

Ácido Caftárico



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

3.3.2 Composição aromática dos vinhos

De acordo com Giovannini e Manfroi (2009), a utilização de madeira no processo de vinificação tem como objetivos principais a estabilização da cor, alcançada por meio da micro oxigenação, e a melhoria das características tânicas do vinho. No entanto, este trabalho opta por se concentrar na técnica de adicionar madeira ao vinho com o intuito de extrair compostos qualitativos que proporcionem novos nuances aromáticos, contribuindo para a qualidade e complexidade da experiência gosto-olfativa. Entre os compostos extraídos da madeira de carvalho, destacam-se o furfural, que oferece aromas de amêndoas; a metil-octalactona, que traz notas de coco; e o eugenol, que proporciona um aroma de cravo. Outro grupo importante de compostos é resultante da tosta da madeira, que ocorre através da degradação da lignina. Essa degradação gera derivados furanos que conferem aromas de pão tostado e compostos defumados oriundos do grupo siringol, que podem adicionar uma complexidade adicional ao perfil sensorial do vinho (VINÍCOLA GUASPARI, 2023). ~~Entre os compostos extraídos da madeira de carvalho, destacam-se o furfural, que oferece aromas de amêndoas; a metil-octalactona, que traz notas de coco; e o eugenol, que proporciona um aroma de cravo. Outro grupo importante de compostos é resultante da tosta da madeira, que ocorre através da degradação da lignina. Essa degradação gera derivados furanos que conferem aromas de pão tostado e compostos defumados oriundos do grupo siringol, que podem adicionar uma complexidade adicional ao perfil sensorial do vinho.~~

Além disso, outros compostos significativos que podem ser extraídos da madeira incluem ácidos fenólicos, tanto cinâmicos quanto benzoicos, bem como furfural e metil furfural (esses sim são aldeídos). Esses compostos não apenas enriquecem o aroma do vinho, mas também podem interagir com os outros componentes durante o envelhecimento, resultando em uma evolução constante das características sensoriais. Os aromas do vinho podem ser classificados em três categorias principais. Os aromas primários, que derivam da uva, incluem notas florais, herbáceas e frutadas, refletindo a variedade da uva utilizada. Os aromas secundários, por sua vez, são obtidos durante a fermentação alcoólica e/ou malolática e são compostos por ésteres e ácidos, que conferem complexidade ao perfil sensorial. Por fim, os aromas terciários emergem do tempo de repouso em diferentes recipientes e das técnicas

aplicadas, proporcionando aromas oxidativos, além de notas derivadas da madeira e tostados (GIOVANNINI, MANFROI, 2009).

A madeira exerce uma influência significativa sobre o perfil aromático do vinho, contribuindo com uma ampla gama de aromas que enriquecem a complexidade sensorial do produto. Durante o envelhecimento, a madeira libera compostos voláteis que interagem com os componentes do vinho, resultando em aromas característicos. Segundo a pesquisa de Noble et al. (1987), entre as principais classes de aromas cedidas pela madeira ao vinho, destacam-se os aromas de baunilha, tostado, coco, especiarias e defumado. Esses aromas são originados de compostos como lactonas, fenois, furfural e guaiacol, que são liberados ou formados durante o processo de envelhecimento. Aromas de baunilha e coco, por exemplo, são típicos de madeiras ricas em lactonas, enquanto os aromas de defumado e tostado são provenientes da ação do calor no tratamento da madeira. Essas contribuições aromáticas são essenciais para a criação de vinhos mais complexos e com maior potencial de guarda.

3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA.

As madeiras podem ser classificadas em dois grupos principais: as madeiras moles, que correspondem às coníferas (gimnospermas) com folhas em forma anguiliforme, e as madeiras duras, que são as folhosas (angiospermas dicotiledôneas). Esta classificação é fundamental para entender as propriedades físicas e mecânicas das madeiras, que variam amplamente entre esses grupos. Estruturalmente, a madeira se distingue pelo tamanho e pela organização de suas células. As coníferas apresentam um único tipo de célula, alongada, com dimensões variando de 2 a 5 mm, proporcionando uma estrutura relativamente simples. Em contraste, as madeiras das angiospermas possuem uma organização estrutural mais complexa, apresentando diferentes tipos de células, como traqueides, elementos de vaso e fibras, cujas dimensões variam entre 0,2 e 0,5 mm de comprimento. Essa complexidade estrutural resulta em características diferenciadas de resistência e durabilidade. (CASTRO et al., 2012)

Conforme observam (CASTRO et al., 2012) a fração química da madeira é composta basicamente por três polímeros principais: lignina, celulose e hemicelulose, que desempenham papéis cruciais na integridade e funcionalidade da madeira. A hemicelulose é formada por polissacarídeos, incluindo pentoses e hexoses, como arabinose, xilose, glicose, galactose e

manose, além de conter ácidos e grupos acetila, que conferem propriedades específicas à madeira, como solubilidade e resistência à degradação. A celulose, por sua vez, é um polímero linear composto por moléculas de glicose unidas por ligações glicosídicas do tipo β -1,4. Essa estrutura confere à celulose uma alta resistência à tração, sendo um componente essencial para a formação da parede celular.

A lignina, por outro lado, é um polímero tridimensional complexo composto por ácidos ferúlico, sinapílico e p-cumárico. Sua função principal é conferir rigidez e impermeabilidade à madeira, além de atuar como uma barreira contra patógenos. É através da degradação térmica desses compostos que se formam subprodutos de grande interesse enológico, como os taninos e compostos aromáticos, que enriquecem o perfil sensorial e estrutural dos vinhos. Em termos de proporções médias, a composição da madeira é aproximadamente 40-45% de celulose, 25-30% de hemicelulose e 20-25% de lignina. Essa distribuição não só influencia as propriedades mecânicas da madeira, mas também impacta diretamente na sua utilização em processos industriais, como a produção de papel e a fabricação de barris ou chips para envelhecimento de vinhos (CASTRO et al., 2012).

3.5. USO DO CARVALHO NA ENOLOGIA.

A madeira de carvalho tem sido tradicionalmente utilizada na enologia devido às suas propriedades únicas, que favorecem tanto o armazenamento quanto o aprimoramento sensorial do vinho. O uso da madeira de carvalho no envelhecimento do vinho facilita a estabilização da cor, o afinamento de aromas e a extração de compostos benéficos, além de contribuir para a clarificação do vinho, promovendo a adsorção de partículas indesejadas. A interação entre a madeira e o vinho, como ressaltam Jackson e Schuster (2014), transforma o produto final ao enriquecer sua complexidade sensorial, enquanto o uso de barris de carvalho ajuda a suavizar os taninos e a desenvolver aromas complexos e benéficos. No entanto, a partir das décadas de 1950 e 1960, devido ao alto custo de manutenção e ao risco de contaminação microbiológica, muitos produtores recorreram a recipientes inertes, como o aço inoxidável e os tanques de cimento, mas, nas últimas décadas, inovações tecnológicas reacenderam o interesse pelo carvalho na vinificação.

Na França, as espécies mais cultivadas são *Quercus petraea* e *Quercus robur*, que têm origem em quatro florestas principais: Limousin, Centre, Bourgogne e Vosges. Cada uma dessas regiões possui características únicas de solo e clima que influenciam a qualidade da madeira. A origem geográfica e a idade da madeira exercem uma influência significativa na qualidade estrutural e aromática do carvalho, uma vez que madeiras mais envelhecidas tendem a oferecer um perfil aromático mais complexo. Nos Estados Unidos, a espécie predominante é *Quercus alba*, que se destaca por seu baixo teor de fenóis e alta concentração de substâncias aromáticas, que se tornam evidentes durante o processo de maturação do vinho.

Conforme Ribéreau-Gayon & Glories (2006), os níveis de umidade do carvalho devem estar equilibrados com o ambiente em que se encontra para assegurar uma maturação de qualidade. Em regiões temperadas, esse nível ideal de umidade varia entre 14% e 18%, garantindo assim a resistência mecânica da madeira e prevenindo deformações indesejadas. Sob essas condições de umidade, o carvalho amadurece aproximadamente 10 mm por ano, o que é fundamental para a evolução das características sensoriais do vinho. O processo de maturação é influenciado por diversos fatores, incluindo umidade, temperatura, atividades enzimáticas de fungos que atacam a madeira e a lavagem natural proporcionada pela água da chuva. Embora seja possível acelerar esse processo por meio do uso de autoclaves, que tratam a madeira com calor e pressão, é notável a diminuição da qualidade resultante dessa prática, pois a madeira não tem a oportunidade de desenvolver seus aromas de forma natural.

O processo natural de maturação intensifica a concentração de compostos essenciais, como eugenol, que confere notas de cravo; aldeídos vanílicos, que acrescentam uma doçura sutil; ácidos siríngicos, que trazem complexidade; e metillactonas, que adicionam nuances cremosas ao perfil do vinho (Ribéreau-Gayon & Glories, 2006).

A árvore de carvalho (*Quercus* spp.) é notável por sua longevidade, podendo viver até mil anos, e também por suas dimensões, atingindo alturas de até quarenta metros e diâmetros que podem variar entre três a quatro metros. Esta espécie é amplamente distribuída por toda a Europa, desde as paisagens montanhosas da Escócia até às regiões mediterrâneas da Itália, abrangendo países como Portugal e Grécia. No âmbito da enologia, a seleção da madeira de carvalho para envelhecimento tem a idade ideal para o corte das árvores de aproximadamente 160 anos para *Quercus petraea* e 140 anos para *Quercus robur*. Essa escolha etária é fundamental, pois assegura

que a madeira apresente as características desejáveis, como a permeabilidade adequada e a capacidade de transferir compostos aromáticos e taninos ao vinho (EATON et al., 2016).

3.6. TRANSFORMAÇÕES DA MADEIRA DURANTE O TRATAMENTO TÉRMICO.

O tratamento térmico da madeira, especialmente o processo de tosta, é uma etapa crucial na tanoaria, pois influencia diretamente os compostos que serão cedidos ao vinho durante o envelhecimento. A tosta provoca transformações químicas nas fibras da madeira, como a quebra de lignina e a conversão de ácidos fenólicos em compostos mais voláteis, como furfural e vanilina, que são responsáveis por notas aromáticas de baunilha e tostados no vinho. Segundo Motta et al. (2017), o grau de tosta aplicado à madeira pode alterar não apenas os aromas, mas também o sabor do vinho, afetando suas características organolépticas ao longo do tempo de envelhecimento.

A tabela a seguir apresenta algumas alterações ocorridas na madeira conforme a temperatura a qual é submetida.

Tabela 2 - Alterações da madeira conforme o nível de tostagem.

Temperatura (°C)	Alteração da Madeira
55	A estrutura natural da lignina é alterada. A hemicelulose começa a amolecer.
70	Começa a retração transversal da madeira.
110	A lignina começa lentamente a perder peso
120	O teor de hemicelulose começa a diminuir e a celulose alfa começa a aumentar. A lignina começa a amolecer.
140	A água de impregnação é liberada.
160	A lignina se funde e começa a ressolidificação.
180	A hemicelulose começa a perder peso rapidamente depois de ter perdido 4%. A lignina da membrana de pontuação escoa.
200	As resinas fenólicas começam a se formar e a celulose a se desidratar.
210	A lignina solidifica. A celulose amolece e despolimeriza. As reações endotérmicas transformam-se em exotérmicas.

225	A cristalinidade da celulose diminui e é retomada.
280	A lignina atinge 10% de perda de peso. A celulose começa a perder peso.
288	Temperatura adotada para a carbonização da madeira.
300	O cerne amolece irrecuperavelmente.
320	A hemicelulose é completamente degradada.
370	A celulose apresenta 83% de perda do seu peso inicial.
400	A madeira é completamente carbonizada.

Fonte: Figueroa e Moraes (2009)

3.7. ALTERNATIVAS AO USO DO CARVALHO

Nas últimas décadas, observou-se um aumento significativo na demanda por madeira de carvalho, utilizada não apenas em barricas tradicionais, mas também em formatos alternativos, como chips e cubos. Este crescimento reflete não apenas uma tendência de mercado, mas também uma busca por inovação no processo de vinificação. Paralelamente, tem crescido a procura por substitutos ao carvalho, que incluem recipientes fabricados a partir de diferentes materiais, assim como novas opções de madeira que possam ser cultivadas em várias regiões do mundo e em um tempo de crescimento mais reduzido. Essas alternativas oferecem aos produtores a possibilidade de diversificar suas práticas de envelhecimento e criar vinhos com perfis sensoriais distintos.

Além da necessidade de redução de custos e da resolução de desafios logísticos e temporais, essa busca por alternativas visa também conferir tipicidade e caráter aos vinhos contemporâneos. Os produtores estão cada vez mais interessados em explorar novas possibilidades que não apenas atendam às demandas do mercado atual, mas que também ofereçam uma narrativa única e inovadora para seus produtos. Assim, a inovação no uso de materiais e técnicas de envelhecimento não apenas enriquece a experiência do consumidor, mas também amplia as oportunidades de expressão artística no mundo do vinho.

3.8. MADEIRAS BRASILEIRAS

De acordo com o SNIF (Sistema Nacional de Informações Florestais) as angiospermas, plantas que geram sementes protegidas por frutos, representam o grupo mais variado e abundante entre todas as plantas. Estima-se que existam entre 30.000 e 35.000 espécies de angiospermas no Brasil. Por outro lado, as gimnospermas, que produzem sementes expostas, são pouco numerosas, com apenas 14 espécies registradas.

Entre as árvores nativas mais empregadas para a produção de madeira, podemos citar o louro-freijó, o mogno, o guanandi, o jequitibá-rosa, o paricá, a tatajuba e as diversas espécies de ipês. Quanto às espécies nativas que fornecem produtos não madeiros, destacam-se o cacaueteiro, o açazeiro, a macaúba, a erva-mate, o cumaru, a candeia e a palmeira juçara (WRI Brasil)[2021](#).

O Brasil, há muitos anos, tem explorado o potencial das madeiras nativas para a tanoaria, impulsionado pela indústria de aguardentes. O objetivo dessas pesquisas é identificar espécies que sejam economicamente viáveis e, principalmente, que proporcionem uma maior diversidade sensorial na produção de bebidas. Essa busca por variedades madeiras adequadas não apenas enriquece o perfil organoléptico das bebidas, mas também promove a sustentabilidade e o aproveitamento de recursos florestais locais (DIAS et. al., 1998). As variedades autóctones mais cultivadas comercialmente na indústria de tanoaria, tanto para a produção de cachaça quanto de vinho, incluem a amburana, a cabreúva, o jequitibá, o jequitibá-rosa, a castanheira, o eucalipto e o amendoim.

Essas espécies são altamente valorizadas não apenas pela disponibilidade, mas também pelas características únicas que conferem aos produtos. A amburana, por exemplo, é conhecida por suas notas aromáticas que podem enriquecer o perfil sensorial das bebidas. A cabreúva, por sua vez, apresenta um potencial interessante para a maturação, influenciando positivamente o sabor e a complexidade. O jequitibá e o jequitibá-rosa, com suas propriedades físicas e químicas, são frequentemente utilizados para criar barricas que permitam um envelhecimento mais equilibrado e suave. A castanheira é apreciada pela resistência e pela capacidade de agregar notas de baunilha e especiarias. O eucalipto, apesar de ser uma espécie exótica, também tem encontrado espaço na tanoaria, oferecendo um perfil distinto que pode ser explorado na elaboração de diferentes estilos de bebidas. Já o amendoim, embora menos convencional, tem sido utilizado de maneira inovadora, contribuindo para uma gama diversificada de sabores (PARRA, 2022).~~Essas espécies são altamente valorizadas não apenas~~

~~pela disponibilidade, mas também pelas características únicas que conferem aos produtos. A amburana, por exemplo, é conhecida por suas notas aromáticas que podem enriquecer o perfil sensorial das bebidas. A cabreúva, por sua vez, apresenta um potencial interessante para a maturação, influenciando positivamente o sabor e a complexidade.~~

~~—O jequitibá e o jequitibá-rosa, com suas propriedades físicas e químicas, são frequentemente utilizados para criar barricas que permitam um envelhecimento mais equilibrado e suave. A castanheira é apreciada pela resistência e pela capacidade de agregar notas de baunilha e especiarias.~~

~~—O eucalipto, apesar de ser uma espécie exótica, também tem encontrado espaço na tanoaria, oferecendo um perfil distinto que pode ser explorado na elaboração de diferentes estilos de bebidas. Já o amendoim, embora menos convencional, tem sido utilizado de maneira inovadora, contribuindo para uma gama diversificada de sabores.~~

—Assim, a utilização dessas madeiras nativas não apenas promove a valorização de recursos locais, mas também enriquece a experiência sensorial dos consumidores, refletindo a rica biodiversidade do Brasil na produção de bebidas. (CAMPOS et al., 2004).

O uso de madeiras nativas brasileiras em destilados tem ganhado destaque no mercado de bebidas alcoólicas devido à contribuição única que essas madeiras oferecem ao perfil sensorial das bebidas. Estudos como o de Lima et al. (2017) destacam que madeiras como a amburana, o jequitibá e o bálsamo são utilizados para envelhecer cachaças e outros destilados, conferindo aromas e sabores distintos. A interação química entre os compostos presentes nas madeiras e o etanol das bebidas resulta em notas aromáticas que variam de especiarias e baunilha a elementos mais complexos, como mel e frutas secas. A pesquisa de Silva et al. (2019) também reforça a relevância dessas madeiras no processo de envelhecimento, pois os taninos, ácidos fenólicos e lactonas presentes nas madeiras brasileiras podem melhorar a suavidade e a complexidade das bebidas. Esses compostos não só influenciam as características sensoriais, mas também contribuem para a estabilidade do produto final.

O uso de madeiras brasileiras no envelhecimento de cachaças e outros destilados tem sido amplamente investigado nos últimos anos. Estudos indicam que madeiras como a amburana (*Amburana cearensis*), o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) e a cabreúva (*Myrcarpus frondosus*) são comumente utilizadas para conferir características organolépticas únicas aos destilados. Em uma pesquisa realizada por Bortoletto, Silvello e Alcarde (2021), foi observado que a cachaça

envelhecida em barris de amburana apresentou um perfil aromático complexo, com a identificação de compostos fenólicos e terpenos. Além disso, estudos de Catão et al. (2011) também identificaram que o uso de madeiras brasileiras como a amburana e a cerejeira (*Prunus avium*) impacta diretamente o sabor e aroma, conferindo notas de baunilha, caramelo e especiarias aos destilados, o que amplia o potencial sensorial da cachaça e de outros produtos alcoólicos.

A utilização de madeiras brasileiras na produção de destilados tem mostrado um grande potencial para a melhoria do perfil sensorial e químico dessas bebidas. Por exemplo, o estudo de Pereira et al. (2024) avaliou a evolução química e sensorial de cachaças envelhecidas em madeiras como o jequitibá-rosa, amburana e carvalho francês. Os resultados demonstraram que a amburana se destacou pela presença de compostos fenólicos que se assemelham aos do carvalho, conferindo à bebida complexidade aromática, incluindo notas de especiarias e defumado. Além disso, a pesquisa de Bortoletto e Alcarde (2013) evidenciou que a utilização de madeiras nativas como o jequitibá rosa no envelhecimento da cachaça resulta em uma bebida com elevada concentração de vanilina e ácido vanílico, proporcionando uma experiência sensorial rica, similar àquela promovida pelo carvalho tradicionalmente utilizado em vinhos e outros destilados.

3.9. CARACTERÍSTICAS DO MOGNO AFRICANO:

O gênero *Khaya*, pertencente à família *Meliaceae*, é amplamente reconhecido por seu potencial madeireiro. Espécies desse gênero, como *Khaya anthotheca* (Welw.) C. DC., *Khaya grandifoliola* C. DC., *Khaya ivorensis* A. Chev. e *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., têm despertado crescente interesse global devido às suas qualidades. Essas espécies são originárias de várias regiões africanas e são comumente conhecidas no Brasil como mogno-africano (OLIVEIRA, 2020).
~~O gênero *Khaya*, pertencente à família *Meliaceae*, é reconhecido por seu notável potencial madeireiro. Atualmente, as espécies desse gênero que despertam maior interesse global incluem *Khaya anthotheca* (Welw.) C. DC., *Khaya grandifoliola* C. DC., *Khaya ivorensis* A. Chev. e *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. Todas elas são originárias de diversas regiões africanas e são comumente referidas no Brasil como mogno-africano.~~

~~A madeira nativa do mogno-africano é mundialmente valorizada, sendo a principal alternativa à madeira do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*). Suas aplicações são amplas e~~

incluem a fabricação de móveis de luxo, adornos, entalhes, instrumentos musicais, além de serem utilizadas em revestimentos internos e decorativos, na construção civil e naval, e em produtos laminados. A madeira nativa do mogno-africano é mundialmente valorizada, destacando-se como a principal alternativa à madeira do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*). Suas aplicações são diversas e incluem a fabricação de móveis de luxo, adornos, entalhes, instrumentos musicais, além de ser utilizada em revestimentos internos e decorativos, na construção civil e naval, e em produtos laminados (SANTOS, 2018).

Os principais motivos que sustentam o investimento em plantios de mogno-africano em áreas tropicais são diversos. Primeiramente, a madeira possui propriedades físicas e mecânicas, além de uma aparência e trabalhabilidade que se assemelham ao mogno-brasileiro. Adicionalmente, destaca-se pelo rápido crescimento e resistência à broca de ponteiro (*Hypsipyla grandella*), uma praga que tem comprometido a viabilidade do cultivo dos mognos do gênero *Swietenia* no Brasil. Outro aspecto relevante é que a madeira do mogno-africano, quando colhida na idade apropriada e com uma alta porcentagem de cerne, apresenta uma cotação significativa no mercado internacional. A crescente preocupação com a redução dos exemplares nativos e a proibição do corte dos mognos, tanto brasileiros quanto africanos, também impulsiona essa busca por alternativas sustentáveis.

Figura 3 - Árvore de Mogno Africano.



Fonte: Uol (online)

No Brasil, o cultivo de mogno-africano tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos. Estima-se que, até 2018, a área plantada tenha superado 37 mil hectares, posicionando o Brasil como o maior cultivador desse gênero, seguido pela Austrália, que conta com cerca de 14 mil hectares de *K. senegalensis*. Contudo, a maioria desses plantios ainda não atingiu a maturidade necessária para o corte final, resultando, até o momento, em desbastes que geram madeira de menor valor econômico. [\(REIS et al., 2019\)](#).

No entanto, a expectativa é que, com o amadurecimento das plantações, sejam obtidas toras de maior diâmetro, adequadas à produção de serrados e laminados, que possuem maior valor no mercado. Dessa forma, a inclusão de produtores no segmento de produção de madeira de alto valor agregado representa uma alternativa viável para diversificação das atividades agrícolas, promovendo a geração de renda e a recuperação de áreas degradadas.

Elas podem atingir alturas de até 65m de altura, e a parte comercial do tronco chamada de fuste atinge até 30m de altura. [\(REIS et al., 2019\)](#).

3.10. REGULAMENTAÇÃO DO USO DA MADEIRA NA ENOLOGIA.

De acordo com as normas da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV), "as peças de madeira de carvalho utilizadas na vinificação e para transferir certos constituintes ao vinho devem ser exclusivamente do gênero *Quercus*. Essas peças podem ser mantidas em seu estado natural ou aquecidas em temperaturas baixa, média ou alta, desde que não sejam queimadas, nem apresentem características carbonáceas ou friáveis ao toque. Além disso, nenhuma substância pode ser adicionada para aumentar sua capacidade de aromatização ou os compostos fenólicos extraíveis, e elas não devem passar por tratamentos químicos, enzimáticos ou físicos, além do aquecimento" (OIV, 2024). Tais normas visam assegurar que o processo de envelhecimento do vinho preserve suas qualidades originais, sem interferências externas que possam comprometer seu perfil sensorial.

A etiqueta do produto deve especificar a origem varietal do carvalho, a intensidade do aquecimento, as condições de armazenamento e as precauções de segurança. As dimensões das peças devem ser tais que pelo menos 95% do peso seja retido por uma peneira de malha de 2 mm (9 mesh). Além disso, as peças de madeira devem ser puras, sem liberar substâncias que possam

ser prejudiciais à saúde, e devem ser armazenadas em condições secas e isentas de odores ou contaminantes.

Quando as peças de madeira forem introduzidas no vinho por meio de bolsas ou outros recipientes, estes devem ser fabricados com materiais aprovados para contato com alimentos no país de origem e não devem liberar substâncias no vinho em concentrações que comprometam a saúde ou a qualidade do produto (OIV, 2024).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. VINHO

O vinho utilizado no experimento foi da variedade Chardonnay, safra 2024 e apresentava os seguintes parâmetros: densidade relativa de 0,9920; graduação alcoólica de 12,04%; acidez total de 99,3 meq/L; pH 3,3; acidez volátil de 4,3 meq/L; anidrido sulfuroso livre (SO₂) de 12 mg/L; anidrido sulfuroso total (SO₂) de 0,53 mg/L; e turbidez de 1,3 NTU.

4.2. OBTENÇÃO DOS CUBOS DE MADEIRA E PROCEDIMENTO DE TOSTA.

A madeira utilizada neste trabalho provém da espécie *Khaya senegalensis*, cultivada na Fazenda Maravilha, localizada no Distrito de Canindezinho, no Município de Nova Russas, Ceará. A propriedade, com uma área total de 24 hectares, é situada à margem da rodovia asfaltada que conecta o Distrito de Canindezinho à sede do município. Na Fazenda Maravilha, a área de cultivo de mogno abrange 10 hectares, divididos em pequenas parcelas com dimensões variando de 1 a 2 hectares. O espaçamento entre as árvores nessas áreas varia entre 4x4 metros e 6x6 metros. A altitude da fazenda está entre 270 e 300 metros acima do nível do mar

A madeira foi recebida em varas quadrangulares e na Embrapa Uva e Vinho (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), foi cortada em cubos de aproximadamente 10 milímetros de aresta. Foram separados dez lotes de vinte cubos cada, que foram pesados em uma balança analítica com precisão de 0,0001 gramas. Em seguida, prosseguiu-se com a medição das arestas dos cubos utilizando um paquímetro manual com precisão de 0,05 milímetros. As medidas dos cubos foram avaliadas e foram descartados os cubos com arestas inferiores a 9 mm ou superiores a 12 mm, a fim de iniciar a padronização.

Para a tosta dos cubos de madeira, foram escolhidas três temperaturas: 160 °C, 200 °C e 240 °C e três tempos (15, 25 e 35 minutos). A seleção dessas condições de tosta foi baseada em uma análise de estudos previamente realizados. Em um desses estudos, Simon et al. (2010) utilizaram chips de madeira previamente tostados em três níveis de intensidade: leve, por 10 minutos a 190 °C; médio, por 15 minutos a 200 °C; e forte, por 20 minutos a 210 °C. ~~Em outro estudo, foram utilizados dois níveis de tosta: a tosta média, realizada por 20 minutos em intervalo de temperaturas entre 160 °C e 170 °C, e a tosta forte, por 27 minutos a 250 °C (Jordão et al., 2006). Os níveis de tosta são determinados pela combinação entre o tempo de exposição e a temperatura aplicada. Para a tosta fraca, é necessário um tempo de 30 minutos a temperaturas entre 120 °C e 130 °C; a tosta média alta requer 40 minutos a temperaturas entre 180 °C e 190 °C e, finalmente, a tosta forte deve ser realizada por 40 minutos a 210 °C (VIVAS, 1998).~~

A tabela a seguir apresenta as tostas propostas para os cubos de madeira a serem adicionados ao vinho experimental.

Tabela 3 - Tostas propostas aos cubos de madeira de mogno africano.

Tostas	Tempo (min)	Temperatura (°C)
1 leve menos	15	160
2 leve média	25	160
3 leve mais	35	160
4 média menos	15	200
5 média média	25	200
6 média mais	35	200
7 forte menos	15	240
8 forte média	25	240
9 forte mais	35	240

Na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Uva e Vinho, em Bento Gonçalves, foi utilizada uma estufa da marca Binder, modelo FD 115, cuja fabricação é de origem alemã. Este equipamento possui uma faixa de temperatura que varia de 70 °C a 300 °C, apresentando uma sensibilidade de um décimo de grau, o que possibilita um controle preciso das condições de tratamento. Durante o experimento, o ventilador de circulação estava em pleno funcionamento; no entanto, a troca de ar com o ambiente externo foi bloqueada. Essa medida

objetivou evitar a entrada excessiva de oxigênio, o que poderia provocar desvios significativos nos aspectos sensoriais da madeira em análise.

Os cubos de madeira foram dispostos em grupos com 20 unidades cada em placas petri, cada grupo correspondendo a uma temperatura específica, e foram retiradas de acordo com a duração previamente estabelecida. ~~Durante o processo, observou-se que cada vez que a porta da estufa era aberta para a retirada de um grupo, ocorria um abaixamento da temperatura interna de aproximadamente 10 °C, exigindo cerca de dois minutos para que a estufa recuperasse a temperatura idealizada.~~ Após retirados da estufa, os cubos foram resfriados em temperatura ambiente e pesados. A pesagem dos cubos foi efetuada antes e depois da tosta, utilizando uma balança com legibilidade de 0,001 (marca Toledo modelo Mettler).

~~A permanência dos cubos e a quantidade selecionada para o contato com o vinho base foram fundamentadas na dissertação de Delgado (2018). Os resultados qualitativos mais significativos na utilização de cubos e chips foram obtidos em tratamentos com duração de 15 e 30 dias, utilizando-se de 0,5 a 2 gramas por litro de vinho. Com base nessas informações, optou-se por utilizar três cubos com dimensões de 10 milímetros de lado e peso de duas gramas. O contato dos cubos com o vinho foi de 15 dias.~~

A duração do contato dos cubos de madeira com o vinho base e a quantidade utilizada foram determinadas com base na dissertação de Delgado (2018). Os tratamentos que apresentaram os resultados qualitativos mais significativos utilizaram cubos e chips por períodos de 15 e 30 dias, com dosagens variando de 0,5 a 2 gramas por litro de vinho. Considerando essas informações, optou-se por utilizar três cubos de madeira com dimensões de 10 milímetros de lado e peso de duas gramas cada, mantendo o contato com o vinho por 15 dias.

4.3. AMOSTRAS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.

No dia 14 de outubro de 2024, na vinícola-escola do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS-BG), foram preparadas as unidades experimentais. O vinho base espumante Chardonnay foi transferido ~~de garrações de 4,7 litros, onde estava armazenado,~~ para garrafas de vidro com capacidade para 1 litro com tampas rosca. Foi adicionado um total de 40 miligramas de dióxido de enxofre (SO₂) por litro de vinho. A adição do anidrido sulfuroso nesse momento

objetivou contribuir para a estabilidade do vinho durante sua manipulação no preparo das unidades experimentais.

Para a condução da pesquisa, foram produzidas duplicatas de garrafas de 1 litro para cada tipo de tratamento: vinho com cubos de mogno africano submetidos a nove diferentes tostagens, vinho com cubo de mogno africano sem tosta e vinho sem cubos de madeira, resultando em 22 garrafas de vinho de 1 litro correspondendo a 11 tratamentos em duplicata. Em cada garrafa, foram inseridos três cubos de madeira, cujas massas estão detalhadas na tabela abaixo, correspondendo a uma dose de aproximadamente 2 g.L-1.

A tabela 43 apresenta o peso exato dos grupos de 3 unidades que foi adicionado a cada garrafa de vinho de 1 litro.

Tabela 4 - Peso dos cubos de mogno africano após processo de tosta.

Grupos (3 unidades)	Peso (g)	Grupos (3 unidades)	Peso (g)
1	2,41	6	2,2695
2	2,3565	7	2,2735
3	2,289	8	2,2847
4	2,286	9	2,3243
5	2,3295	10	2,68

O vinho foi armazenado em um ambiente com temperatura e umidade controladas; ~~temperatura constante~~ de 20 °C e sem incidência direta de luz solar. ~~Essas condições são básicas para manter as características sensoriais.~~ Após um período de sete dias de maceração, foi realizada uma homogeneização cuidadosa do vinho, movimentando as garrafas uma a uma. Esse procedimento visa garantir a uniformidade do vinho, permitindo uma melhor extração dos compostos presentes na madeira.

No dia 29 de outubro de 2024 (após 15 dias), as madeiras foram retiradas do vinho. Em seguida, o vinho foi engarrafado em garrafas de vidro com capacidade de 750 mL, utilizando rolhas ~~de aglomerado~~ de cortiça para fechamento e separado para análises sensoriais. Além disso, uma parte do vinho foi acondicionada em garrafas plásticas de 200 mL, com tampas de rosca, destinadas às análises físico-químicas.

4.4 ANÁLISES REALIZADAS

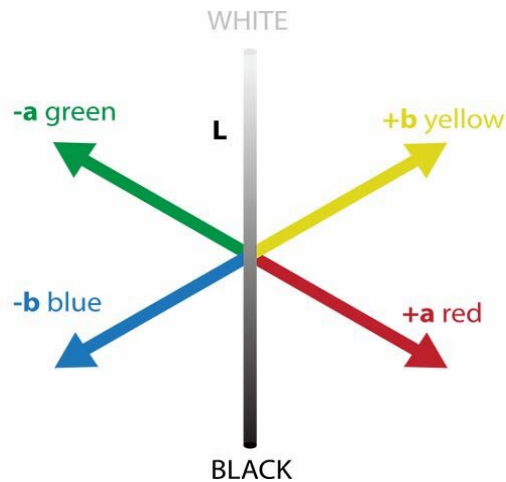
4.4.1. Análises físico-químicas.

O índice de polifenóis totais (IPT) foi determinado através da leitura direta da absorbância (280 nm) através do espectrofotômetro, modelo T92+ (PG Instruments, Lutterworth, Reino Unido) utilizando-se de uma cubeta de quartzo com 10 mm de caminho ótico. Para isso, as amostras foram diluídas na proporção 1:10 com água destilada, vertidas para uma cubeta de quartzo de 10 cm de percurso ótico, determinando a absorbância a 280 nm, O resultado final foi obtido pela densidade ótica obtida multiplicada pelo fator de diluição (Ribereau-Gayon et al., 2006; Rizzon, 2010).

Os índices colorimétricos (320 nm e 420 nm) foram mensurados através da leitura direta da absorbância em espectrofotômetro, modelo T92+ (PG Instruments, Lutterworth, Reino Unido) utilizando-se de uma cubeta de quartzo com 10 mm de caminho ótico (OIV, 2012). Finalmente, utilizando o método CIELab, as características cromáticas (digitalizadas na faixa de 380 a 770 nm) também foram determinadas pelo cálculo de vários parâmetros cromáticos: L* (%) (luminosidade), a* (vermelhidão), b* (amarelo), ângulo de matiz [$h_o = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$] e croma [$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$] de acordo com Método OIV (2012).

O vinho pode ser caracterizado por três aspectos principais: cor, intensidade luminosa e saturação. O modelo de cores CIELab é fundamentado em uma representação tridimensional, com três eixos perpendiculares. O eixo L* indica a intensidade de luz da cor, variando de 0 (preto, sem luz) a 100 (branco, máxima luminosidade). O eixo a* descreve a variação entre verde e vermelho, com valores positivos indicando tons vermelhos e negativos, verdes. Já o eixo b* se refere à gama entre azul e amarelo, com valores positivos representando o amarelo e negativos, o azul. Este sistema também considera outros fatores, como o cromatismo ou saturação (C*) e a tonalidade (H*). O valor de C* é calculado pela distância do ponto central do eixo de luminosidade. A tonalidade (H*) é representada por um ângulo, onde 0° corresponde ao vermelho (+a*), 90° ao amarelo (+b*), 180° ao verde (-a*) e 270° ao azul (-b*). A Figura 5 apresenta um esquema das coordenadas colorimétricas desse sistema.

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



Fonte: Datacolo (web)

4.4.2. Análise sensorial

—A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Uva e Vinho, em Bento Gonçalves. A sala está localizada em um local livre de ruídos e odores e era composta de cabines individuais, com pia. Foram utilizadas taças padrão ISO 3591:1977 e foi aplicada a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) segundo STONE et. al, (1974) a 9 julgadores com experiência na área. O projeto foi previamente submetido ao Comitê de ética e pesquisa do IFRS e aprovado sob o número do parecer: 6.802.764. O anexo 1 apresenta o parecer do projeto na Plataforma Brasil.

Os vinhos foram avaliados quanto ao visual (Intensidade de cor e limpidez), aromas (herbáceo, frutado, floral, tostado, especiarias, oxidação, intensidade, qualidade), sabores e sensações (doçura, amargor, acidez, tostado, adstringência, equilíbrio/harmonia, persistência), apreciação global e intenção de compra. A ficha de degustação utilizada encontra-se no anexo 2.

4.4.3. Análise estatística—

Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. Os resultados de características cromáticas e sensoriais foram testados estatisticamente por análise de variância (ANOVA, unidirecional). O teste de Tukey ($p < 0,05$) foi aplicado aos dados para determinar diferenças significativas entre os vinhos. Todas as análises foram realizadas no programa Minitab Statistical Software.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

5.1 TOSTAGEM DAS MADEIRAS

A tabela a seguir apresenta os pesos inicial e final e o percentual de perda por evaporação dos cubos de Mogno africano.

Tabela 5 - Peso dos grupos de cubos de Mogno africano antes e após processo de tostagem.

Grupos (20 un)	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Perda (g)	% perda por evaporação
1	160	15	18,34	16,6	2,28	9,487459
2	160	15	17,99	15,71	2,28	12,67371
3	160	15	17,54	15,26	2,28	12,99886
4	200	25	17,55	15,24	2,31	13,16239
5	200	25	17,91	15,53	2,34	13,28867
6	200	25	17,48	15,13	2,35	13,44394
7	240	35	17,23	14,89	2,38	13,58096
8	240	35	17,63	15	2,63	14,91775
9	240	35	17,54	14,48	3,06	17,44584
10*	0	0	17,52	17,52	0	0

* o grupo 10 não foi submetido à tostagem

A tabela apresenta os resultados de uma tosta realizada com cubos de mogno africano, submetidos a diferentes combinações de temperatura e tempo para analisar a perda de peso por evaporação. Os dados mostram que o aumento da temperatura e do tempo de exposição influencia diretamente na perda de massa dos cubos. Inicialmente, os grupos aquecidos a 160 °C por 15, 25 e 35 minutos apresentaram perdas percentuais de peso crescentes, indicando que a duração do aquecimento, mesmo em temperaturas moderadas, impacta o processo de evaporação.

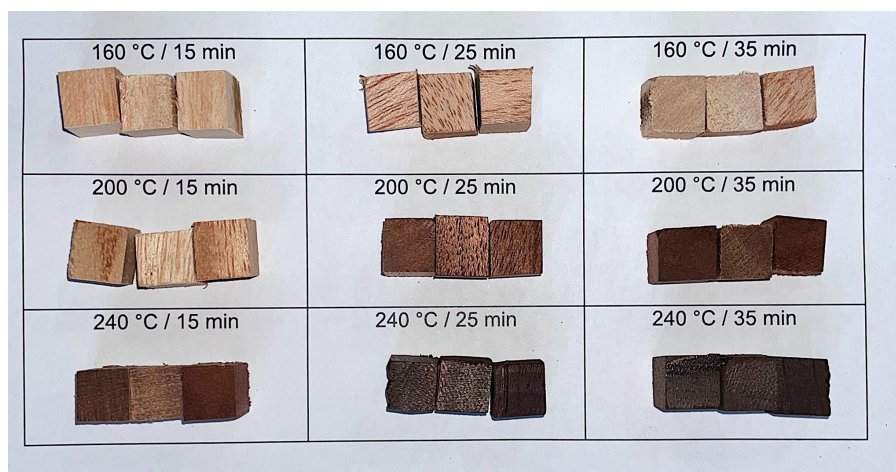
Nos grupos submetidos a 200 °C, a perda de peso percentual continuou a crescer, reforçando que o aumento da temperatura acelera a remoção da umidade do material. Esse comportamento é ainda mais evidente nos grupos aquecidos a 240 °C, nos quais a perda percentual atingiu os valores mais altos registrados no experimento. O grupo controle, mantido a temperatura ambiente—0 °C sem aquecimento, não apresentou nenhuma perda de peso,

confirmando que a variação na massa está diretamente relacionada às condições térmicas aplicadas.

Esses resultados evidenciam que o tempo e a temperatura são fatores cruciais no processo de evaporação da umidade presente em madeiras como o mogno africano. A relação observada entre os parâmetros indica que, à medida que a intensidade do calor e o tempo de exposição aumentam, o percentual de perda de peso também cresce, mostrando um comportamento consistente e previsível no material avaliado.

A Figura 5 apresenta uma fotografia dos cubos de madeira de mogno africano após os procedimentos de tostagem.

Figura 5 - Variação da tonalidade dos cubos de mogno africano conforme nível de tostagem.



Ao observar a fotografia dos cubos de mogno africano, percebe-se uma clara progressão no escurecimento das tonalidades da madeira, diretamente relacionada ao aumento na temperatura e no tempo de exposição durante o experimento. Esse escurecimento é resultado de alterações químicas e físicas provocadas pelo aquecimento, como a degradação de compostos orgânicos, a carbonização superficial e a perda de umidade. Nos cubos expostos a temperaturas mais baixas e tempos menores, a tonalidade permanece relativamente clara, indicando uma menor alteração estrutural e menor perda de massa por evaporação. Por outro lado, os cubos submetidos a temperaturas mais elevadas e tempos prolongados apresentam um tom ~~significativamente~~ mais escuro, ~~reflexo de uma perda de peso mais acentuada e de transformações térmicas mais intensas.~~

Essas mudanças visíveis reforçam a relação entre a intensidade do tratamento térmico e a modificação das características físicas da madeira. Como descrito por Esteves e Pereira (2009), o escurecimento da madeira é um indicador visual direto de transformações químicas causadas por altas temperaturas, incluindo a degradação da hemicelulose e a oxidação de extrativos. A coloração pode, portanto, ser utilizada como um indicador qualitativo das condições de tratamento térmico aplicadas em madeiras tropicais como o mogno africano. Além disso, a intensificação da perda de peso, associada ao aumento da temperatura, demonstra a eficiência do calor na remoção de umidade, um aspecto fundamental para o processamento e utilização desse material.

5.2 CARACTERÍSTICAS CROMÁTICAS DOS VINHOS

A tabela a seguir apresenta os resultados de características espectrofotométricas e cromáticas dos vinhos resultantes após 15 dias em contato com os cubos de madeira.

Tabela 6 - Índices 420 nm, 320 nm e Índice de Polifenóis Totais (IPT) dos vinhos resultantes após contato com cubos de mogno africano com diferentes tempos e temperaturas de tosta.

Tempo/Temperatura	Abs (420 nm)	Abs (320 nm)	IPT (Abs 280 nm)
Controle*	0,084 ± 0,001 ^c	2,855 ± 0,007 ^d	4,51 ± 0,00 ^f
Sem tosta	0,097 ± 0,005 ^{bc}	2,900 ± 0,014 ^{cd}	5,62 ± 0,09 ^{ab}
15' _160 °C	0,098± 0,003 ^b	2,915±0,021 ^{bcd}	5,580±0,085 ^{ab}
25' _160 °C	0,105 ± 0,003 ^{ab}	2,94 ± 0,00 ^{abc}	5,84 ± 0,12 ^a
35' _160 °C	0,101 ± 0,001 ^{ab}	2,925 ± 0,007 ^{abc}	5,37 ± 0,16 ^{bc}
15' _200 °C	0,105 ± 0,004 ^{ab}	2,955 ± 0,007 ^{abc}	5,51 ± 0,24 ^{ab}
25' _200 °C	0,113 ± 0,004 ^a	2,985 ± 0,021 ^a	5,23 ± 0,01 ^{bcd}
35' _200 °C	0,103 ± 0,007 ^{ab}	2,955 ± 0,007 ^{abc}	4,920 ± 0,141 ^{def}
15' _240 °C	0,105 ± 0,001 ^{ab}	2,955 ± 0,007 ^{abc}	5,05 ± 0,01 ^{cde}

25' 240 °C	0,103 ± 0,001 ^{ab}	2,970 ± 0,014 ^{ab}	4,71 ± 0,04 ^{ef}
35' 240 °C	0,100 ± 0,001 ^{ab}	2,980 ± 0,042 ^{ab}	4,77 ± 0,08 ^{ef}

* Controle = sem adição de madeira. Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os tratamentos, conforme análise de variância unidirecional (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pelos dados apresentados, pode-se observar que a absorvância em 420 nm, que está diretamente relacionada à cor amarela do vinho, aumentou consideravelmente com a adição de madeira, ~~especialmente com o aumento da intensidade da tosta~~. O controle (sem madeira) apresentou a menor absorvância ($0,084 \pm 0,001$), enquanto a madeira de mogno, tanto sem tosta quanto com tosta, resultou em intensificação da cor amarela. A maior absorvância foi observada nas amostras tostadas a 200 °C por 25 minutos ($0,113 \pm 0,004$), que foi significativamente superior ao controle, ~~ao tratamento sem tosta e ao primeiro tratamento com tosta (15' 160 °C) e outras condições de tosta~~. Estudos de Costa et al. (2016) e Pereira et al. (2024) confirmam que a madeira pode aumentar a coloração amarela nos vinhos devido à extração de compostos fenólicos, como os flavonoides e taninos, que são solúveis em etanol e contribuem para essa característica visual (COSTA et al., 2016; PEREIRA et al., 2024). A relação entre a intensidade da cor e o grau de tosta foi também observada por Gatti et al. (2015), que reportaram aumento na intensidade da cor com o envelhecimento em madeiras com tostagem moderada.

Os polifenóis, medidos pelo IPT, são compostos essenciais para o corpo e a estrutura do vinho, além de estarem envolvidos nas propriedades antioxidantes e no desenvolvimento de aromas e sabores. O controle, sem madeira, apresentou um valor de IPT de $4,51 \pm 0,00$, enquanto o tratamento com madeira sem tosta aumentou para $5,62 \pm 0,09$, indicando que a madeira de mogno africano contribui de forma significativa para o incremento dos compostos fenólicos no vinho ~~(PEREIRA et al., 2024)~~. A tosta a 160 °C por 25 minutos originou o vinho com o maior valor de IPT ($5,84 \pm 0,12$), mostrando que a tosta moderada favorece a extração de polifenóis. No entanto, à medida que a temperatura e o tempo de tosta aumentaram (200 °C e 240 °C), houve uma redução no IPT, especialmente nas amostras tostadas por 35 minutos, como no caso do tratamento a 200 °C ($4,92 \pm 0,14$), que apresentou o menor valor de IPT. Isso está de acordo com os achados de Barroso et al. (2017), que indicam que temperaturas muito altas durante a tosta podem degradar os polifenóis, diminuindo a quantidade de compostos fenólicos extraídos.

Estudos semelhantes de Gatti et al. (2015) e Ferreira et al. (2019) também apontam que a tosta excessiva pode levar à quebra ou oxidação de compostos fenólicos, resultando em uma diminuição na concentração de polifenóis, o que reflete nos menores valores de IPT observados com tosta mais intensas (GATTI et al., 2015; FERREIRA et al., 2019).

A tabela 76 apresenta as características cromáticas dos vinhos obtidos após 15 dias de contato com os cubos de mogno africano.

Tabela 7 - Características cromáticas (sistema CieLab) dos vinhos resultantes após contato com cubos de mogno africano com diferentes tempos e temperaturas de tosta.

Tempo (min)/ Temperatura (°C)	L*	a*	b*	C*	h (°)
Controle*	98,44 ± 0,06 ^a	-0,77 ± 0,01 ^{bc}	5,36 ± 0,01 ^d	5,42 ± 0,01 ^d	98,21 ± 0,20 ^a
Sem tosta	97,94 ± 0,26 ^{abc}	-0,62 ± 0,03 ^b	6,32 ± 0,15 ^{bcd}	6,35 ± 0,14 ^{bcd}	95,65 ± 0,53 ^{bc}
15'/160 °C	97,97 ± 0,00 ^{abc}	-0,61 ± 0,08 ^{ab}	6,60 ± 0,16 ^{bc}	6,63 ± 0,17 ^{bc}	95,31 ± 0,83 ^{bc}
25'/160 °C	97,75 ± 0,14 ^{bc}	-0,550 ± 0,04 ^a	7,22 ± 0,21 ^{ab}	7,24 ± 0,21 ^{ab}	94,37 ± 0,62 ^{bc}
35'/160 °C	97,79 ± 0,01 ^{bc}	-0,53 ± 0,03 ^a	6,62 ± 0,06 ^{bc}	6,64 ± 0,06 ^{bc}	94,60 ± 0,41 ^{bc}
15'/200 °C	97,70 ± 0,06 ^{bc}	-0,51 ± 0,01 ^a	7,04 ± 0,43 ^{abc}	7,06 ± 0,42 ^{abc}	94,16 ± 0,16 ^{bc}
25'/200 °C	97,63 ± 0,08 ^c	-0,47 ± 0,01 ^a	7,64 ± 0,35 ^a	7,65 ± 0,35 ^a	93,56 ± 0,28 ^c
35'/200 °C	97,96 ± 0,21 ^{abc}	-0,679 ± 0,06 ^{ab}	6,74 ± 0,49 ^{abc}	6,78 ± 0,48 ^{abc}	95,79 ± 1,01 ^b
15'/240 °C	97,88 ± 0,10 ^{bc}	-0,57 ± 0,05 ^{ab}	6,96 ± 0,09 ^{abc}	6,98 ± 0,09 ^{abc}	94,74 ± 0,59 ^{bc}
25'/240 °C	98,18 ± 0,06 ^{ab}	-1,01 ± 0,01 ^d	6,18 ± 0,15 ^{cd}	6,26 ± 0,15 ^{bcd}	99,31 ± 0,14 ^a
35'/240 °C	98,21 ± 0,07 ^{ab}	-0,97 ± 0,01 ^{cd}	6,06 ± 0,13 ^{cd}	6,14 ± 0,13 ^{cd}	99,08 ± 0,00 ^a

* Controle = sem adição de madeira. Letras diferentes na tabela indicam diferenças significativas entre os tratamentos, conforme análise de variância unidirecional (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação à luminosidade (L*), que indica o grau de clareza do vinho, observou-se uma diminuição gradual ao longo dos tratamentos de tosta, com exceção do controle (98,44 ± 0,06), que apresentou os valores mais altos. A madeira sem tosta (97,94 ± 0,26) já mostrou uma leve redução na luminosidade, o que pode ser atribuído à interação com os compostos presentes na madeira. Quando a tosta foi aplicada, os valores de L* variaram ligeiramente, mas

permaneceram em torno de 97,94 a 97,63, sem grandes flutuações, com exceção das amostras submetidas à tosta de 240 °C por 25 e 35 minutos, que apresentaram os valores de luminosidade mais baixos: $98,18 \pm 0,06$ e $98,21 \pm 0,07$, respectivamente, o que pode indicar que a tosta em altas temperaturas não causou grandes modificações na clareza do vinho.

Os valores de a^* , que indicam o tom avermelhado a esverdeado do vinho, apresentaram variações **interessantes**. Para o controle ($-0,77 \pm 0,01$), os valores foram negativos, refletindo uma tendência para o tom esverdeado, como era esperado para vinhos brancos. Com a introdução das madeiras, especialmente as amostras sem tosta (sem tosta: $-0,62 \pm 0,03$), as madeiras com tosta mostraram um ligeiro aumento na aproximação de tons esverdeados, mas o valor de a^* foi mantido negativo, com as madeiras 15'_160 °C (a^* : $-0,61 \pm 0,08$) e 25'_160 °C (a^* : $-0,55 \pm 0,04$) sendo as mais próximas do controle. As temperaturas mais altas, como 200 °C e 240 °C, diminuíram ainda mais os valores de a^* , com as amostras 240 °C por 25 minutos ($-1,01 \pm 0,01$) e 240 °C por 35 minutos ($-0,97 \pm 0,01$) apresentando os valores mais negativos, indicativos de uma mudança para um tom mais avermelhado.

Em relação ao tom amarelado (b^*), os vinhos submetidos às madeiras mostraram um aumento nos valores de b^* , o que indica uma maior tendência para a coloração amarela. O controle ($b^* = 5,36 \pm 0,01$) apresentou valores mais baixos, refletindo uma tonalidade menos amarelada. Já as madeiras, especialmente com tosta, causaram um aumento gradual nos valores de b^* , sendo o valor mais elevado observado na amostra 25'_200 °C ($b^* = 7,64 \pm 0,35$), que também apresentou a maior cromaticidade ($C^* = 7,65 \pm 0,35$). Esse aumento no b^* pode ser explicado pela **maior** liberação de compostos fenólicos nos vinhos que tiveram contato com as madeiras (Tabela 7). ~~e outros compostos aromáticos~~

O parâmetro C^* , que mede a saturação da cor, apresentou uma tendência crescente em todos os tratamentos com madeira. Os vinhos controle e sem tosta mostraram valores menores de cromaticidade (controle: $C^* = 5,42 \pm 0,01$, sem tosta: $C^* = 6,35 \pm 0,14$), indicando uma cor menos saturada. Porém, com o aumento da temperatura de tosta, a cromaticidade aumentou, com as amostras 25'_200 °C ($C^* = 7,65 \pm 0,35$) e 25'_240 °C ($C^* = 6,18 \pm 0,15$) mostrando valores de saturação de cor mais elevados. O aumento da cromaticidade pode ser atribuído à interação dos compostos da madeira com os pigmentos presentes no vinho, provocando uma maior intensidade de cor.

O ângulo de matiz (h°), que representa a tonalidade da cor, também mostrou algumas variações. O controle apresentou o valor mais alto de h° ($98,21 \pm 0,20$), indicando um tom mais amarelado e esverdeado. As amostras sem tosta e com tosta mantiveram valores similares (em torno de 95-94), com a maior alteração sendo observada nas amostras submetidas a tosta mais intensas (240°C), especialmente em $25'_{240^\circ\text{C}}$ ($h^\circ = 99,31 \pm 0,14$) e $35'_{240^\circ\text{C}}$ ($h^\circ = 99,08 \pm 0,00$), o que reflete uma tendência para uma tonalidade mais amarela e dourada.

5.2.1 Influência da tosta sobre as características cromáticas e efeito da temperatura de tosta.

Os resultados indicam que o contato com a madeira, especialmente quando submetida a diferentes temperaturas de tosta, tem um impacto significativo nas características cromáticas do vinho Chardonnay. A madeira sem tosta já apresentou um leve aumento no tom amarelado (b^*), o que é consistente com estudos que mostram que o contato com a madeira pode alterar a tonalidade dos vinhos, principalmente em relação ao tom amarelado e à cromaticidade (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

A tosta das madeiras intensificou essas mudanças. As amostras de $25'_{200^\circ\text{C}}$ e $25'_{240^\circ\text{C}}$ apresentaram os maiores aumentos nos valores de b^* e C^* , refletindo uma maior saturação de cor e uma maior tendência ao tom amarelado. Isso é consistente com a literatura, que sugere que a tosta das madeiras pode liberar compostos fenólicos, como os taninos e os lignanos, que têm impacto direto na coloração do vinho (Del Álamo et al., 2019).

O aumento da temperatura de tosta (200°C e 240°C) teve um efeito notável na alteração do tom avermelhado-esverdeado (a^*) e da cromaticidade (C^*). A maior diminuição do valor de a^* , que indica a tendência para o tom esverdeado, foi observada nas amostras submetidas a tosta a 240°C , especialmente nos tratamentos de $25'_{240^\circ\text{C}}$ e $35'_{240^\circ\text{C}}$. Este efeito pode ser atribuído à degradação dos compostos fenólicos e a uma possível formação de novos compostos durante a tosta, que contribuem para o aumento da tonalidade avermelhadaesverdeada, comum em vinhos mais envelhecidos e com maior contato com a madeira (Mason et al., 2012).

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa aplicada aos degustadores estão apresentados em tabelas e gráficos a seguir, separados em aspectos visual, olfativo, gustativo e apreciação global, para facilitar a visualização. Optou-se por apresentar os dados também

separados por tempo e por temperatura para facilitar a análise, a compreensão e a influência dos parâmetros nos resultados.

5.3 ANÁLISE SENSORIAL

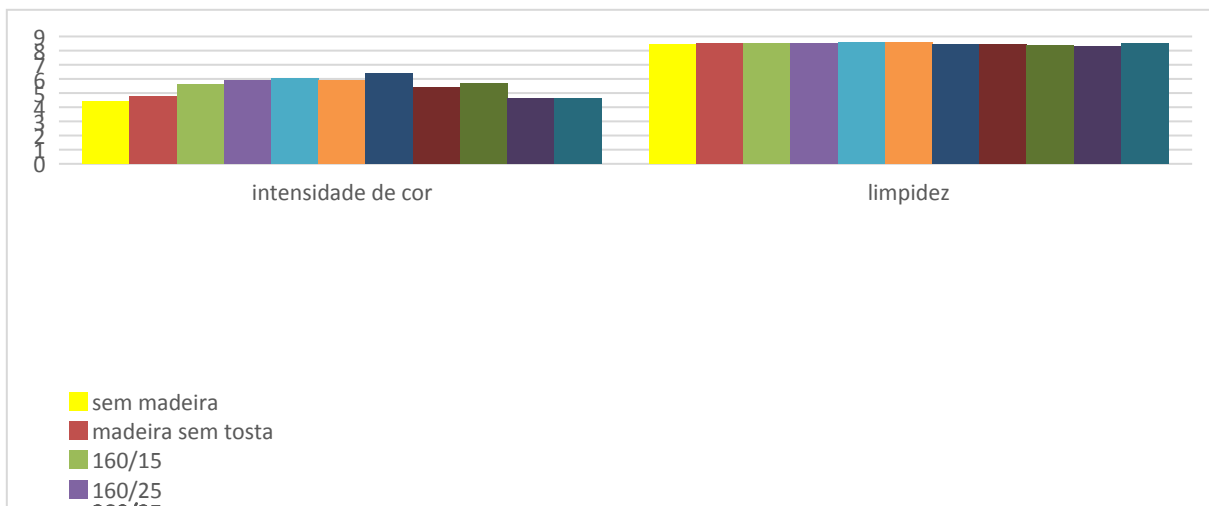
5.3.1 1—Perfil visual

À seguir, são apresentados os dados da ADQ em tabelas e em gráficos quanto ao aspecto visual. A tabela a seguir apresenta os resultados da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) expressos como média \pm desvio padrão).

Tabela 8 - Resultados da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) expressos como média \pm desvio padrão).

	intensidade de cor	limpidez
sem madeira	4,44 \pm 1,72 ^b	8,44 \pm 0,86
madeira sem tosta	4,78 \pm 1,59 ^{ab}	8,5 \pm 0,86
160/15	5,6 \pm 1,33 ^{ab}	8,5 \pm 0,79
160/25	5,9 \pm 1,26 ^{ab}	8,5 \pm 0,86
160/35	6,06 \pm 1,55 ^{ab}	8,56 \pm 0,78
200/15	5,9 \pm 1,47 ^{ab}	8,56 \pm 0,78
200/25	6,39 \pm 1,61 ^a	8,44 \pm 0,86
200/35	5,39 \pm 1,50 ^{ab}	8,44 \pm 0,86
240/15	5,67 \pm 1,33 ^{ab}	8,39 \pm 0,91
240/25	4,61 \pm 1,50 ^b	8,28 \pm 1,18
240/35	4,61 \pm 1,82 ^b	8,5 \pm 0,79

Figura 6 - Resultados da ADQ da análise visual de vinhos expostos a cubos de mogno africano com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem.



Em relação ao perfil visual avaliado na análise sensorial dos vinhos da variedade Chardonnay, a intensidade de cor apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O vinho controle, sem madeira, obteve o menor valor de intensidade de cor (4,444), seguido pelo tratamento com madeira sem tosta (4,778), indicando uma ligeira intensificação da cor pela presença de madeira.

Nos tratamentos submetidos a tosta crescentes, observou-se um aumento da intensidade de cor com a elevação da temperatura e do tempo de tosta, até atingir um pico no tratamento 200/25 (6,389). Posteriormente, a intensidade de cor diminuiu nos tratamentos de maior intensidade térmica, como 240/25 e 240/35 (ambos com valor de 4,611), possivelmente devido à degradação de compostos cromáticos em condições de tosta excessiva.

Quanto à limpidez, os valores foram mais consistentes entre os tratamentos, variando de 8,278 a 8,556. O vinho controle (8,444) e o tratamento com madeira sem tosta (8,5) apresentaram resultados semelhantes. Nos tratamentos tostados, os valores de limpidez não apresentaram alterações significativas, embora houvesse uma leve tendência de redução em temperaturas mais elevadas e tempos prolongados, como observado em 240/25 (8,278).

Esses resultados destacam a influência da intensidade e da duração da tosta na coloração dos vinhos Chardonnay, enquanto a limpidez manteve-se relativamente estável, mesmo sob condições de tosta mais agressivas.

5.3.2 Perfil olfativo

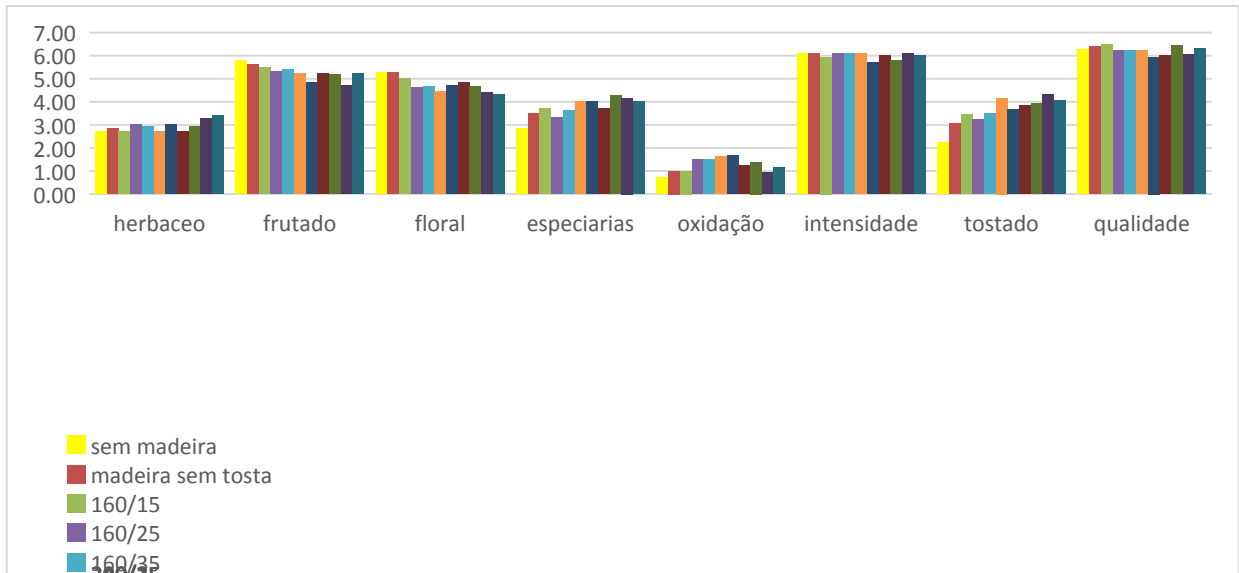
Tempo/ Temperatura	Abs(429 nm)	DO de intensidade de cor (b ₁)	intensidade de cor (b ₂)	intensidade de cor (ADQ)
Controle*	0,084 ± 0,001 ^c	5,36 ± 0,01 ^d	98,21 ± 0,20^a	4,44 ± 1,72^b
Sem tosta	0,097 ± 0,005 ^{bc}	6,32 ± 0,15 ^{bcd}	95,65 ± 0,53 ^{bc}	4,78 ± 1,59^{ab}
15' _160 °C	0,098 ± 0,003 ^b	6,60 ± 0,16 ^{bc}	95,31 ± 0,83 ^{bc}	5,6 ± 1,33^{ab}
25' _160 °C	0,105 ± 0,003 ^{ab}	7,22 ± 0,21 ^{ab}	94,37 ± 0,62 ^{bc}	5,9 ± 1,26^{ab}
35' _160 °C	0,101 ± 0,001 ^{ab}	6,62 ± 0,06 ^{bc}	94,60 ± 0,41 ^{bc}	6,06 ± 1,55^{ab}
15' _200 °C	0,105 ± 0,004 ^{ab}	7,04 ± 0,43 ^{abc}	94,16 ± 0,16 ^{bc}	5,9 ± 1,47^{ab}
25' _200 °C	0,113 ± 0,004^a	7,64 ± 0,35^a	93,56 ± 0,28^c	6,39 ± 1,61^a
35' _200 °C	0,103 ± 0,007 ^{ab}	6,74 ± 0,49 ^{abc}	95,79 ± 1,01 ^{bc}	5,39 ± 1,50^{ab}
15' _240 °C	0,105 ± 0,001 ^{ab}	6,96 ± 0,09 ^{abc}	94,74 ± 0,59 ^{bc}	5,67 ± 1,33^{ab}
25' _240 °C	0,103 ± 0,001 ^{ab}	6,18 ± 0,15 ^{cd}	99,31 ± 0,14^a	4,61 ± 1,50^b
35' _240 °C	0,100 ± 0,001 ^{ab}	6,06 ± 0,13 ^{cd}	99,08 ± 0,00^a	4,61 ± 1,82^b

Os resultados não apresentaram diferenças significativas pelo teste Tukey. Por isso, optou-se por apresentar os dados em gráficos a fim de identificar alguma tendência.

Figura 7 - Resultados da ADQ da análise olfativa de vinhos expostos a cubos de mogno africano

	Herbáceo	frutado	floral	especiarias	oxidação	intensidade	tostado	qualidade
sem madeira	2,72 ±	5,78 ±	5,28 ±	2,83 ±	0,72 ±	6,11 ±	2,22 ±	6,28 ±
madeira sem tosta	2,83 ±	5,61 ±	5,28 ±	3,50 ±	1,00 ±	6,11 ±	3,06 ±	6,39 ±
160/15	2,72 ±	5,50 ±	5,00 ±	3,72 ±	1,00 ±	5,94 ±	3,44 ±	6,50 ±
160/25	3,00 ±	5,33 ±	4,61 ±	3,33 ±	1,50 ±	6,11 ±	3,22 ±	6,22 ±
160/35	2,94 ±	5,39 ±	4,67 ±	3,61 ±	1,50 ±	6,11 ±	3,50 ±	6,22 ±
200/15	2,72 ±	5,22 ±	4,44 ±	4,00 ±	1,61 ±	6,11 ±	4,17 ±	6,22 ±
200/25	3,00 ±	4,83 ±	4,72 ±	4,00 ±	1,67 ±	5,72 ±	3,67 ±	5,94 ±
200/35	2,72 ±	5,22 ±	4,83 ±	3,72 ±	1,22 ±	6,00 ±	3,83 ±	6,00 ±
240/15	2,94 ±	5,17 ±	4,67 ±	4,28 ±	1,39 ±	5,78 ±	3,94 ±	6,44 ±
240/25	3,28 ±	4,72 ±	4,39 ±	4,17 ±	0,94 ±	6,11 ±	4,33 ±	6,06 ±
240/35	3,39 ±	5,22 ±	4,33 ±	4,00 ±	1,17 ±	6,00 ±	4,06 ±	6,33 ±

com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem.



Nas análises sensoriais dos vinhos da variedade Chardonnay, foram avaliados oito atributos: herbáceo, frutado, floral, especiarias, oxidação, intensidade aromática, tostado e qualidade. Entre esses, o atributo floral não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

As figuras 12 a 17 apresentam os resultados da análise visual separados por temperatura e por tempo de tostagem.

Figura 8 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 160 °C em três diferentes tempos.

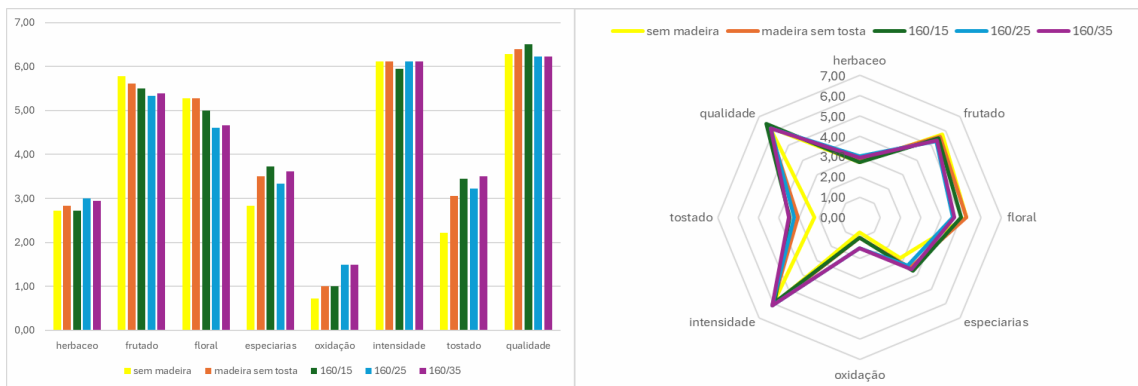


Figura 9 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 200 °C

em três diferentes tempos.

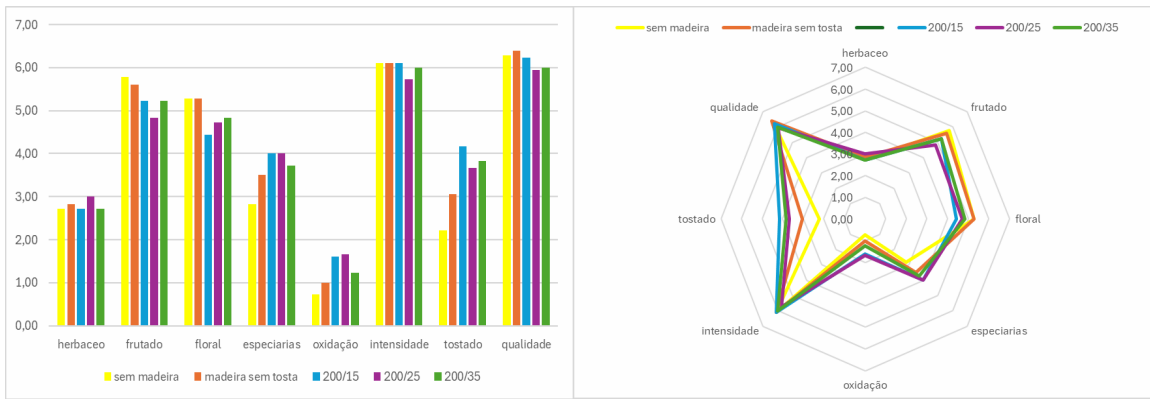


Figura 10 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 240 °C em três diferentes tempos.

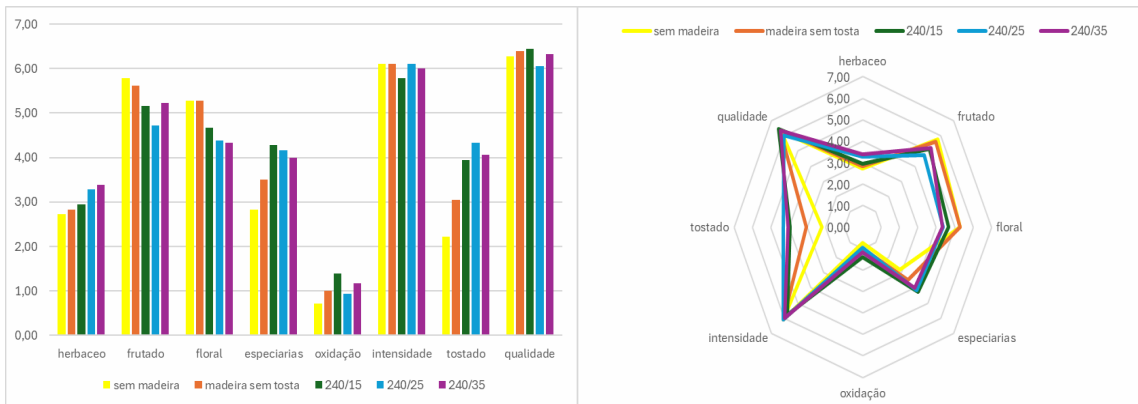


Figura 11 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 15 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.

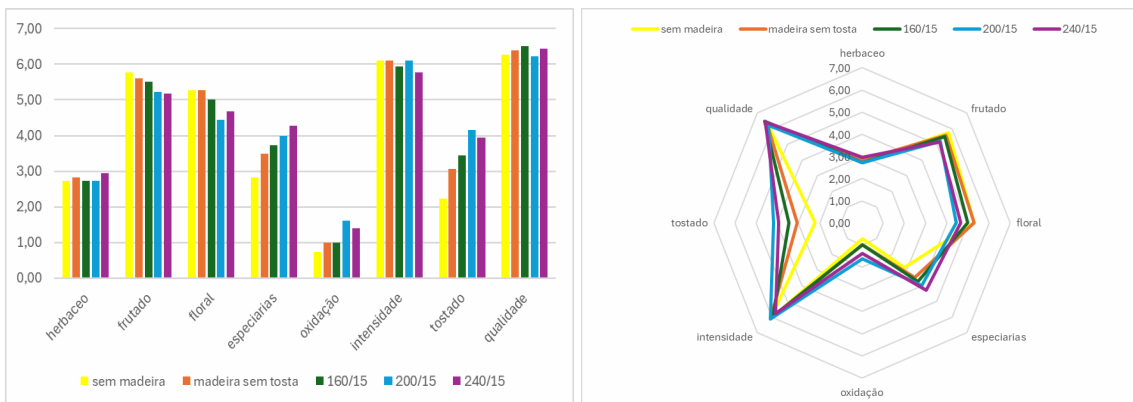


Figura 12 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 25 minutos em

três diferentes temperaturas de tosta.

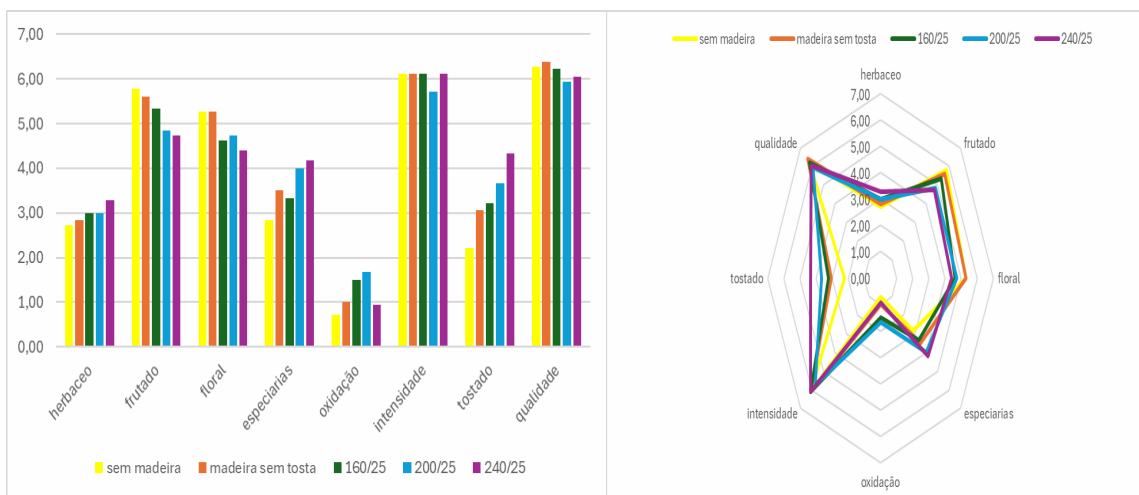
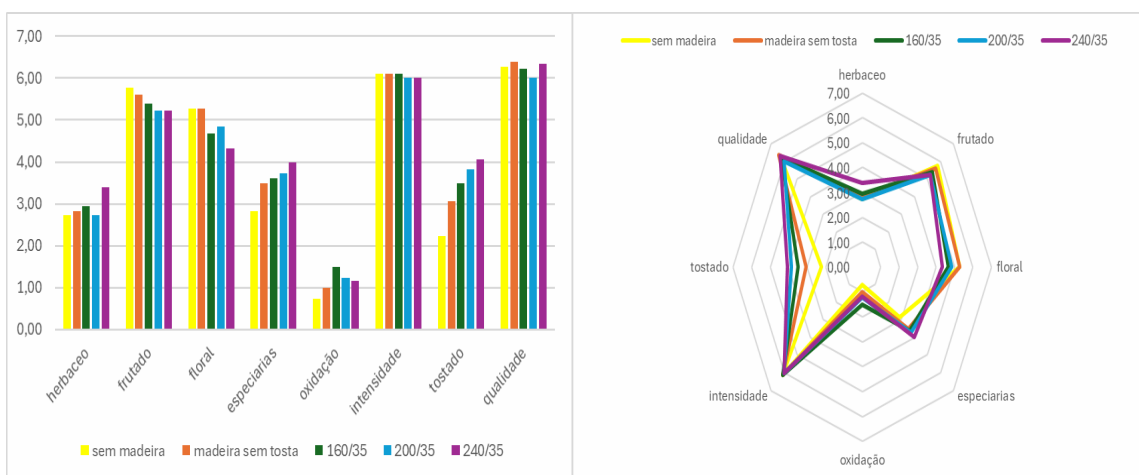


Figura 13 - Atributos olfativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 35 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.



Em relação ao perfil olfativo dos vinhos da variedade Chardonnay, foi possível observar variações significativas em diferentes atributos aromáticos, dependendo dos tratamentos aplicados. Os dados indicam que o tratamento com madeiras tostadas influenciou diretamente as características aromáticas avaliadas.

Nos aromas herbáceos, os valores foram relativamente consistentes entre os tratamentos, variando de 2,722 (controle e vários tratamentos tostados) a 3,389 no tratamento 240/35, que apresentou o maior valor para este atributo. Apesar das variações numéricas, as diferenças não foram estatisticamente significativas, indicando que o contato com madeira e as diferentes condições de tosta não alteraram de forma substancial este parâmetro.

Para os aromas frutados, o vinho controle apresentou o valor mais elevado (5,778), enquanto os tratamentos tostados geralmente reduziram a percepção desse atributo, com valores variando entre 4,722 (200/25 e 240/25) e 5,611 (sem tosta). A influência das tostas mais intensas foi particularmente evidente nos tratamentos de maior temperatura e tempo, que reduziram os aromas frutados.

Os aromas florais também apresentaram redução nos tratamentos tostados, com o vinho controle atingindo o valor mais alto (5,278) e o tratamento 240/35 registrando o menor valor (4,333). Essa tendência reflete o impacto da madeira tostada na modulação desse atributo.

Em relação aos aromas de especiarias, observou-se um aumento consistente nos tratamentos com madeira tostada, especialmente nos tratamentos com maior intensidade térmica, como 240/15 (4,278) e 240/25 (4,167). O vinho controle apresentou valores mais baixos (2,833), sugerindo que a tosta promove a formação de compostos especiados que enriquecem o perfil aromático dos vinhos.

A intensidade de aromas oxidativos foi maior nos tratamentos tostados, particularmente em condições intermediárias de temperatura e tempo, como 200/25 (1,667). Em contraste, o vinho controle (0,722) apresentou os menores valores, destacando o impacto do envelhecimento em madeira no desenvolvimento desses compostos.

No atributo de intensidade aromática geral, os valores foram consistentes entre os tratamentos, com mínimas variações. Os tratamentos com madeira tostada alcançaram valores ligeiramente superiores em relação ao controle (6,111), atingindo um pico em 160/35 e 240/25 (ambos com 6,111).

Os aromas tostados aumentaram significativamente nos vinhos armazenados com madeiras tostadas. O controle apresentou um valor baixo (2,222), enquanto o tratamento 240/25 atingiu o valor mais alto (4,333), refletindo o impacto direto da intensidade da tosta na geração desses aromas.

Por fim, a qualidade geral avaliada pelos degustadores mostrou uma ligeira variação, com valores entre 5,944 (200/25) e 6,5 (160/15). O vinho controle apresentou um valor intermediário (6,278), indicando que o contato com madeira e a intensidade da tosta podem influenciar positivamente ou negativamente a percepção de qualidade, dependendo das condições aplicadas.

Esses resultados destacam a complexa interação entre o uso de madeira tostada e as características olfativas dos vinhos Chardonnay, evidenciando como diferentes condições de tosta podem modular o perfil aromático e a qualidade sensorial geral dos vinhos.

5.3.3 Influência do nível de tostagem no perfil aromático dos vinhos

No perfil olfativo dos vinhos Chardonnay, as variações dos aromas em função do envelhecimento em madeira tostada são bem documentadas. O processo de tosta da madeira é crucial na definição das características sensoriais, com diferentes intensidades e tipos de tosta influenciando de maneira distinta os aromas do vinho.

A tosta leve de madeira, por exemplo, tende a enfatizar notas mais sutis de baunilha e flores, ~~mantendo uma textura mais crocante~~ e preservando o frescor das frutas. Isso é particularmente vantajoso para vinhos mais delicados e frescos, como alguns estilos de Chardonnay (COLDEA et al., 2021). Em contraste, tosta mais intensas, como as médias e pesadas, contribuem com aromas ~~mais robustos~~, como caramelo, especiarias doces, e até chocolate amargo ou fumaça, com maior impacto no corpo e textura do vinho (BROWN, 2020).

Estudos mostram que a tosta da madeira também pode influenciar significativamente a percepção de compostos fenólicos e voláteis no vinho. A presença de lactonas e compostos como o vanilina, provenientes da madeira, torna-se mais pronunciada com a tosta (COLDEA et al., 2021). Além disso, o tempo de envelhecimento também desempenha um papel importante: o envelhecimento prolongado tende a integrar os aromas da madeira de forma mais harmônica ao perfil do vinho, criando complexidade e adicionando aromas terciários, como couro ou tabaco, que enriquecem a profundidade do sabor (BROWN, 2020).

Portanto, a aplicação de diferentes tratamentos de tosta e o tempo de contato com a madeira são elementos fundamentais que moldam o perfil aromático dos vinhos Chardonnay, variando de aromas frutados e florais a toques mais complexos e amadeirados, com um impacto direto na qualidade geral do vinho.

5.3-4 PERFIL GUSTATIVO.

A tabela a seguir apresenta os resultados da ADQ dos atributos gustativos expressos como média \pm desvio padrão.

Tabela 11 - resultados da ADQ dos atributos gustativos expressos como média \pm desvio padrão.

	doçura	amargo r	Acidez	tostado	adstringên cia	equilíbrio/harmo nia	Persistênc ia
sem madeira	2,611 \pm	2,833 \pm	6,278 \pm	2,5 \pm	3,056 \pm	5,778 \pm	6,056 \pm
madeira sem tosta	2,5 \pm	3,389 \pm	6,333 \pm	3,167 \pm	4,056 \pm	5,944 \pm	6,278 \pm
160/15	2,333 \pm	3,833 \pm	6,556 \pm	3,389 \pm	4,5 \pm	5,944 \pm	6,778 \pm
160/25	2,444 \pm	3,667 \pm	6,167 \pm	3,056 \pm	4,722 \pm	5,667 \pm	6,222 \pm
160/35	2,333 \pm	3,278 \pm	6,278 \pm	3,611 \pm	4,444 \pm	6 \pm	6,111 \pm
200/15	2,556 \pm	3,167 \pm	6,333 \pm	3,778 \pm	4,111 \pm	5,944 \pm	6,056 \pm
200/25	2,556 \pm	3,111 \pm	5,833 \pm	3,278 \pm	4,056 \pm	5,667 \pm	5,833 \pm
200/35	2,833 \pm	3,278 \pm	6,111 \pm	3,778 \pm	4,222 \pm	6 \pm	6,167 \pm
240/15	2,611 \pm	3,111 \pm	5,833 \pm	3,722 \pm	3,944 \pm	6,056 \pm	5,833 \pm
240/25	2,889 \pm	3,222 \pm	6 \pm	4,5 \pm	4,056 \pm	6,167 \pm	6 \pm
240/35	3,167 \pm	2,611 \pm	5,667 \pm	4 \pm	3,722 \pm	6,056 \pm	6,056 \pm

Figura 14 - Resultados da ADQ da análise gustativa de vinhos expostos a cubos de mogno africano com três diferentes temperaturas e três diferentes tempos de tostagem

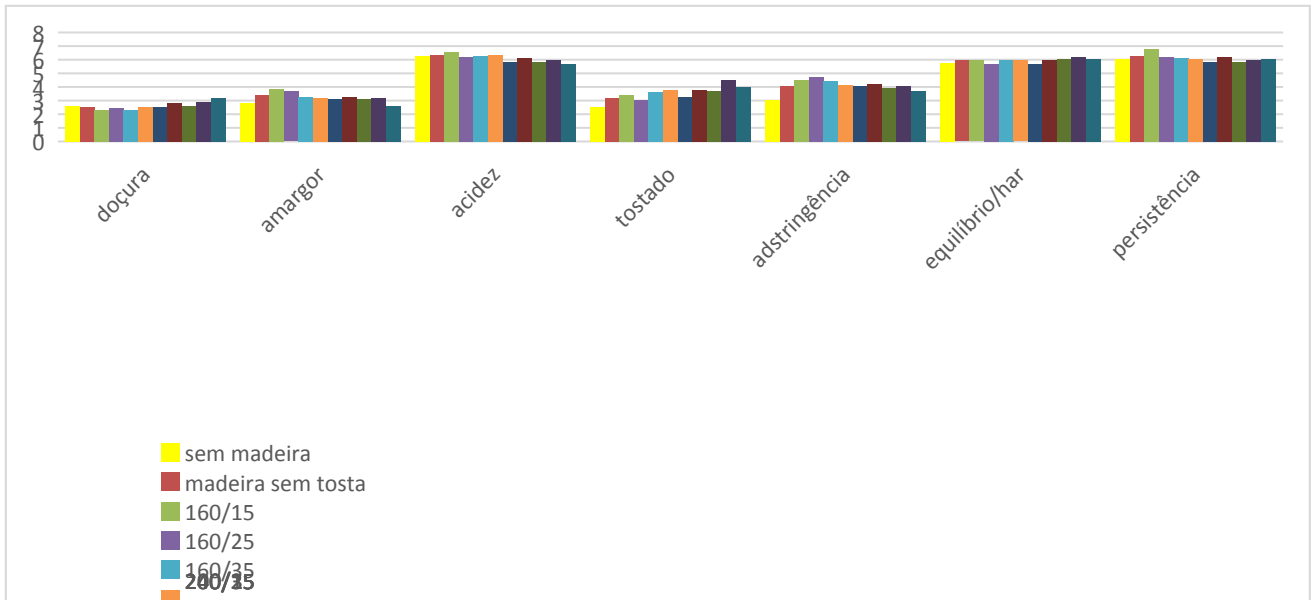


Figura 15 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 160 °C em três diferentes tempos.

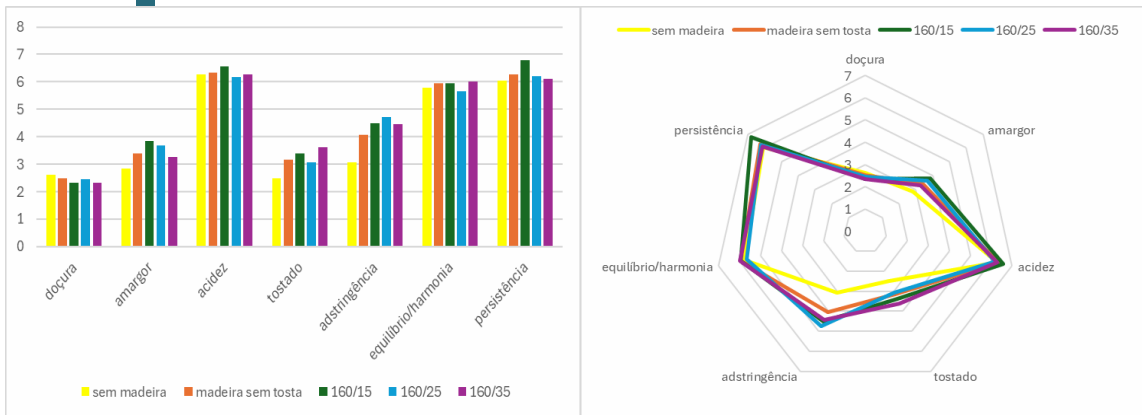


Figura 16 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 200 °C em três diferentes tempos.

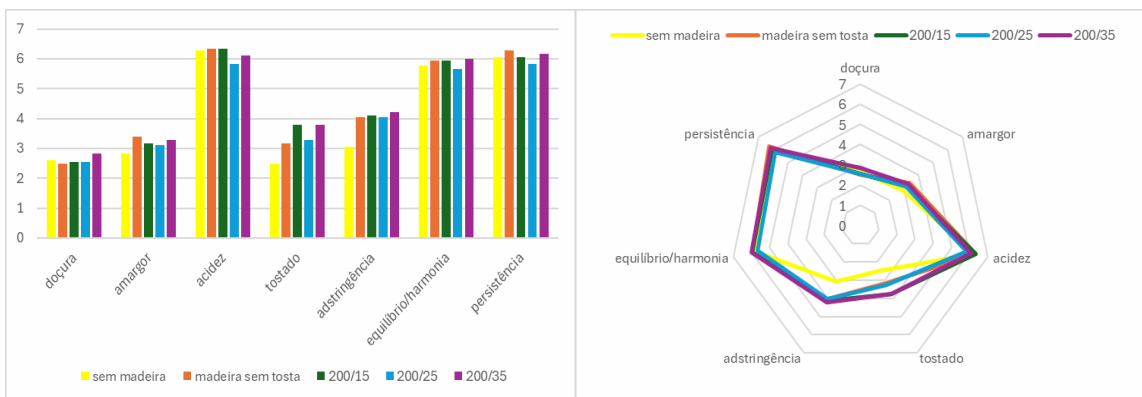


Figura 17 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano com tosta a 240 °C em três diferentes tempos.

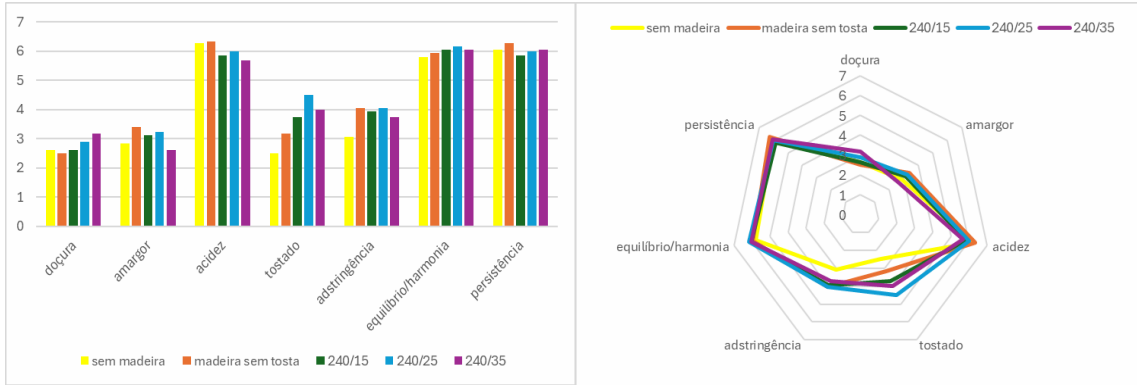


Figura 18 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 15 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.

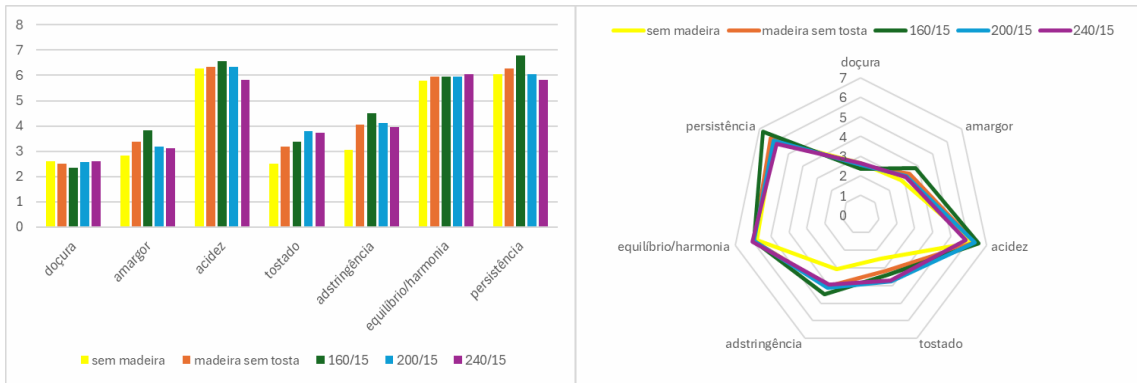


Figura 19 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 25 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.

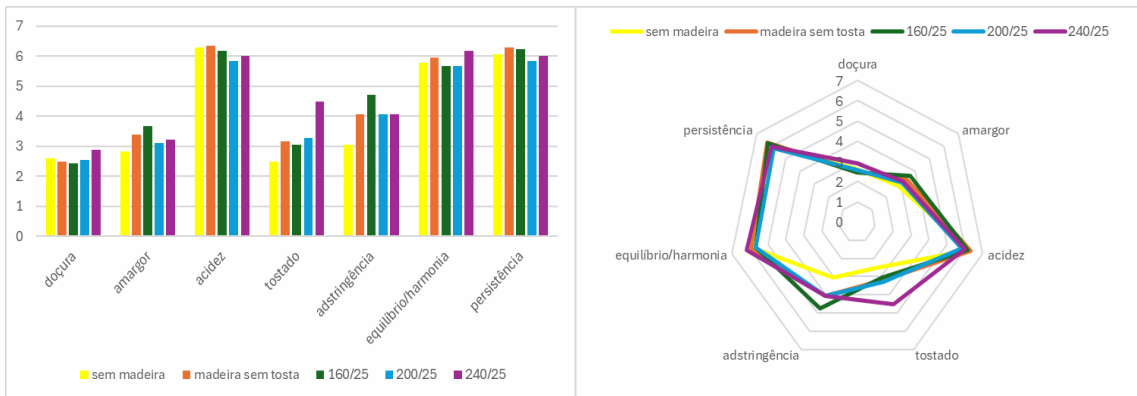
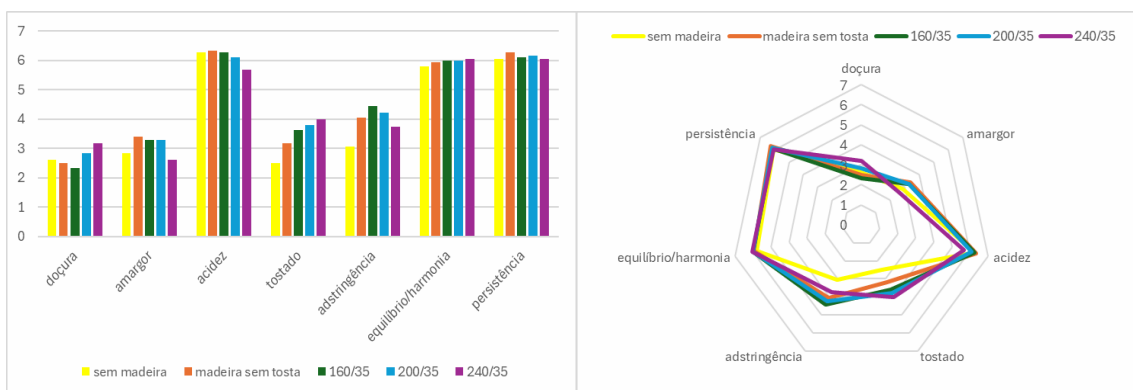


Figura 20 - Atributos gustativos de vinhos expostos a cubos de mogno africano por 35 minutos em três diferentes temperaturas de tosta.



A percepção de doçura não apresentou grandes variações significativas entre as amostras. O controle (sem madeira) teve uma média de 2,611, enquanto as amostras com madeira apresentaram valores ligeiramente mais baixos, variando de 2,333 a 2,889. A menor percepção de doçura foi observada nas amostras com madeira de Mogno Africano com tosta a 160 °C por 15 minutos (2,333), enquanto a maior foi encontrada na amostra com tosta a 240 °C por 35 minutos (3,167). Embora tenha ocorrido uma leve tendência de redução da doçura com o aumento da intensidade da tosta, as diferenças observadas não foram estatisticamente significativas.

O atributo amargor apresentou variações mais evidentes entre as amostras, com os vinhos em contato com madeira de Mogno Africano mostrando uma tendência de aumento do amargor em comparação ao controle. As amostras com tosta a 160°C, especialmente nos tempos de 15 (3,833) e 25 minutos (3,667), mostraram os maiores valores de amargor. A amostra sem madeira (controle) obteve a menor média (2,833), seguida pela amostra sem tosta (3,389). A tosta mais intensa (240 °C) reduziu o amargor para 2,611 na amostra de 35 minutos, indicando que a tosta mais alta pode ter atenuado a percepção de amargor.

A acidez não apresentou variações significativas entre os tratamentos, com valores variando de 5,667 a 6,556. O controle (6,278) teve uma pontuação média relativamente alta, sendo ligeiramente superior às amostras com madeira. A maior acidez foi observada nas amostras com tosta a 160°C, especialmente nos tempos de 25 (6,167) e 35 minutos (6,278). Já as amostras com tosta a 240 °C mostraram valores um pouco mais baixos de acidez, destacando-se uma leve tendência de diminuição da percepção de acidez conforme o aumento da intensidade da tosta.

O atributo tostado, em contraste com os outros, apresentou uma variação mais evidente entre as amostras com tosta. A intensidade do tostado aumentou conforme o tempo e a temperatura de tosta, sendo as amostras com tosta a 240°C as que apresentaram maior intensidade, especialmente no tempo de 25 minutos (4,5) e 35 minutos (4). As amostras com tosta a 160 °C e 200 °C, por sua vez, apresentaram valores de tostado em torno de 3 a 3,7, com pouca variação entre os tempos de exposição (15, 25 e 35 minutos). O controle e as amostras sem madeira não apresentaram qualquer percepção de tostado, com valores em torno de 2,5.

A adstringência, embora sem significância estatística, variou entre as amostras, com os vinhos em contato com a madeira de Mogno Africano apresentando uma tendência geral de aumento em relação ao controle. A maior intensidade de adstringência foi observada nas amostras com tosta a 160 °C (tanto aos 15 minutos como aos 25 minutos), com médias de 4,5 e 4,722, respectivamente. As amostras sem madeira (controle) e sem tosta apresentaram valores de adstringência mais baixos (3,056 e 4,056, respectivamente). De maneira geral, as tostas mais intensas (240 °C) resultaram em uma leve redução da percepção de adstringência, especialmente nos tratamentos de 35 minutos (3,722).

O equilíbrio e a harmonia do vinho, medida que reflete a harmonia entre os atributos gustativos, mostraram uma leve tendência de melhoria nas amostras com madeira, especialmente nas amostras com tosta a 160 °C e 200 °C, sendo as pontuações mais altas observadas nas amostras com tosta a 160 °C por 35 minutos (6). O controle, por sua vez, apresentou um valor de 5,778, sugerindo que a madeira contribuiu de forma significativa para o equilíbrio do vinho. As amostras com tosta mais intensa a 240°C apresentaram um equilíbrio menor, com uma média de 6,056 a 6,167, indicando que a madeira sem tosta ou com tosta moderada pode ter proporcionado um perfil mais harmonioso.

A persistência em boca foi mais pronunciada nas amostras com madeira, com as amostras em contato com madeira de Mogno Africano mostrando uma média superior à do controle (6,056). As amostras com tosta a 160 °C apresentaram os melhores resultados em persistência, com valores entre 6,111 e 6,778, enquanto a persistência nas amostras com tosta a 240 °C foi ligeiramente inferior (5,833 a 6). A persistência foi mais pronunciada nas amostras com tosta moderada (160°C e 200°C), destacando a importância da intensidade da tosta para a duração da percepção gustativa.

5.4.1 Influência da intensidade de tosta no perfil gustativo dos vinhos.

Com base nos dados da análise sensorial do vinho base Chardonnay em contato com madeira de Mogno Africano, observamos uma variação significativa nos atributos sensoriais de adstringência, amargor, persistência e equilíbrio, que podem ser atribuídos à interação dos compostos fenólicos presentes na madeira. A adstringência, por exemplo, foi mais pronunciada nas amostras com madeira, especialmente nas tosta mais leves (160_°C e 200_°C), um resultado que corrobora estudos que apontam a contribuição dos compostos fenólicos da madeira para o aumento da sensação de adstringência nos vinhos (DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017). A madeira de Mogno Africano, ao liberar esses compostos durante o período de contato, intensificou essa característica no vinho, especialmente nas amostras com tosta a 160_°C, onde se observou a maior percepção de adstringência (4,5 a 4,722).

Em relação ao amargor, as amostras com tosta a 160_°C e 200_°C apresentaram os maiores valores, indicando uma forte influência do tempo e temperatura de tosta. A presença de tosta mais intensa, como a 240_°C, parece ter suavizado o amargor, o que pode estar relacionado à degradação dos compostos responsáveis por essa sensação (ALANÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018). Este fenômeno está de acordo com as observações de DEL GALDO et al. (2019), que sugerem que a tosta elevada pode diminuir a concentração de compostos fenólicos amargos, resultando em uma redução da percepção de amargor. A persistência, por sua vez, foi mais pronunciada nas amostras com madeira, com destaque para as tosta moderadas a 160_°C, um achado que corrobora os resultados de ALANÓN et al. (2018), que afirmam que o contato com a madeira, especialmente nas tosta intermediárias, contribui para uma maior persistência em boca.

Além disso, a análise do equilíbrio (equilíbrio/harmonia) revelou que as tosta mais leves (160_°C) proporcionam um melhor balanceamento dos atributos gustativos do vinho, com valores mais altos em comparação com as amostras de tosta intensa (240_°C). Esse efeito pode ser explicado pela liberação gradual dos compostos aromáticos da madeira, que permitem uma integração mais suave com os outros componentes sensoriais do vinho (DELIA; JORDÃO; RICARDO-DA-SILVA, 2017). Em um estudo similar, foi observado que o equilíbrio gustativo

dos vinhos melhora com o uso de madeiras menos tostadas, uma vez que as tostas mais intensas podem interferir negativamente na harmonia do perfil sensorial do vinho (ALAHÓN; DÍAZ-MAROTO; PÉREZ-COELLO, 2018).

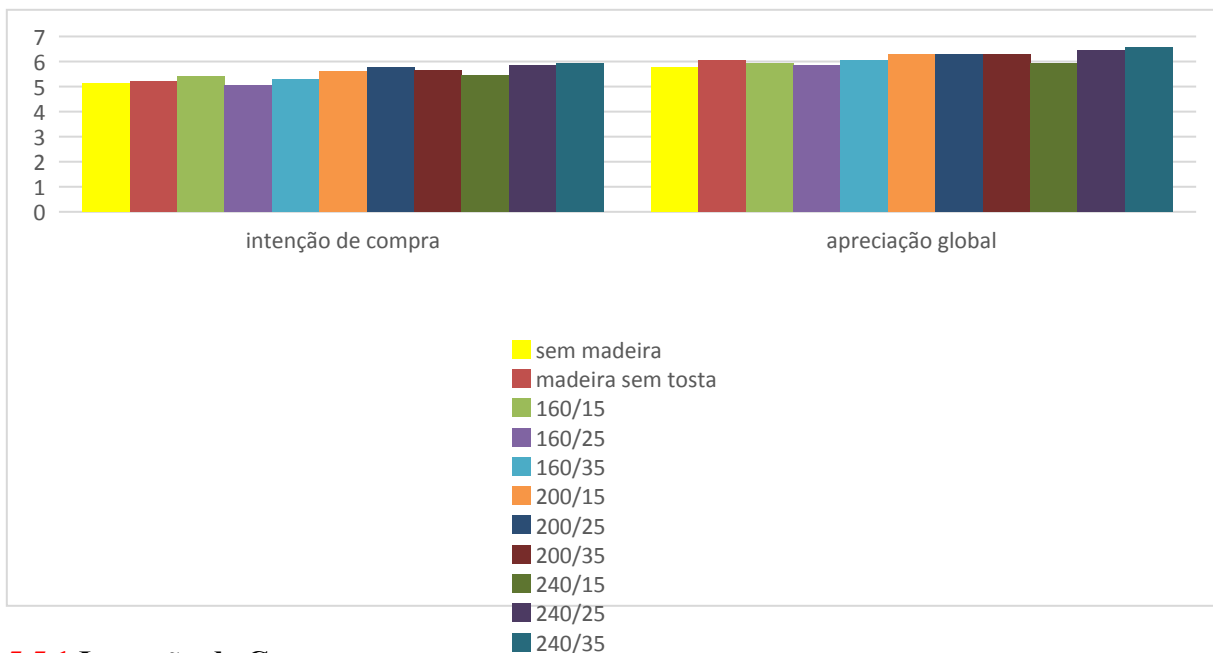
5.45. AVALIAÇÃO GERAL:

A tabela a seguir apresenta os resultados da apreciação global e intenção de compra dos vinhos obtidos, expressos como média \pm desvio padrão.

Tabela 12 - resultados da apreciação global e intenção de compra

	intenção de compra	apreciação global
sem madeira	5,111 \pm	5,778 \pm
madeira sem tosta	5,222 \pm	6,056 \pm
160/15	5,389 \pm	5,944 \pm
160/25	5,056 \pm	5,833 \pm
160/35	5,278 \pm	6,056 \pm
200/15	5,611 \pm	6,278 \pm
200/25	5,778 \pm	6,278 \pm
200/35	5,667 \pm	6,278 \pm
240/15	5,444 \pm	5,944 \pm
240/25	5,833 \pm	6,444 \pm
240/35	5,944 \pm	6,556 \pm

Figura 21 - Atributos da avaliação geral.



5.5.1 Intenção de Compra

A intenção de compra dos vinhos variou entre os diferentes tratamentos, sendo que os vinhos com madeira apresentaram uma leve tendência de maior intenção de compra à medida que o grau de tosta aumentava. O vinho sem madeira obteve a menor pontuação de intenção de compra, com uma média de 5,111. Em comparação, os tratamentos com tosta, especialmente os com 240/35, apresentaram o maior valor de intenção de compra (5,944), indicando que a madeira com maior intensidade de tosta teve um impacto positivo na intenção de compra dos consumidores. No entanto, a diferença entre os tratamentos não foi muito pronunciada, sendo que os vinhos com madeira (sem tosta ou com tosta em diferentes intensidades) apresentaram pontuações similares, variando entre 5,056 e 5,944.

5.5.2 Apreciação Global

A apreciação dos vinhos foi mais alta nos tratamentos com madeira e tosta. O vinho Sem Madeira obteve uma pontuação de 5,778, sendo o de menor apreciação global. As amostras com madeira, especialmente aquelas com maior intensidade de tosta (como o tratamento 240/35 com 6,556), foram mais apreciadas. O aumento da temperatura e do tempo de tosta resultou em uma elevação na pontuação de apreciação, indicando que o processo de tosta pode ter contribuído para a maior aceitação sensorial dos vinhos. O tratamento 240/35 obteve a maior média de apreciação, seguida de 240/25 (6,444), 200/35, 200/25 e 200/15, todos com pontuações acima de

6,2, enquanto os tratamentos com menor intensidade de tosta (como 160/15 e 160/25) tiveram pontuações mais baixas, embora ainda acima de 5,8.

As diferenças entre os tratamentos foram pequenas, mas ainda assim notáveis. O tratamento 240/35 foi o tratamento mais apreciado, com uma pontuação significativamente superior ao Sem Madeira e aos tratamentos com menor intensidade de tosta. O tratamento Sem Madeira foi o menos preferido em termos de apreciação e intenção de compra, indicando que a adição de madeira e o processo de tosta podem aumentar a aceitação e a intenção de compra dos consumidores.

Em relação à apreciação global, os resultados indicaram que a tosta intensa de 240/35-~~mais leve (160 °C)~~ obteve as melhores avaliações, com os vinhos apresentando maior aceitação sensorial. Isso reflete uma tendência observada em estudos de envelhecimento de vinhos, onde a madeira com tosta intensa-moderada tende a ser preferida devido à sua capacidade de agregar complexidade ao vinho sem sobrecarregar suas características sensoriais (ALANÓN et al., 2018).

~~Por outro lado, as amostras com tosta mais intensa, especialmente a 240 °C, mostraram uma leve diminuição na apreciação global, o que pode estar relacionado a um excesso de compostos torrados que mascaram outras qualidades do vinho.~~

5.2.3 Influência das tostas crescentes na avaliação geral dos vinhos.

Os resultados obtidos indicam que a intenção de compra foi influenciada pelo uso da madeira e pelo nível de tosta aplicado. Estudos anteriores demonstram que o uso de madeira em vinhos, especialmente com níveis de tosta moderados a altos, contribui para a liberação de compostos voláteis, como lactonas e vanilinas, que impactam positivamente na percepção sensorial dos consumidores (CHATONNET et al., 1994; GAMBUTI et al., 2019).

A menor intenção de compra no vinho sem madeira (5,111) reflete a ausência desses compostos que são tradicionalmente associados a vinhos envelhecidos em barrica. Por outro lado, a madeira com tosta mais intensa (240 °C por 35 minutos) apresentou o maior valor de intenção de compra (5,944), sugerindo que as características sensoriais advindas desse tratamento foram mais bem aceitas. Resultados semelhantes foram observados por Fernández de Simón et al. (2010), que relataram que a intensidade de tosta influencia a liberação de compostos como fenóis voláteis e furanos, os quais são diretamente associados a aromas de caramelo e baunilha, altamente valorizados por consumidores.

Embora as diferenças entre os tratamentos não tenham sido muito pronunciadas, o fato de todos os tratamentos com madeira apresentarem maior intenção de compra em comparação ao controle reforça a hipótese de que a interação madeira-vinho é um fator-chave na atratividade dos vinhos (GOUVEIA et al., 2013).

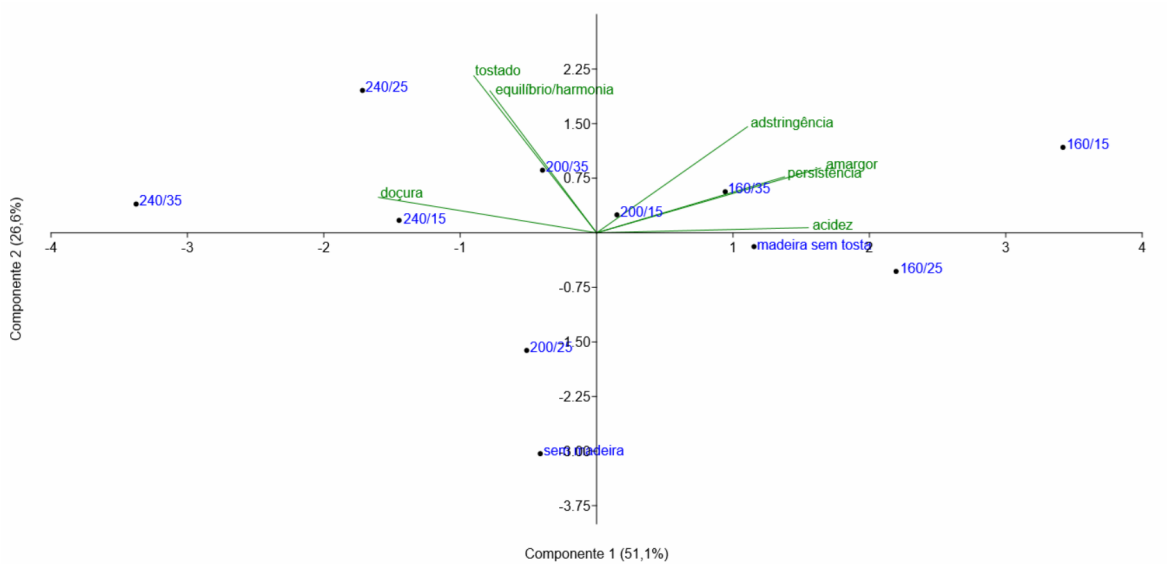
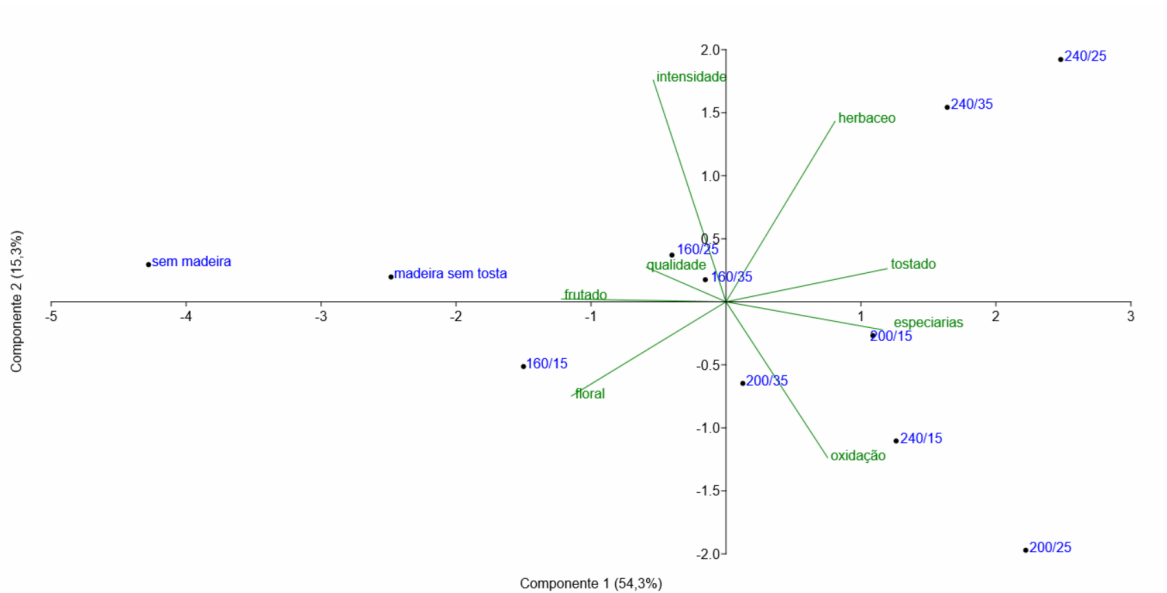
A apreciação global seguiu uma tendência semelhante à intenção de compra, com os tratamentos com maior intensidade de tosta recebendo as melhores pontuações. O vinho tratado com madeira a 240 °C por 35 minutos obteve a maior pontuação (6,556), confirmando o impacto positivo da madeira tostada na aceitação sensorial. Esse resultado é consistente com estudos que mostram que madeiras altamente tostadas intensificam atributos aromáticos como coco, baunilha e especiarias, enquanto reduzem notas herbáceas ou verdes, frequentemente menos apreciadas pelos consumidores (PÉREZ-PRÍETO et al., 2002; DEL ALAMO-SANZA & NEVAJAR, 2006).

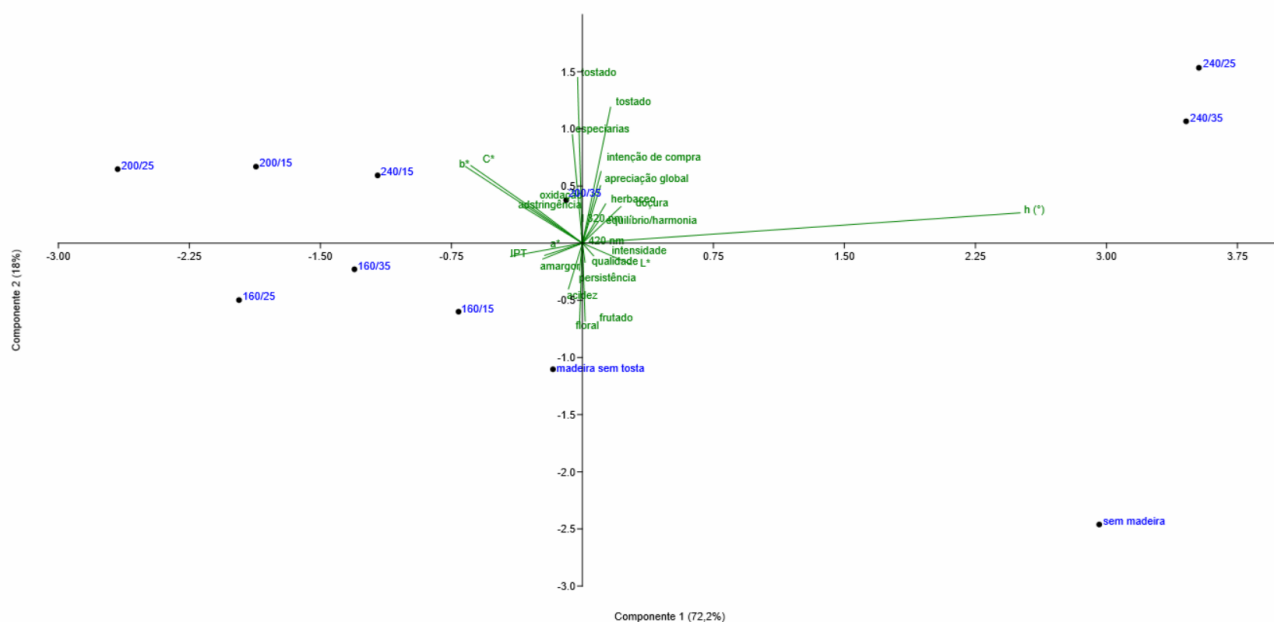
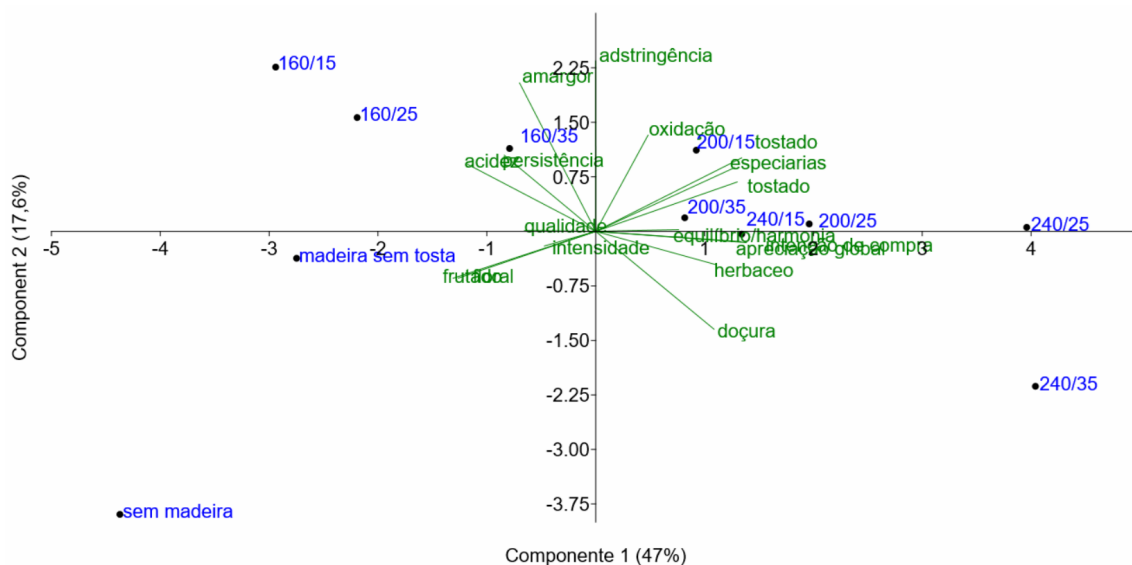
A menor apreciação global do vinho sem madeira (5,778) pode ser atribuída à ausência de complexidade sensorial que o contato com madeira oferece. Além disso, trabalhos como o de Martínez-Gil et al. (2018) destacam que o tempo e a temperatura de tosta alteram a composição fenólica do vinho, o que pode explicar as diferenças observadas entre os tratamentos.

Embora as diferenças entre os tratamentos tenham sido relativamente pequenas, o aumento gradual da apreciação com o incremento da tosta reforça a ideia de que compostos voláteis liberados durante a tosta desempenham um papel central na preferência do consumidor (NAVARRO et al., 2016). Esses compostos incluem aldeídos, lactonas e fenóis voláteis, que intensificam a percepção de aromas doces e tostados.

Os resultados deste estudo corroboram com trabalhos anteriores que mostram que o uso de madeira tostada em vinhos Chardonnay pode aumentar a complexidade gustativa aromática e a aceitação geral pelos consumidores (KANTER et al., 2020). A madeira tostada atua como uma ferramenta sensorial para equilibrar sabores e aromas, criando perfis mais complexos e apreciados. Além disso, a preferência por madeiras com maior intensidade de tosta é consistente com os achados de Del Álamo-Sanza & Nevájar (2006), que observaram maior aceitação de vinhos tratados com madeiras tostadas a altas temperaturas.

A análise de componentes principais (PCA) reduz o número de dimensões em grandes conjuntos de dados para os componentes principais que retêm a maior parte das informações originais. Ela faz isso transformando variáveis potencialmente correlacionadas em um conjunto menor de variáveis, chamadas componentes principais.





6. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a madeira de mogno africano tem um impacto significativo na cor e nos compostos fenólicos do vinho Chardonnay. O aumento da temperatura e do tempo de tosta inicialmente promoveu um aumento na absorvância e no índice de polifenóis totais (IPT), mas após um certo ponto, especialmente em tosta mais altas (200 °C e 240 °C por mais de 25 minutos), houve uma redução desses parâmetros. Isso sugere que a tosta mais intensa pode ter um efeito negativo na preservação de polifenóis, enquanto a tosta moderada (160 °C por 25 minutos)

parece ser a mais eficaz na extração de compostos que contribuem tanto para a cor quanto para os aromas e o sabor do vinho.

Os dados revelam que o contato com madeira de Mogno Africano tem um impacto significativo nos atributos sensoriais do vinho base Chardonnay. A tosta da madeira, especialmente em temperaturas mais altas (200°C e 240°C), tende a alterar de maneira marcante a percepção de atributos como amargor e tostado, ~~sendo que o vinho com tosta moderada (160°C) parece ter gerado um perfil mais equilibrado e harmonioso.~~ A persistência em boca também foi melhorada pela presença da madeira, indicando que o uso de cubos de madeira de Mogno Africano pode ser uma estratégia interessante para melhorar a estrutura do vinho. ~~No entanto, a escolha da temperatura e do tempo de tosta deve ser feita com cautela, pois tostas mais intensas podem resultar em maior percepção de amargor e redução do equilíbrio global.~~

Assim, este estudo reforça a ideia de que o tipo de madeira, o tempo e a temperatura de tosta desempenham um papel crucial na modulação dos atributos sensoriais do vinho. A interação entre os compostos fenólicos da madeira e as características da matriz do vinho é fundamental para a construção do perfil sensorial, sendo que diferentes tipos de tosta podem realçar ou atenuar atributos como amargor, adstringência, persistência e equilíbrio.

~~Os resultados indicam que a madeira de mogno africano tem um impacto significativo na cor e nos compostos fenólicos do vinho Chardonnay. O aumento da temperatura e do tempo de tosta inicialmente promoveu um aumento na absorvância e no índice de polifenóis totais (IPT), mas após um certo ponto, especialmente em tostas mais altas (200 °C e 240 °C por mais de 25 minutos), houve uma redução desses parâmetros. Isso sugere que a tosta mais intensa pode ter um efeito negativo na preservação de polifenóis, enquanto a tosta moderada (160 °C por 25 minutos) parece ser a mais eficaz na extração de compostos que contribuem tanto para a cor quanto para os aromas e o sabor do vinho.~~

Os diferentes níveis de tosta na madeira de mogno influenciam a composição química e sensorial dos vinhos. O mogno africano apresentou características enológicas promissoras, elevando a concentração de polifenóis no vinho sem introduzir sensações gustativas indesejadas dependendo do tipo de tostagem. Além disso, os compostos voláteis transferidos pela madeira ao vinho contribuíram positivamente para aumentar a complexidade aromática.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANÓN, M. E.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; PÉREZ-COELLO, M. S. *Influence of oak wood aging on the sensory properties and phenolic compounds of wines: A review*. Food Research International, v. 110, p. 81-90, 2018.

BARROSO, F. *et al.* **Influência do tempo e temperatura de tosta na composição fenólica de madeiras**. 2017.

BORTOLETTO, L. M.; ALCARDE, P. S. **Análise dos congêneres de cachaças envelhecidas em carvalho e em madeiras brasileiras**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 19, n. 3, p. 305-316, 2013.

BORTOLETTO, L. M.; SILVELLO, S. A.; ALCARDE, P. S. **Perfil aromático de cachaças envelhecidas em madeiras tropicais**. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia*, v. 25, n. 1, p. 45-58, 2021.

BROWN, Leah. *The role of barrel aging in wine: Exploring the influence on flavor and texture*. Wine & News, 2020. Disponível em: <https://www.wineandnews.com/the-role-of-barrel-aging>. Acesso em: 9 dez. 2024.

CAMPOS, M.; OLIVEIRA, L.; ALMEIDA, R. *et al.* **Utilização de madeiras nativas para a valorização sensorial de bebidas no Brasil**. *Revista Brasileira de Ciências Florestais*, v. 24, n. 3, p. 123-145, 2004.

CASTRO, M. *et al.* **Uso de espécies amazônicas para envelhecimento de bebidas destiladas: análises física e química da madeira**. 201.

CASTRO, R. L.; SILVA, A. P. **Efeito da tosta de madeiras sobre o envelhecimento de vinhos: Implicações para a produção de vinhos com características diferenciadas**. *Journal of Wine Research*, v. 48, n. 2, p. 105-118, 2012.

CATÃO, L. A. M.; *et al.* **Impacto de madeiras brasileiras na composição sensorial de destilados: influência da amburana e cerejeira (*Prunus avium*) em cachaças**. *Revista Brasileira de Bebidas e Destilados*, v. 29, n. 3, p. 211-220, 2011.

COLDEA, Teodora Emilia *et al.* **Influence of oak chips and barrel ageing on volatile profile in Chardonnay wine of Romania.** *Applied Sciences*, v. 11, n. 8, p. 3691, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/8/3691>. Acesso em: 9 dez. 2024.

CHATONNET, P.; DUBOURDIEU, D.; BOIDRON, J.-N. **Incidence of enological parameters on the composition of volatile compounds extracted from French oak wood (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Liebl.) and its possible effect on wine.** *American Journal of Enology and Viticulture*, 1994.

CHEMICAL ENTITIES OF BIOLOGICAL INTEREST (ChEBI). ***Chemical Entities of Biological Interest (ChEBI)***. Disponível em: <https://www.ebi.ac.uk/chebi/>. Acesso em: 11 out. 2024.

DATA COLO. ***Diagrama das coordenadas colorimétricas Lab de acordo com o CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)****. Disponível em: <https://www.datacolo.com>. Acesso em: 3 dez. 2024.

DEL ÁLAMO-SANZA, M.; NEVAJAR, C. **Effect of toasting intensity on the volatile compounds released from French oak chips.** *International Journal of Food Science & Technology*, 2006.

DEL GADO, V. **A study on the effects of different kinds of wood on a white wine with no contact with lees.** 2018.

DEL GALDO, J. L.; ROMERO, M.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A.; *et al.* ***Effect of oak wood aging on the phenolic content and sensory properties of wines.*** *Food Chemistry*, v. 271, p. 339-347, 2019.

DELIA, J.; JORDÃO, A. M.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. ***Wood influence on wine sensory properties: Extraction of phenolic compounds.*** *Journal of Wine Research*, v. 28, n. 1, p. 55-64, 2017.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. **Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 18, n. 3, p. 115-122, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000300014>. Acesso em: 11 nov. 2024.

DIVVINO. Fotografia: imagem ilustrativa de uvas Chardonnay. Disponível em: <https://www.divvino.com.br/blog/chardonnay-uva>. Acesso em: 25 dez. 2024.

EATON, E. *et al.* **Quercus robur and Quercus petraea in Europe: distribution, habitat, usage and threats.** In: SAN-MIGUEL-AYANZ, J. *et al.* (Eds.). *European Atlas of Forest Tree Species.* Luxembourg: Publ. Off. EU, 2016.

EPAMIG. Pesquisa avalia uso de madeiras brasileiras para envelhecimento de vinho.
Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/pesquisa-avalia-uso-de-madeiras-brasileiras-para-envelhecimento-de-vinho_427380.html. Acesso em: 22 dez. 2024.

ESTEVES, B. M., & Pereira, H. **Wood modification by heat treatment: A review.** *BioResources*, 4(1), 370-404. DOI: 10.15376/biores.4.1.370-404, 2009.

FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B. *et al.* **Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (Quercus pyrenaica and Quercus petraea): effect of botanical species and toasting process.** *Journal of Wood Science*, v. 52, p. 514-521, 2006.

FERREIRA, S. L.; PEREIRA, E. L.; SILVA, J. M. **Impacto do envelhecimento em madeira sobre os compostos fenólicos do vinho tinto.** *Revista de Enologia e Bebidas Alcoólicas*, v. 15, n. 2, p. 120-133, 2019.

FULCRAND, H.; *et al.* **Structure and properties of wine pigments and tannins.** *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 47, n. 4, p. 472-481, 1996.

FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. de. **Comportamento da madeira a temperaturas elevadas.** *Ambiente Construído*, v. 9, n. 4, p. 157-174, out./dez. 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/9547/7050>. Acesso em: 7 nov. 2024.

GAMBUTI, A.; SANTONICO, M.; LEONE, A.; *et al.* **Evolution of phenolic and volatile compounds during aging in oak wood of red wines treated with ultrasound.** *Food Chemistry*, 2019.

GATTI, M. G.; ALMEIDA, P. R.; SILVA, M. D. **Efeito da tosta de madeiras alternativas no perfil aromático e fenólico do vinho tinto.** *Journal of Wine Research*, v. 28, p. 75-83, 2015.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, E. **Viticultura e Enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros.** Bento Gonçalves: IFRS, 2009.

GIOVANNINI, P.; MANFROI, C. **Aromas e compostos voláteis do vinho: influência da madeira e do envelhecimento.** *Revista Brasileira de Enologia*, v. 21, n. 3, p. 145-156, 2009.

JACKSON, R. S.; SCHUSTER, R. M. **Wine Science: Principles and Applications**. 4. ed. Oxford: Elsevier, 2014.

JACKISCH, L. *et al.* **Wine Chemistry and Biochemistry: Advances and Perspectives**. Springer, 2014.

JACKISCH, *et al.*, **Compostos fenólicos e suas implicações na vinificação**. *Journal of Wine Research*, v. 45, n. 3, p. 149-161, 2014. Disponível em: <https://www.journalofwinereseach.com/articles/compostos-fenolicos-vinicultura>. Acesso em: 16 dez. 2024.

~~JORDAO, A. M. *et al.* **Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (Quercus pyrenaica and Quercus petraea): effect of botanical species and toasting process**. *Journal of Wood Science*, v. 52, p. 514-521, 2006.~~

KENNEDY, J. A. *et al.* **Taninos e astringência no vinho**. *Food Science & Technology International*, v. 6, n. 5, p. 331-337, 2000.

~~LIMA, G. P. **Sustentabilidade na vitivinicultura: práticas e tendências para um futuro mais verde**. Editora Universitária, 2023.~~

Lima, L. P.; Costa, M. S.; Silva, R. T. **Influência das madeiras brasileiras no envelhecimento de cachaças e destilados**. *Journal of Food Science*, v. 82, n. 3, p. 456-465, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13616>.

LÓPEZ-ROCA, J. M. *et al.* **Effect of oak barrel aging on the composition and sensory attributes of wine**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 67, n. 1, p. 65-75, 2019.

IBRAVIN. **Setor vitivinícola brasileiro: relatório anual 2021**. Bento Gonçalves: Instituto Brasileiro do Vinho, 2022. Disponível em: <https://www.ibravin.org.br>. Acesso em: 25 dez. 2024.

MARTÍNEZ-GIL, A. M.; GARCÍA-ESTÉVEZ, I.; *et al.* **Effect of the maceration process on aroma perception in white wines**. *Food Chemistry*, 2018.

MOTTA, L. M.; SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. T. **Influência do tratamento térmico da madeira nas características sensoriais do vinho**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 37, n. 2, p. 320-327, 2017.

MORRISON, R. B. *et al.* **Impact of oak maturation on wine quality: A review**. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v. 21, n. 4, p. 602-612, 2015.

NAVARRO, M.; ZAFRILLA, P.; *et al.* **Volatile compounds as aroma markers in wines aged with oak chips.** *European Food Research and Technology*, 2016.

NOBLE, C.; BUECHLER, R. E.; THOMPSON, M. **Influence of oak on the aroma of wine.** *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 38, n. 3, p. 197-202, 1987.

[OLIVEIRA, Fábio. **Madeiras tropicais e seus usos comerciais.** São Paulo: Editora Ambiental, 2020.](#)

OIV – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DA VINHA E DO VINHO. **Normas para a utilização de madeira de carvalho na vinificação.** Paris, 2024.

PEREIRA, H.; SIMOES, R. **Wood Science and Technology in Winemaking: The Influence of Oak Barrels on Wine Quality.** In: WINE CHEMISTRY AND BIOCHEMISTRY. New York: Springer, 2019. p. 341-369.

PEREIRA, H. **Sustainable Wood and Forestry Products in the Wine Industry.** New York: Springer, 2017.

PEREIRA, H. M.; FIGUEIREDO, C. **Wood species used in wine aging and their effect on flavor profiles: A review of global practices.** *International Journal of Wine Research*, v. 12, p. 1-12, 2021.

PÉREZ-PRIETO, L.; LÓPEZ-ROCA, J. M.; GÓMEZ-PLAZA, E. **Differences in major volatile compounds of red wines according to storage length in oak barrels.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002.

PEREIRA, A. M. *et al.* **Avaliação química e sensorial de cachaças envelhecidas em diferentes madeiras nativas e carvalho francês.** *Research, Society and Development*, v. 13, n. 8, e11213846631, 2024. DOI: [10.33448/rsd-v13i8.46631](https://doi.org/10.33448/rsd-v13i8.46631). Acesso em: 2 nov. 2024.

PROTAS, J. F. S. *et al.* **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. (Artigo Técnico).

REIS, C. A. F. *et al.* **Mogno-africano (Khaya spp.): Atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2019.

RIBÉREAU-GAYON, P. *et al.* **Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications.** Chichester: John Wiley & Sons, 2006.

RIZZON, Luiz A. **Determinação do índice de polifenóis totais em vinhos.** 2010.

RODRÍGUEZ-MORENO, M.; *et al.* **Phenolic compounds and their role in wine maturation.** *Journal of Wine Research*, v. 43, n. 2, p. 115-130, 2020.

SANTOS, João. **Madeiras nobres e suas aplicações na indústria.** Rio de Janeiro: Editora Eco, 2018.

SCOLLARY, R. **The role of phenolic compounds in wine aging and stability.** *Wine Chemistry and Biochemistry*, v. 1, p. 121-140, 2010.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. *Florestas do Brasil: Dados e estatísticas. Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF)*, 2024. Disponível em: <https://publicacoes-snif.florestal.gov.br/florestasdobrasil/pt/>. Acesso em: 14 out. 2024.

SILVA, A. P. *et al.* **Taninos, ácidos fenólicos e lactonas em madeiras brasileiras no envelhecimento de bebidas.** *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia*. 2019.

SISDEVIN. **Produção vitivinícola no Rio Grande do Sul em 2022.** *Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural*, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br>. Acesso em: 12 out. 2024.

SOCERJ. **Champanhe, o estilo borbulhante de viver.** 2024. Disponível em: <https://socerj.org.br/champanhe-o-estilo-borbulhante-de-viver/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

STONE, H. *et al.* **Sensory evaluation techniques.** 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1974.

UOL. **Mogno africano: característica e uso na indústria.** *UOL*, 2024. Disponível em: <https://www.uol.com.br>. Acesso em: 1 dez. 2024.

UVIBRA. **O mercado de vinhos e espumantes no Brasil: desafios e crescimento.** *União Brasileira de Vitivinicultura*, 2008. Disponível em: <https://www.uvibra.com.br>. Acesso em: 16 nov. 2024.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. L. **Phenolic compounds and their effects on human health.** In: *Phenolic compounds in food and health*. Dordrecht: Springer, 2006. p. 235-255.

VINHOS LE BLOIS. **A invenção do espumante na Inglaterra: pioneiros na produção de vinhos efervescentes.** 2024. Disponível em: <https://vinhosleblois.blog.br/a-invencao-do-espumante-na-inglaterra-pioneiros-na-producao-de-vinhos-efervescentes/>. Acesso em: 25 dez. 2024.

VINÍCOLA GUASPARI. **Como a barrica de carvalho influencia na qualidade do vinho?** 2023. Disponível em: <https://www.vinicolaguaspari.com.br/revista/como-a-barrica-de-carvalho-influencia-na-qualidade-do-vinho/>. Acesso em: 21 dez. 2024.

~~VIVAS, Antônio. **A influência da tosta da madeira no envelhecimento de bebidas alcoólicas.** 1998.~~

VIVAS, N.; SILVA, J. R.; FERREIRA, L. M. **Utilização de madeiras alternativas na enologia: potencialidades e perspectivas.** *Revista Brasileira de Enologia*, v. 35, n. 2, p. 123-140, 2022.

VIVAI RAUSCEDO. **Site oficial.** Disponível em: <https://www.vivairauscedo.com/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

WATERHOUSE, Andrew L.; SACKS, Gavin L.; JEFFERY, David W. *Understanding Wine Chemistry*. 2. ed. 2024. 560 p. Wiley-VCH. ISBN 978-1-119-89407-0.

WRI BRASIL. **Silvicultura de nativas: O que é, tipos, retornos ambientais e econômicos.** 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/silvicultura-de-nativas-reflorestamento-pode-trazer-retornos-ambientais-e-economicos>. Acesso em: 19 dez. 2024.

8. ANEXOS

I. Parecer do Comitê de Ética



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o (a) Sr. (a) a participar da Pesquisa "Uso de mogno africano como alternativa ao carvalho em vinhos base espumante, sob a responsabilidade do pesquisador **Valter Fabro Bianchi** que pretende avaliar as características físico-químicas e sensoriais de vinhos resultantes do contato com cubos de mogno africano tratados com diferentes tempos e temperaturas de tosta. Sua participação é voluntária e se dará por meio de análise descritiva quantitativa (ADQ).

Este projeto que faz parte de um projeto maior denominado "Inovação no Desenvolvimento de Produtos Derivados da Uva e do Vinho: Explorando Oportunidades no Mercado Enológico foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) sob o número: 6.968.994. O risco decorrente de sua participação na pesquisa é alergia e caso haja qualquer tipo de reação, você será encaminhado ao setor de enfermagem do IFRS Bento Gonçalves para atendimento.

Se o/a Sr (a) aceitar participar, as respostas obtidas por esta pesquisa poderão contribuir para o avanço do conhecimento científico na área de produtos derivados da uva e do vinho, fornecendo informações valiosas que podem ser utilizadas para avaliar a aceitação, a preferência e a qualidade do vinho desenvolvido com a madeira mogno africano. Sua participação na pesquisa trará também a oportunidade de você experimentar uma variedade de produtos derivados da uva e do vinho, o que pode proporcionar uma experiência sensorial enriquecedora, estimulando os sentidos do olfato, paladar e visão.

Se depois de consentir a sua participação o (a) Sr. (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.

O Sr. (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração referente a esta pesquisa. Entretanto, caso o (a) Sr. (a) tenha alguma despesa decorrente desta pesquisa, será totalmente ressarcido/a pelo pesquisador/a responsável. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a sua identidade não será divulgada, uma vez que será guardada em sigilo. Para qualquer outra informação, o (a) Sr. (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no seguinte telefone **(48) 996625868** ou e-mail **fabrobianchi.valter@spes.uniud.it** ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul na Rua General Osório, 348, sala 303, Centro. CEP 95700-086, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, pelo telefone (54)3449-3340. O e-mail do CEP/IFRS é: **cepesquisa@ifrs.edu.br**.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador está avaliando e por que precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar da pesquisa. Este documento é emitido em duas vias originais, as quais serão assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Assinatura do/da participante da pesquisa

Assinatura do Pesquisador responsável

Data: 18/ 11/ 2024

II. Ficha da análise sensorial

Análise Sensorial Vinho Branco – Madeira com diferentes tostas – AB

Orientações:

- Prove as amostras da esquerda para a direita, preencha o código de avaliação para cada uma, e complete a ficha com as notas de 0 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), conforme a sua avaliação para os descritores.
- De acordo com o seu paladar, preencha a intenção de compra de 0 (certamente não compraria) a 9 (certamente compraria).
- Após provar todas elas, preencha a ordenação com os códigos das amostras, de acordo com a sua percepção da mais preferida (1) e a menos preferida (5).

Código de Amostra:	_____	_____	_____	_____	_____
1. Análise Visual					
Intensidade de cor	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Limpidez	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
2. Aromas					
Herbáceo/ verde	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Frutado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Floral	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Tostado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Especiarias	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Oxidação	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Intensidade	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Qualidade	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
3. Gosto					
Doçura	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Amargor	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Acidez	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Tostado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Adstringência	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Equilíbrio/ harmonia	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Persistência	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
4. Avaliação global					
Intenção de compra	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]

Código de Amostra:	_____	_____	_____	_____	_____
1. Análise Visual					
Intensidade de cor	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Limpidez	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
2. Aromas					
Herbáceo/ verde	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Frutado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Floral	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Tostado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Especiarias	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Oxidação	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Intensidade	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Qualidade	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
3. Gosto					
Doçura	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Amargor	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Acidez	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Tostado	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Adstringência	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Equilíbrio/ harmonia	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
Persistência	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
4. Avaliação global					
Intenção de compra	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]