

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS
UNIDADE FRUTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

DETERMINAÇÃO DO PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E
SENSORIAL DOS VINHOS DO SUL DE MINAS GERAIS:
UMA RELAÇÃO COM FATORES AMBIENTAIS

Matheus Felipe De Oliveira Silva
Tecnólogo em alimentos

FRUTAL-MG
2023

MATHEUS FELIPE DE OLIVEIRA SILVA

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E
SENSORIAL DOS VINHOS DO SUL DE MINAS GERAIS:
UMA RELAÇÃO COM FATORES AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos

**FRUTAL-MG
2023**

Silva, Matheus Felipe de Oliveira.

Determinação do perfil físico-químico e sensorial dos
vinhos do Sul de Minas Gerais: uma relação com fatores ambientais/
Matheus Felipe de Oliveira Silva. – Frutal :
UEMG, 2023.

76 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de
Minas Gerais, 2023.

Orientador: Maurício Bonatto Machado de Castilhos.

Bibliografia.

1. Análise sensorial. 2. Condições ambientais. 3.
Terroir. 4. Propriedades físico-químicas. 5. Vinho
tinto. Sensorial. Universidade do Estado de Minas
Gerais. II. Título.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

MATHEUS FELIPE DE OLIVEIRA SILVA

DETERMINAÇÃO DO PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DOS VINHOS DO SUL DE MINAS GERAIS: UMA RELAÇÃO COM O AMBIENTE.

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Minas Gerais, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, na área de concentração Ciências Ambientais, Linha de Pesquisa Tecnologia, Ambiente e Sociedade, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 25 de julho de 2023

Frutal, 25 de julho de 2023

Prof^ª. Dr^ª. Mariana Dâmaris de Oliveira - SENAI - Marília-SP

Prof^ª. Dr^ª. Iasnaia Maria de Carvalho Tavares -UESB- BA

PROF. DR. MAURÍCIO BONATTO MACHADO DE CASTILHOS

ORIENTADOR



Documento assinado eletronicamente por **Maurício Bonatto Machado de Castilhos, Professor de Educação Superior**, em 27/07/2023, às 14:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Iasnaia Maria de Carvalho Tavares, Usuário Externo**, em 31/07/2023, às 21:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Dâmaris de Oliveira, Usuário Externo**, em 15/09/2023, às 10:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **70041016** e o código CRC **DAC08C15**.

Referência: Processo nº 2350.01.0011010/2022-46

SEI nº 70041016

Dedico este trabalho à pessoa qual, sempre será meu exemplo de superação, amor, força e testemunha de fé. A mulher dos olhos verdes como mar, semblante de ternura e alegria, abraço de paz: Minha Avó materna, Luzia Silva (*In Memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Maria Santíssima por me guiar pela ação do Espírito Santo neste caminho de tantos desafios e que, hoje, realizo plenamente com a certeza de que me direcionou para o caminho certo e vejo a ação divina em tudo;

Ao orientador Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos pela confiança transmitida e incentivo para o crescimento profissional, mostrando assim novos horizontes, por todos os ensinamentos e compartilhando grandes conhecimentos acadêmicos;

À Profª Drª Osania Emerenciano Ferreira pelo auxílio desde princípio e tamanha energia de motivação e encorajamento neste caminho árduo;

Ao Prof. Dr. Rodrigo Millan, pela confiança, paciência e todo conhecimento em aulas no estágio de docência, obtendo assim sabedoria no campo profissional de ensino superior;

Ao Prof. Dr. Eduardo Martins da Silva, por todo o incentivo para seguir a evolução acadêmica e sabedoria para reconhecer o potencial profissional;

À Profª Drª Daniela Peres Miguel, gratidão pela amizade, conselhos, e me lembro sempre de suas “palavras”, nesta atualidade vivenciada agora, em ter a competência de ser este profissional acadêmico.

À minha amiga-irmã Lorena Carvalho de Oliveira, parceira na formação acadêmica em tecnologia de alimentos, muito obrigado por todo incentivo, força, acolhimento e motivação;

Ao meus queridos pais, Sônia Maria de Oliveira Rosa e Wagner José da Silva, sou eternamente grato a vocês, e tenho um grande orgulho em ser fruto dessa união; por toda educação administrada, por bons olhos mediante lutas e empenho, sabedorias alicerçadas e grandes conselhos sobre estudos e vida, mas principalmente, sempre transpassando grande confiança no meu potencial e respeitado meus pensamentos, desejos e evoluções;

Agradeço a todos que acompanharam perto ou distante nesta trajetória, convicto em saber o potencial e empenho para alcançar o objetivo maior;

A todos aqueles que não acreditaram no verdadeiro potencial, e logo já criticam mediante algum modo em pensamentos atos ou omissões, saiba que suas críticas foram construtivas, pois é com elas que construí meu maior alicerce: o “conhecimento” o qual ninguém me retira;

Grato a todos, até as pedras lançadas, me fortaleceram e me fez tornar um novo homem, o qual posso sempre lutar e vivenciar novos horizontes.

RESUMO

A região do sul do estado de Minas Gerais é considerada importante centro de produção vinícola do Brasil, no entanto, o vinho produzido ainda carece de identidade regional. É sabido que os fatores ambientais influenciam nos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos vinhos, consequentemente, em uma maior aceitação por parte dos consumidores. O objetivo deste trabalho foi estudar o perfil físico-químico dos vinhos tintos e brancos finos do tipo seco provenientes das cultivares *Syrah* e *Sauvignon Blanc*, pertencentes à safra de 2021, elaboradas nas vinícolas localizadas no Sul de Minas Gerais, localizadas nas cidades de: Três Pontas/MG, Três Corações/MG, São Gonçalo do Sapucaí /MG, Serra da Mantiqueira/MG. Os resultados mostraram diferenças significativas em todas as propriedades físico-químicas. Os resultados obtidos mostraram que os fatores ambientais como amplitude térmica e altitude influenciaram nos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos vinhos estudados, mostrando que o ambiente é um fator que se relaciona de forma direta com a qualidade do vinho produzido. Em sua maioria, os vinhos foram classificados como finos, secos, meio secos e seguros para o consumo, não apresentando indícios de contaminação acética (acidez volátil média inferior a 20 mEq/L). O teor de fenólicos totais se destacou expressivamente para as duas cultivares, explicado pelas condições ambientais de elevadas temperaturas, baixa amplitude térmica e alta incidência solar na região produtora. Os índices de cor mostraram que os vinhos se diferenciaram de forma significativa entre as vinícolas. No cultivar *Syrah*, duas vinícolas apresentaram maior luminosidade e tonalidade resultando em coloração tinta expressiva. A coordenada a^* e *chroma* confirmaram vermelho intenso promovendo uma maior saturação. Para ângulo de tonalidade e coordenada b^* , o vinho Primeira Estrada obteve maiores valores resultando em maior tonalidade de cor amarela, com expressiva tonalidade vermelha. No aspecto sensorial, para a cultivar *Syrah*, apenas uma amostra obteve maior escore para cor vermelha e destaque para o aroma vegetal, corpo. Os vinhos Maria Maria (MM) apresentaram maior aroma frutado e sabor amadeirado. Os vinhos Davo (DV) obtiveram maiores escores para aroma amadeirado com destaque para gosto doce. Os vinhos Primeira Estrada e Mar de Morros da cultivar *Syrah* foram os que apresentaram maior aceitação sensorial. Somente dois atributos descritivos apresentaram diferenças significativas para o vinho *Sauvignon Blanc*, mostrando maior escore de cor amarela para o vinho Davo e maior escore de gosto ácido para o vinho Maria Maria. Não houve diferenças significativas no escores de aceitação sensorial para estes vinhos. De maneira geral, todos os vinhos apresentaram destaque, contudo, os vinhos Primeira Estrada e Mar de Morros da cultivar *Syrah* apresentaram maior aceitação sensorial em relação aos vinhos *Sauvignon Blanc*.

Palavras-Chave: Fatores ambientais. Propriedades físico-químicas. Propriedade sensorial. *Terroir*. Vinho tinto.

DETERMINATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORY PROFILE OF WINES FROM SOUTHERN MINAS GERAIS: A RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS

ABSTRACT

The southern region of the state of Minas Gerais is considered an important center of wine production in Brazil, however, the wine produced still lacks regional identity. It is known that environmental factors influence the physical-chemical and sensory parameters of wines, consequently, greater acceptance by consumers. The objective of this work was to study the physical-chemical profile of dry red and fine white wines from the Syrah and Sauvignon Blanc cultivars, belonging to the 2021 harvest, made in wineries located in the south of Minas Gerais, located in the cities of: Três Pontas/MG, Três Corações/MG, São Gonçalo do Sapucaí/MG, Serra da Mantiqueira/MG. The results showed significant differences in all physicochemical properties. The results obtained showed that environmental factors such as temperature range and altitude influenced the physical-chemical and sensory parameters of the wines studied, showing that the environment is a factor that is directly related to the quality of the wine produced. Most of the wines were classified as fine, dry, semi-dry and safe for consumption, showing no signs of acetic contamination (average volatile acidity below 20 mEq/L). The total phenolic content stood out significantly for both cultivars, explained by the environmental conditions of high temperatures, low thermal amplitude and high solar incidence in the producing region. The color indices showed that the wines differed significantly between the wineries. In the Syrah cultivar, two wineries showed greater luminosity and tone resulting in expressive red color. The a^* and chroma coordinate confirmed intense red, promoting greater saturation. For tone angle and b^* coordinate, Primeira Estrada wine obtained higher values resulting in a greater yellow color tone, with an expressive red tone. In the sensorial aspect, for the Syrah cultivar, only one sample obtained a higher score for red color and emphasis on the vegetal aroma and body. Maria Maria (MM) wines had a greater fruity aroma and woody flavor. Davo wines (DV) obtained higher scores for woody aroma with an emphasis on sweet taste. The Primeira Estrada and Mar de Morros wines from the Syrah cultivar were those that showed the greatest sensory acceptance. Only two descriptive attributes showed significant differences for Sauvignon Blanc wine, showing a higher yellow color score for Davo wine and a higher acid taste score for Maria Maria wine. There were no significant differences in the sensory acceptance scores for these wines. In general, all wines stood out, however, Primeira Estrada and Mar de Morros wines from the Syrah cultivar showed greater sensory acceptance compared to Sauvignon Blanc wines.

Keywords: Environmental conditions. Physicochemical properties. Sensory analysis. *Terroir*. Red wine.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Dados de produção e regiões produtoras no Brasil e no mundo.....	17
3.2 Região Sul de Minas Gerais: potencial como produtora de vinhos.....	19
3.3 O processo de vinificação em tinto.....	20
3.4 O processo de vinificação em branco.....	24
3.5 Aspectos químicos do vinho.....	28
3.6 Aspectos sensoriais do vinho.....	30
3.7 Efeito do território sobre a qualidade do vinho.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1 Amostras de vinhos.....	36
4.2 Dados edafoclimáticos e de produção.....	36
4.3 Determinação das propriedades físico-químicas.....	36
4.4 Análise sensorial.....	37
4.5 Análise estatística.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1 Análises físico-químicas.....	39
5.2 Análises físico-químicas do vinho Sauvignon Blanc.....	43
5.3 Parâmetros ambientais.....	46
5.4 Análise sensorial vinho tinto.....	53
5.5 Análise sensorial vinho branco.....	55
5.6 Relação entre parâmetros físico-químicos e sensoriais.....	57
6 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
APÊNDICES.....	69
ANEXOS.....	72

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

— DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DETERMINAÇÃO DO PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DOS VINHOS DO SUL DE MINAS GERAIS - UMA RELAÇÃO COM O AMBIENTE
Pesquisador Responsável: Maurício Bonatto Machado de Castilhos
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 68099623.7.0000.5112
Submetido em: 20/03/2023
Instituição Proponente: Unidade UEMG: Campus Frutal
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2107071

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Fluxograma do processo de vinificação.....	21
Figura 2 – Fluxograma geral da vinificação do vinho branco.....	25
Figura 3 – Análise de Componentes Principais dos vinhos Syrah em relação aos parâmetros físico-químicos.....	49
Figura 4 – Análise de Componentes Principais dos vinhos Sauvignon Blanc em relação aos parâmetros físico-químicos.....	52
Figura 5 – Análise de Componentes Principais dos parâmetros físico-químicos em relação aos atributos sensoriais descritivos e de aceitação do vinho Syrah.....	58
Figura 6 – Análise de Componentes Principais dos parâmetros físico-químicos em relação aos atributos sensoriais descritivos e de aceitação do vinho Sauvignon Blanc.....	60

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Resultados das propriedades físico-químicas dos vinhos tintos da cultivar Syrah.....	40
Tabela 2 – Resultados das propriedades físico-químicas dos vinhos tintos da cultivar Sauvignon Blanc.....	45
Tabela 3 – Média±desvio padrão dos fatores ambientais levantados no estudo para cada região avaliada.....	48
Tabela 4 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais descritivas dos vinhos tintos.....	54
Tabela 5 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos tintos.....	55
Tabela 6 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais descritivas dos vinhos brancos.....	56
Tabela 7 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos brancos.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

FAO/STAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations

IBRAVIN: Instituto Brasileiro do Vinho.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OIV: International Organization of Vine and Wine

BE: Bárbara Eliodora

DV: Davo

MM: Maria Maria

MRMR: Mar de Morros

PE: Primeira Estrada

1. INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida muito apreciada no mundo, pois a riqueza de informações acerca dos benefícios do seu consumo moderado e diário é notável tanto pelo seu teor alcoólico como pela presença de inúmeros compostos fenólicos que apresentam elevada capacidade antioxidante, propriedade benéfica para o consumidor, já que estes compostos combatem radicais livres.

Para uma excelente elaboração do vinho, as uvas devem apresentar maturação e condições sanitárias ideais, além de haver controle específico da fermentação alcoólica em termos de temperatura e tempo. Tecnicamente, o vinho pode ser elaborado a partir de qualquer uva, mas para a maioria dos casos, ele é produzido com uvas viníferas; sendo diferentes das uvas de mesa, por apresentarem menor tamanho, e apresentarem maior rusticidade e resistência a doenças microbianas da videira, além de evidenciar sabor mais frutado.

Observando o panorama mundial, os vinhos produzidos nas mais distintas regiões apresentam diversidades de composições, tipos e estilos, sendo comparáveis em termos de região de produção correlacionados aos seus fatores ambientais, já que cada vinho expressa as suas características e o potencial de uma determinada zona de produção, apresentando uma identidade regional, consolidada através da composição físico-química e das características sensoriais. O clima é o elemento chave dessa diversidade, com a viticultura localizada em climas temperados, subtropicais e tropicais.

O Brasil apresenta grande diversidade de condições naturais nas diferentes regiões vitícolas produtoras de uvas destinadas à elaboração de vinhos. Em Minas Gerais, a vitivinicultura concentra-se na região sul do Estado e, nesses locais, assim como na maioria das regiões vitivinícolas do país, o período da colheita ocorre nos meses de janeiro, fevereiro e março com uvas de colheita tardia e, adicionalmente, com colheitas em número menor de uvas nos períodos de entressafra. As cultivares provenientes dos vinhos formulados nestas regiões basicamente são a Syrah e a Sauvignon Blanc, apresentando boa adaptação para o seu cultivo aos meses de janeiro a julho, obtendo assim sua colheita no período seco.

É com grande importância que os fatores ambientais influenciam na maior produtividade das videiras e na maior qualidade do vinho produzido. Dentre os principais fatores ambientais destacam-se: latitude, amplitude térmica, pluviosidade, temperatura máxima e mínima do período, altitude, composição do solo, dentre outros que podem ser considerados “Indicadores”. Estes indicadores ambientais influenciam diretamente o perfil químico e

sensorial dos vinhos, apresentando diferenças entre as regiões produtoras considerando o vinho elaborado com a mesma cultivar.

Sendo assim, este trabalho apresenta evidências científicas sobre o panorama geográfico das vinícolas no Sul de Minas Gerais e a influência da região demarcada como produtora de uvas e vinhos nos perfis químico e sensorial das bebidas. A ideia central do projeto está no fato de verificar as variações de vinhos produzidos com cultivares semelhantes por diferentes vinícolas situadas em diferentes regiões e identificar perfis químicos e sensoriais que possam direcionar a identidade regional desses vinhos a fim de caracterizá-los de acordo com a região produtora.

Neste trabalho, o leitor irá encontrar informações sobre o vinho produzido na região sul do estado de Minas Gerais, sua composição química e seu perfil sensorial, correlacionando-os aos fatores ambientais da região do sul do estado. Essa região vem se destacando no panorama de produção de uvas e vinhos no Brasil, sendo considerada uma região emergente e com potencial na produção vitivinícola.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho foi determinar o perfil físico-químico e sensorial de vinhos produzidos por vinícolas localizadas em diferentes regiões do Sul do estado de Minas Gerais com a finalidade de correlacionar estes perfis com parâmetros ambientais, a fim de promover uma identidade regional.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar o perfil físico-químico dos vinhos produzidos por diferentes vinícolas localizadas no Sul de Minas Gerais;
- Determinar o perfil sensorial descritivo e de aceitação dos vinhos analisados no estudo;
- Determinar parâmetros ambientais relevantes da região de cultivo das uvas no Sul de Minas Gerais;
- Estabelecer correlações entre os dados físico-químicos, sensoriais e ambientais, caracterizando um estudo cienciométrico que proporcionará uma identidade regional às bebidas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

As uvas contêm inúmeros diferenciais provenientes de espécies, podendo ser comparadas pela sua tonalidade, sendo direcionadas para a produção de vinho branco ou tinto. Estes compostos são passados das uvas ao vinho por um processo denominado vinificação. Na degustação de diversos vinhos, encontra-se uma variedade de aromas e sabores que podem encantar ou frustrar o paladar. Este fenômeno se deve a cerca de mais de 500 substâncias químicas naturais, dentre álcoois, açúcares, ácidos e outros compostos, que sofrem uma infinidade de combinações diferentes, produzindo sensações diferenciadas ao consumidor e apreciador da bebida (Rizzon *et al.*, 2009).

Durante a vinificação as uvas frescas que são esmagadas para a liberação do mosto que, por sua vez, sofre a ação de leveduras, que metabolizam os açúcares da fruta, formando, a partir deles, álcool etílico e gás carbônico, bioprodutos do processo fermentativo, e inúmeras outras substâncias que são obtidas através deste processo (Guerra *et al.*, 2021).

A questão ambiental é de grande importância para determinar a qualidade dos vinhos produzidos, visto que as características que o ambiente de cultivo apresenta podem direcionar a identidade do vinho produzido nestas regiões. Assim, a determinação dessas propriedades possibilita a identificação da qualidade das bebidas como resultado do controle efetivo das etapas de vinificação, permitindo a verificação da aptidão comercial das bebidas (Castilhos; Del Bianchi, 2011).

O presente estudo científico proveniente das metodologias empregadas por métodos físico-químicos e sensoriais promoveu resultados importantes que serviram de base para a correlação com dados geográficos, enaltecendo as diferenças das cultivares analisadas de acordo com o local produzido. Quando se refere à qualidade do vinho, é possível relacionar as características do solo, as quais podem gerar videiras vigorosas ricas em nutrientes para resultar em uvas de ótima qualidade, obtendo vinhos mais complexos e estruturados para envelhecimento, ou mais simples para ser consumido jovem (Regina *et al.*, 2011).

Neste estudo quando se observa os vinhos das demais regiões, como os produzidos no interior do estado de São Paulo, ainda há carência de uma identidade regional através da análise dos perfis químico e sensorial, sendo está embasada pelos dados edafoclimáticos da região produtora. Por este fato, considera-se importante o estudo da relação dos fatores ambientais de cada região produtora com o perfil químico e sensorial dos vinhos produzidos, a fim de

consolidar um perfil de identidade para cada uma das bebidas avaliadas, melhorando o seu posicionamento no mercado (Alañón; Pérez-Coello; Marina, 2015).

Segundo trabalhos citados por Kallitrhaka *et al.* (2009), embora no vinho branco o armazenamento em garrafa possa contribuir para defeitos tecnológicos, como alterações na cor (escurecimento) e eventual deterioração da qualidade global, no vinho tinto, ao contrário, a mudança na coloração devido ao processo de estabilização pode ser importante para melhorias na sua qualidade.

Essas mudanças químicas e sensoriais podem estar vinculadas a variações no processo tecnológico empregado, assim como na própria matéria-prima cultivada em regiões com características edafoclimáticas específicas; sendo assim, faz-se importante a pesquisa científica nesta temática a fim de analisar os indicadores para definir uma identidade regional aos vinhos produzidos por cada microrregião analisada.

O estudo da vitivinicultura praticada em zonas de clima tropical é praticamente inexistente na bibliografia. Assim, sabe-se muito sobre a fisiologia da videira cultivada na vitivinicultura tradicional das regiões de clima temperado, mas por outro lado, a ciência e suas descobertas ainda têm muito para desvendar sobre a fisiologia da videira nas regiões tropicais e sobre os vinhos produzidos por elas (Perreira *et al.*, 2020).

Com base nas informações citadas, o presente trabalho traz informações sobre os parâmetros ambientais da região Sul de Minas Gerais e sua influência nos perfis físico-químico e sensorial dos vinhos produzidos na região, trazendo resultados que são considerados o primeiro passo para a consolidação de uma identidade regional, promovendo maior visibilidade para o produtor no mercado nacional e internacional.

3.1. Dados de produção e regiões produtoras no Brasil e no mundo

Segundo a Organização Internacional de Vinha e Vinho, o Brasil está entre os principais países produtores de vinho, com marca de 3,2 milhões de litros por hectare (mhL) na produção de 2022, além de ocupar a 15ª posição no ranking de principais países consumidores de vinho em 2020, com 3,6 mhL (OIV, 2023).

Se levarmos em consideração toda a União Europeia, este número chega a 63% da quantidade de vinhos elaborados em todo o mundo. Estima-se que o vinho seja consumido em

200 países. O panorama de produção vinícola mundial mudou em décadas recentes devido às mudanças de hábito de alguns consumidores e às mudanças climáticas que promoveram a ascensão de áreas de produção emergentes e mercados consumidores que estão ganhando espaço (Alañón; Pérez-Coello; Marina, 2015).

A produção nacional de vinhos está espalhada por cerca de dez estados. No entanto, a produção comercial está concentrada principalmente nos estados das regiões Sul (principal), Sudeste e Nordeste, com destaque para a cidade de Bento Gonçalves, que representa aproximadamente 54,5% da produção, enquanto o estado do Rio Grande do Sul responde por cerca de 90% da produção total. Outras regiões de importância na produção de vinhos são o Vale do Submédio do rio São Francisco, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais, sendo classificadas como regiões emergentes (Da silva; Lago-Vanzela; Baffi, 2015).

Segundo Pereira (2020), o Brasil é um dos países com maior diversidade e tipos de uvas, associadas a diferentes condições climáticas (do temperado ao tropical), solos e manejos da videira, resultando em ciclos de produção específicos. De modo geral, nos contrastes de todas as regiões produtoras de uvas e vinhos no mundo (tropical, subtropical e temperado), o clima, o solo e o homem formam o tripé essencial da vitivinicultura e da enologia, representados pela palavra francesa *terroir*.

A safra 2022-2023 de videira (*Vitis* spp.) apresenta distribuição desde a região sul até o nordeste do País (75 mil hectares – 1,7 milhão de toneladas), tendo como destino da produção o consumo *in natura* (53%) ou o processamento, como vinho, suco e derivados (47%). A produção de uva na região sudeste é a terceira maior, representando 12% do total nacional (171.203 t). Sendo assim o estado de São Paulo, principal produtor de uva de mesa da cultivar Niágara Rosada, produziu 149 mil toneladas de uvas. (Steiner; Gomes, 2023).

De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), o Brasil apresentou em 2019 aproximadamente 75.743 hectares de uva destinados à colheita. Essa área colhida proporcionou uma produção de 1,9 milhões de toneladas de uvas, sendo 45% para a elaboração de vinhos, sucos e outros derivados e 55% de uvas de mesa.

A produção de uvas no Brasil, em 2021, foi de 1.967.680 toneladas, 19,86% superior à produzida em 2020. Na Região Sudeste, cuja produção de uvas representou 12,68% da produção nacional, em 2021 foram produzidas aproximadamente 249.500 toneladas. O estado de São Paulo aparece como grande produtor de uva de mesa, possuindo 8.022 hectares de

videiras. Em Minas Gerais ocorreu aumento de 4,79% na área plantada com videiras (Mello *et al.*, 2021).

3.2. Região Sul de Minas Gerais: potencial como produtora de vinhos

Os vinhos, de uma forma geral, são classificados de diversas formas de acordo com as suas regiões produtoras, sendo essa diretamente relacionada aos fatores intrínsecos e extrínsecos e as características ambientais da região. Essas propriedades locais podem ser definidas como o “senso de lugar”, que se consubstancia em certas qualidades ímpares e na soma dos efeitos que o ambiente proporciona na produção do vinho. Em sua essência, é a suposição de que a terra onde as uvas são cultivadas confere uma qualidade única às uvas, sendo essa transferida ao vinho (Alañón; Pérez-Coello; Marina, 2015).

Mello *et al.*, (2003) destacou dois polos produtores de uvas em Minas Gerais no ano de 2003: um ao Sul, composto pelas cidades de Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas; e o outro ao Norte, na cidade de Pirapora. Já em 2011, Protas e Camargo (2011) afirmaram que o setor vitivinícola de Minas Gerais era dividido em três segmentos: um segmento, no Norte do Estado, produtor de uvas de mesa, sob condições irrigadas, na região de Pirapora; um segmento tradicional, no Sul do Estado, que tem o seu foco principal na produção de uvas americanas e híbridas e na elaboração de vinho de mesa e suco de uva; e o terceiro segmento, este mais recente e difuso em áreas de altitude do Estado, como o vale no Jequitinhonha, principalmente na cidade de Diamantina, que está focado na produção de uvas viníferas para a elaboração de vinho fino.

De acordo com os mesmos autores, na região Sul de Minas Gerais, a vitivinicultura consagrou-se principalmente pela produção de vinhos de mesa, elaborados pelas uvas do tipo Bordô (também chamadas de “Folha de Figo”), Jacquez e Niágara, produzidas nos municípios de Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas. Estudos preliminares realizados no município de Três Corações, região cafeeira do sul de Minas Gerais, mostraram que a cultivar Syrah (*Vitis vinifera* L.) apresentou boa adaptação quando o ciclo foi transferido para os meses de janeiro a julho, permitindo a colheita no período seco (Amorim *et al.*, 2005). A cultivar Sauvignon Blanc também apresentou boa adaptação ao clima e ao *terroir* do Sul de Minas Gerais, apresentando características diferentes de acordo com o local onde é cultivada (Kauffman, 2010).

Nas regiões tropicais, as temperaturas elevadas, junto com a baixa amplitude térmica, aumentam a concentração dos compostos fenólicos essenciais para promover cor, estrutura e estabilização aos vinhos (Kliewer, 2005; Bergqvist; Dokoozlian; Ebisuda, 2001; Spayd *et al.*, 2002; Mori *et al.*, 2004; Amorim; Favero; Regina, 2005). A forte incidência solar promove maior estresse à videira, promovendo maior formação e concentração de compostos fenólicos como substâncias antioxidantes que protegem a videira de variações térmicas ambientais. Além disso, os vinhos produzidos nas regiões tropicais apresentam maior produtividade por serem elaborados em duas épocas distintas do ano, além de os produtores serem beneficiados com a programação da colheita e com menor incidência de doenças da videira (Regina *et al.*, 2006).

Segundo Pereira *et al.*, (2008), em pesquisas recentes, a uva Shiraz (*Vitis vinifera L.*) é um dos grandes marcos triunfais dos europeus; pelo fato dela ter se adaptado naturalmente na Europa, segundo pesquisas principalmente na França e na Itália, ela conseguiu se adaptar bem em lugares quentes, como sul da França e Austrália, onde proporcionou aroma e sabores facilmente identificáveis, além de apresentar taninos que conferem ótima capacidade de envelhecimento. Devido a essa elevada adaptação a locais quentes, é uma das cultivares que apresentou elevada produtividade no Sul do estado de Minas Gerais.

Segundo Gamboa (2009), a cultivar Sauvignon Blanc é referenciada e considerada uma das variedades brancas de maior prestígio no mundo do vinho, tratando-se de uma variedade adaptável a variados climas e que está presente em quatro continentes (com exceção da Ásia). Seu nome vem da palavra “Sauvage”, que significa selvagem e “Blanc”, branco. É uma das cultivares que também apresentou forte adaptação aos climas quentes e tropicais brasileiros, destacando o seu potencial para a produção no Sul de Minas Gerais.

3.3. O processo de vinificação em tinto

O vinho tinto é uma bebida constituída por uma diversidade elevada de compostos. Alterações na sua composição original podem interferir diretamente na qualidade de suas propriedades sensoriais, gerar compostos indesejáveis relacionados à degradação, como o ácido acético (Bernardo, 2005). Sendo assim, o controle do processo de vinificação é de suma importância para garantir a produção de um vinho de qualidade sensorial que seja apreciado pelo consumidor.

O vinho, por definição pela legislação vigente, é um produto elaborado a partir da fermentação alcoólica de uvas frescas, sãs e maduras (Brasil, 2018a). A vinificação consiste em um somatório de procedimentos executados sob diferentes parâmetros, que podem ser genericamente divididos nas seguintes fases: Pré-fermentação, fermentação, estabilização e envelhecimento. O processo de vinificação está ilustrado na Figura 1.

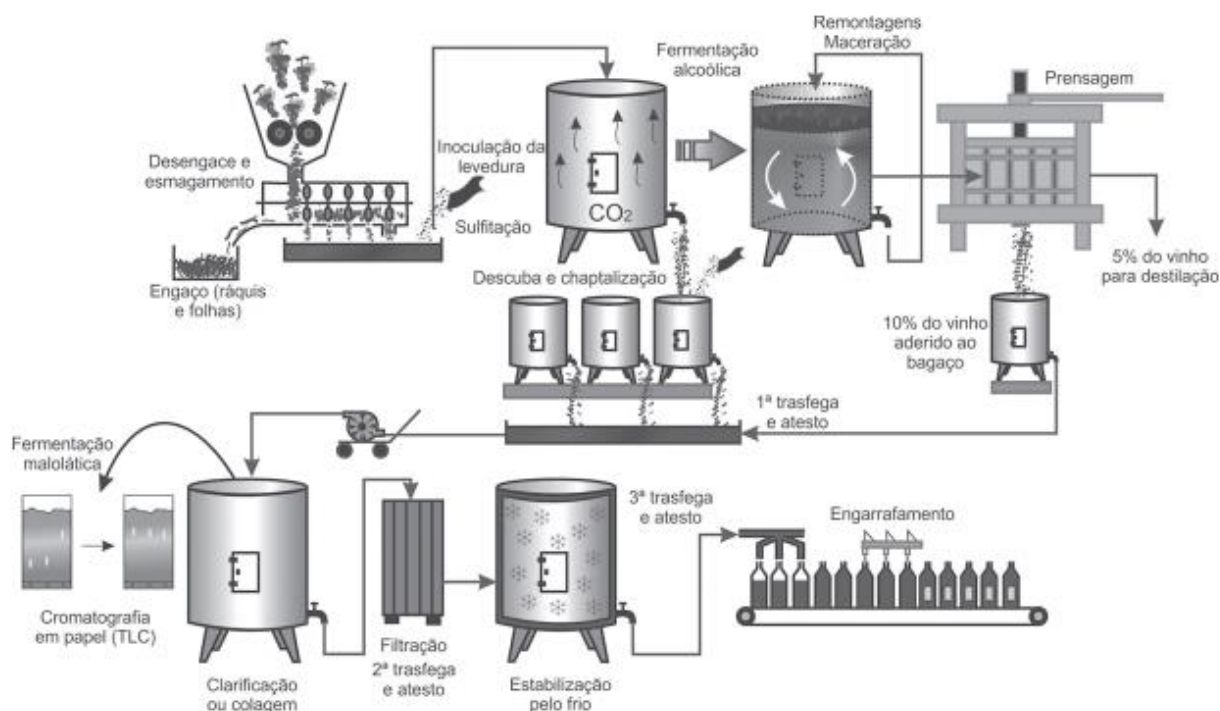


Figura 1 – Fluxograma do processo de vinificação

Fonte: Adaptado de Castilhos e Del Bianchi (2022).

A recepção das uvas é realizada após sua colheita manual e, juntamente com a seleção das uvas, constituem procedimentos obrigatórios para a elaboração de vinhos de alta qualidade. Na vinícola é efetuada uma seleção manual de cachos ou ainda pela seleção manual de grãos, seguido do desengace. Para essa função, existem mesas seletoras construídas em aço inoxidável, vibratórias ou não. O desengace e o esmagamento são executados simultaneamente, por uma mesma máquina, denominada esmagadora-desengaçadora. Algumas outras vinícolas adotam o desengace prévio da uva, com ou sem seleção subsequente dos grãos. Nesse caso, as uvas são transportadas inteiras ao tanque de fermentação por meio de bombas peristálticas ou caçambas especiais, as quais são esmagadas delicada e paulatinamente durante a maceração.

Antes da inoculação da levedura para padronização do processo fermentativo, o mosto da uva é submetido ao processo de sulfitação, ou seja, a adição de metabissulfito de potássio

(ou sódio) no mosto como agente antioxidante que apresenta atividade seletiva, ou seja, inibe microrganismos oportunistas que possam trazer malefícios ao vinho, não atingindo as leveduras responsáveis pelo processo fermentativo. A quantidade de metabissulfito de potássio varia de vinícola para vinícola, mas gira em torno de 10 a 15 g para cada 100 Kg de uva. A maior ou menor quantidade de sulfito inserido no mosto se deve à qualidade sanitária da matéria-prima, ou seja, uvas com qualidade sanitária ruim geram mostos com baixa qualidade, exigindo maiores quantidades de metabissulfito para evitar possíveis contaminações e oxidações (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

A fermentação alcoólica pode ser definida como a transformação dos açúcares do mosto da uva madura (glicose e frutose) em álcool etílico e outros compostos (glicerol, acetaldeído, ácido acético, lático, dentre outros). Para a transformação do açúcar em etanol, são necessários cerca de 1,7 g de açúcar para a formação de 1,0 %v/v de etanol. Neste processo, a fermentação dos açúcares é catalisada por enzimas e termina com a produção de etanol e CO₂ (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

Na vinificação, a fermentação alcoólica pode ser dividida em duas fases: tumultuosa e lenta. A primeira caracteriza-se pela grande atividade de levedura, gerando elevação da temperatura e grande liberação de gás carbônico. Esta etapa dura de três a seis dias. Já, na fase lenta, a intensidade da fermentação diminui gradativamente devido à diminuição do teor de açúcar e aos teores crescentes de álcool, que promovem o efeito *killer* nas leveduras. Após a fermentação, devem ser iniciados os procedimentos para evitar a oxidação descontrolada do vinho, permitindo a saída do gás carbônico, sem entrada de ar. A fermentação lenta dura cerca de cinco a dez dias (Jackson, 2020; Castilhos; Del Bianchi, 2022).

A remontagem é o princípio básico que rege as macerações e esta técnica é comumente empregada para que haja a máxima extração dos compostos que geram alta qualidade do vinho. Essa técnica é utilizada para homogeneizar as fases sólida e líquida, dado que a fase sólida (bagaço) se concentra na parte superior do recipiente. Em tanques verticais, as técnicas tradicionais de remontagem consistem em retirar o mosto em fermentação da parte inferior e introduzi-lo novamente pela parte superior. As principais variáveis relativas às remontagens na vinificação são: o número de vezes que a remontagem é feita, a frequência, a duração e o modo pelo qual são efetuadas. De uma forma geral, indica-se quatro remontagens na fase tumultuosa e duas remontagens na fase lenta (Castilhos; Del Bianchi, 2022; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006a).

A descuba caracteriza-se pela retirada do líquido (vinho primário) por gravidade para uma tina colocada sob a válvula de saída do tanque de fermentação, sendo o mesmo bombeado para outro recipiente, assegurando a aeração necessária às reações de polimerização dos polifenóis do vinho, já que no final da etapa de maceração o vinho se encontra turvo contendo muitos sólidos em suspensão. Após 24 horas deve ser efetuada a retirada das borras que decantaram. Esse procedimento auxilia na evolução qualitativa do aroma do vinho. A parte sólida pode ser prensada para recolhimento do vinho secundário, sendo que 10% dele pode ser reintroduzido no processo de vinificação, já que não apresenta riqueza de taninos agressivos ao paladar. Os demais 5% restantes do vinho aderidos ao bagaço devem ser direcionados à destilação, pois são ricos em taninos, promovendo elevado amargor e adstringência, além de promover sabor vegetal ao vinho primário, advindo da descuba (Winkler *et al.*, 1974).

A fermentação malolática consiste principalmente na transformação do ácido málico em ácido láctico através de uma reação de descarboxilação com síntese de gás carbônico. Essa fermentação contribui para a redução da acidez do vinho, aumenta a estabilidade microbiana e melhora a significativamente o aroma, reduzindo as notas vegetais e acentuando os aromas frutados. Os vinhos tintos são beneficiados com esta fermentação por adquirirem maior complexidade aromática, suavidade e maciez gustativa. O agente da fermentação malolática é a bactéria ácido-lática, podendo ser de várias espécies, destacando a *Leuconostoc oenus* e a *Oenococcus oenus*. Normalmente, a fermentação malolática inicia ao final da fermentação alcoólica, quando a autólise das leveduras se intensifica. A fermentação malolática pode ser realizada de forma espontânea através das bactérias ácido-láticas presentes no meio, ou de forma induzida, através da inoculação de preparados microbiano ativos (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

As trasfegas têm como objetivo deslocar o vinho de um reator a outro com a finalidade de torná-lo mais límpido. Esta etapa deve ser realizada no menor tempo possível para evitar possível oxidação do etanol. Após as trasfegas, os volumes dos reatores diminuem, devido à separação do vinho límpido ao sólido suspenso decantado, sendo obrigatória a etapa de atesto.

Os atestos consistem em preencher os tanques periodicamente, com vinho de mesma qualidade, à medida que o nível do vinho recém-fermentado diminui, devido à realização das trasfegas. Toda trasfega é seguida de um atesto. Dependendo do tamanho do tanque onde se encontra o vinho recém-fermentado, a correção deve ser feita semanalmente para reduzir ao máximo o contato do vinho com o ar, inibindo a multiplicação de microrganismos nocivos. O

vinho utilizado deve ser da mesma qualidade que aquele que está nos tanques de fermentação. Deve estar límpido e, de preferência, estabilizado (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

A estabilização ocorre na sequência das fermentações alcoólica e malolática, quando os elementos originados da uva ou da autólise das leveduras são neutralizados e sedimentados via métodos químicos ou físicos. Os polifenóis são compostos orgânicos altamente solúveis em um meio hidroalcoólico como o vinho. Durante a maceração, altos teores desses compostos são extraídos da uva e passam para o vinho. Desse modo, utiliza-se em enologia a adição de proteínas para que reajam como os polifenóis, precipitando-os. Trata-se de uma forma de otimizar a estabilização polifenólica e torná-la mais completa. Após todo o processo, a estabilização proveniente de um vinho termina quando se encontra límpido, brilhante, com aroma secundário agradável e com ausência completa de sinais de instabilidade dos ácidos, polifenóis, proteínas e microrganismos. No final da estabilização, geralmente realiza-se análises de controle de qualidade de rotina que devem estar em conformidade com os teores de SO₂ adicionado e de oxigênio dissolvido (Castilhos; Del Bianchi, 2022; Jackson, 2020).

O engarrafamento é realizado utilizando garrafas de vinho de coloração âmbar ou verde escuro, geralmente de 750 mL. A indústria enológica também utiliza recipientes de vidro de outros volumes, como de 1 L por exemplo. Para o fechamento hermético das garrafas de vinho, existem boas opções. As rolhas de cortiça natural são, ainda hoje, os melhores objetos para tampar garrafas contendo vinho de alta qualidade. Por outro lado, as rolhas de material sintético ou tampas metálicas rosqueáveis (*screw cap*) são utilizadas principalmente para vinhos jovens permanecendo em barricas até doze meses (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

3.4. O processo de vinificação em branco

Para vinhos brancos, a maceração e fermentação ocorrem em baixas temperaturas, preservando as características de frescor, garantindo vinhos de aromas leves. Nas cascas das uvas há altas concentrações de compostos fenólicos com capacidade antioxidante que dificultam a contaminação e favorecem o processo de fermentação (Darias-Martín, 2000).

O vinho branco tem seus métodos tradicionais de ser elaborados, podendo ser realizados com cultivares de uva branca ou tinta. O que se diferencia para obter o vinho branco é a separação da casca ao seu mosto. A pigmentação é o principal composto químico visualmente para o vinho tinto oriundo da existência de antocioninas. Para a fabricação do vinho branco

ocorre o esmagamento e retirada das cascas logo na primeira etapa, diferentemente da vinificação em tinto, em que as cascas participam da fermentação na etapa de maceração. Uma desvantagem da vinificação em branco é que estes são mais suscetíveis à contaminação e oxidação durante sua elaboração, devido à ausência do chapéu de bagaço que serve como uma camada protetora ao mosto (Bortoletto *et al.*, 2015).

O processo de vinificação é uma tecnologia que tem como objetivo transformar a uva madura em vinho. A elaboração de vinho branco abrange um conjunto complexo de etapas pré e pós-fermentativas que iniciam com a colheita da uva, seguido do preparo do mosto para a fermentação alcoólica, estabilização e envase do vinho, conforme apresentado Figura 2.

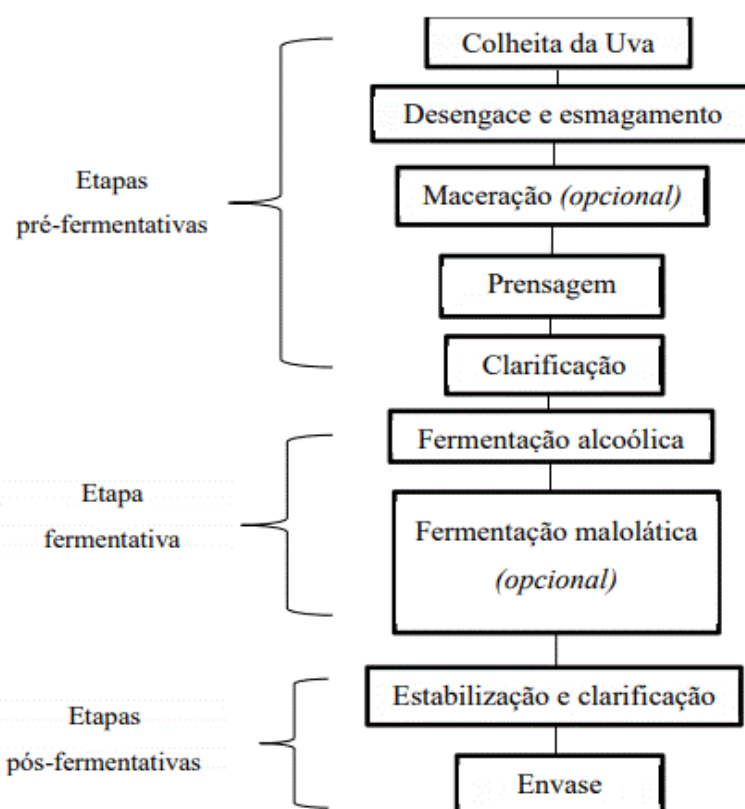


Figura 2 – Fluxograma geral da vinificação do vinho branco

Fonte: Adaptado de Jackson (2020); Delso *et al.*, (2022).

A recepção das uvas brancas deve ser realizada de forma cuidadosa, uma vez que são sensíveis as reações oxidativas e assim é possível evitar ou minimizar o escurecimento do mosto. Além disto as uvas devem ser colhidas quando atingir a maturidade enológica (açúcar,

acidez, sólidos solúveis) e esta deve ser o mais uniforme possível. A uva é uma fruta que resiste pouco ao transporte e armazenamento a longas distâncias, de modo que o mesmo deve ser evitado. Assim, ao chegar à indústria, deve ser imediatamente processada. Se chegar muito quente, uma passagem rápida (entre uma e duas horas) por câmara fria tira o calor de campo e melhora sensivelmente a qualidade do produto processado (Hoffmann *et al.*, 2008).

O desengace e esmagamento após a colheita é realizado para obtenção do mosto. Cabe ressaltar que esta etapa deve ser realizada de forma rápida e controlada (tempo e temperatura) uma vez que durante o processo da colheita, transporte e recebimento as bagas podem sofrer injúrias, sendo que o suco liberado é suscetível a oxidação e contaminação microbiana.

No esmagamento rompe-se a película da baga para que o suco da uva e seus constituintes sejam liberados. Também nos vinhos brancos, o esmagador é menor e, o desengaçador já não se utiliza, o engaço e a baga da uva entram em conjunto na prensa, não se verificando o mesmo nível de separação quando comparando com os vinhos tintos (Jackson, 2020; Rizzon *et al.*, 2009).

A maceração consiste no contato do mosto com as partes sólidas da uva, sendo uma etapa opcional no processo de vinificação de vinhos brancos, no entanto, quando realizada, geralmente ocorre antes da fermentação alcoólica (Jackson, 2020). Concomitante ao processo de maceração, a prensagem é realizada para extração do mosto, com separação das partes sólidas (cascas e sementes). Este processo deve ser realizado sob condições assépticas e com temperatura adequada (inferior a 10 °C) para evitar o início da fermentação e reduzir a oxidação. Nas cultivares uvas para vinhos brancos, o processo é realizado pela prensa, entrando 95% de massa (bagos e engaço) e 5% de líquido (mosto) (Rizzon *et al.*, 2009).

A clarificação do mosto antes da fermentação é umas etapas mais importantes na produção de vinhos brancos, visando eliminar a presença de partículas sólidas presentes e suspensas, oriundas do processo da extração do mosto e assim diminuir a turbidez do mosto. É um processo que permite atribuir ao vinho uma cor próxima à cristalina, removendo-se as proteínas instáveis existente que causam a turvação do mesmo. A presença de turbidez pode gerar defeitos sensoriais no vinho e instabilidade na cor do vinho branco (Delso *et al.*, 2022).

A fermentação alcoólica deve ocorrer com o mosto mais límpido possível, visto que, caso não ocorra, os vinhos podem se tornar oxidados (amarelados). Esta fermentação ocorre pela metabolização das moléculas do açúcar que o mosto possui em CO₂ e álcool, que caracterizam o vinho. A temperatura em que ocorre a fermentação deve ser controlada, sendo

que, para vinhos brancos a fermentação deve ocorrer de forma lenta, mantendo-se a temperatura na faixa de 18 °C a 20 °C. Por forma a efetuar-se uma fermentação controlada, adicionam-se leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) e nutrientes, para que a fermentação ocorra sem problemas, visto que o mosto pode não ter nutrientes suficientes para garantir o metabolismo das leveduras durante os vários dias de fermentação.

O metabissulfito de potássio é importante para o processo fermentativo, pois, conforme Rizzon *et al.* (2006), este sal libera cerca de metade do seu peso de dióxido de enxofre, que possui ação antisséptica contra bactérias acéticas e lácticas bem como leveduras que produzem baixas quantidades de etanol. Além disso, Rizzon, (2000) afirmam que, o metabissulfito de potássio possui ação antioxidante (o dióxido de enxofre evita com que o oxigênio altere o frescor dos vinhos) bem como ação reguladora de temperatura (o dióxido de enxofre modera a velocidade de fermentação, fazendo com que a temperatura seja mais controlada).

O vinho branco apresenta uma complexidade aromática, que é seu fator de identidade de qualidade. Esses aromas, são compostos voláteis, que podem ter origem diretamente da uva, como os monoterpenos e norisoprenoides, denominados de aromas primários responsáveis por conferir ao vinho características varietais. Também, podem ter origem do processo de vinificação, conforme são aplicadas as etapas pré-fermentativas, sendo formados pelo metabolismo da levedura, como os álcoois superiores, compostos sulfurados e nitrogenados (lactonas, ésteres e acetatos), os quais são denominados de aromas secundários. Também existem os aromas terciários do vinho, podem ter origem pós-fermentação, pelo tempo de maturação ou armazenamento do vinho, caracterizando os compostos heterocíclicos voláteis. Cabe ressaltar que o impacto olfativo de cada composto no aroma do vinho depende tanto da concentração quanto das características químicas do composto (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006; Reineccius, 2006).

Dentre diversas reações químicas que ocorrem durante este processo, destaca-se a transformação do ácido málico em ácido láctico. Também há produção de diversos compostos voláteis que alteram as características sensoriais dos vinhos. A fermentação malolática, é uma etapa opcional na elaboração de vinhos brancos, visa a transformação do ácido málico em ácido láctico, realizada principalmente pela bactéria *Oenococcus oeni* (Jackson, 2020)

O processo de estabilização do vinho é a etapa que, de acordo com Amarante (2018) “consiste em permitir que o vinho se mantenha em repouso, para que as partículas residuais da fermentação se depositem vagarosamente no fundo”. Após o processo de fermentação, o vinho

apresenta partículas sólidas em suspensão, por isso segue-se para etapa de estabilização (Rizzon *et al.*, 2009).

Antes do envase pode ser empregado o envelhecimento em barril, que não é uma prática comum em vinhos brancos. Em outras variedades de vinhos brancos a aplicação da maturação após o engarrafamento não apresenta grande interesse, pois os vinhos podem perder qualidade em aromas de caráter floral e frutado de vinhos brancos jovens (Moreno-Arribas *et al.*, 2009).

3.5. Aspectos químicos do vinho

O vinho é uma bebida extremamente complexa, em parte, pela sua composição físico-química. Durante armazenamento, é de conhecimento que o vinho sofre naturalmente diversas reações que implicam em importantes alterações nas suas características físico-químicas e colorimétricas originais, o que pode afetar diretamente a sua qualidade.

Do ponto de vista químico, o estudo da composição do aroma do vinho é complexo em função das diferentes classes, concentrações e reatividade dos seus constituintes, além da sua sensibilidade ao calor (geralmente termolábeis). Os avanços tecnológicos desta ciência permitiram progressos na compreensão dos processos naturais que ocorrem no interior do vinho. No início do século XX apenas eram conhecidos alguns compostos químicos constituintes do vinho, mais tarde após os anos 40 juntamente aos avanços científicos e tecnológicos já foram identificadas mais de 600 substâncias presentes nesta bebida. A presença de tão grande quantidade de compostos químicos no vinho aliada à sua grande diversidade ilustra, sem margem para dúvidas, o seu elevado grau de complexidade (Galacho, 2016).

Do ponto de vista de sua composição química, o vinho é uma solução ácida, com teor alcoólico de 8,6% a 14,0% em volume, contando com centenas de substâncias orgânicas e minerais em quantidades mínimas, das quais algumas são odoríferas, outras têm cor e muitas reagem facilmente com o oxigênio (Brasil, 2018b). Estas substâncias estão presentes na película, polpa (mosto) e semente e a extração destes compostos depende de alguns fatores como a efetividade do esmagamento das uvas; o tempo de maceração, que compreende o contato entre a parte sólida e a parte líquida, considerando que quanto maior o tempo de maceração, maior a extração destes compostos químicos; o tempo de consolidação da fermentação alcoólica e o número de remontagens e de trasfegas.

O tempo de maceração será tanto mais longo quanto maior for o potencial qualitativo da uva, respeitado um limite máximo, que varia em função da cultivar de uva e do tipo de vinho que se deseja elaborar. A relação bagaço/mosto está ligada à qualidade polifenólica da uva. Uvas com baixo potencial de qualidade devem ter essa relação modificada, por intermédio de sangria (retirada parcial do mosto) (Guerra *et al.*, 2000).

Os compostos fenólicos dos vinhos podem ser agrupados em dois grandes grupos, na primeira parte em função da sua estrutura de carbono: os flavonoides e os não flavonoides. Do primeiro grupo fazem parte os flavan-3-óis (catequina, epicatequina, epigallocatequina, entre outros), flavonóis (caempferol, quercetina, miricetina, entre outros) e antocianinas. No segundo grupo pertencem os ácidos fenólicos, hidroxibenzoicos e hidroxicinâmicos, além de outros derivados fenólicos, como os estilbenos (Monagas *et al.*, 2005; Lopes *et al.*, 2007; Karbowiak *et al.*, 2010).

Os vinhos tintos, os compostos predominantes são os ácidos fenólicos, resveratrol, flavonóis, procianidinas (taninos) e antocianinas. Estes compostos contribuem para o sabor, o aroma e a cor dos vinhos (Monagas *et al.*, 2005). Embora o perfil dos compostos fenólicos presentes em vinhos, é dependente de uma série de fatores decorrentes das espécies e variedades das uvas, há também correlação intensa com os fatores ambientais de cada região produtora, localização do plantio, sistema de cultivo, clima, solo, forma de extração dos compostos fenólicos e tipo de processo empregado, bem como também são influenciados pelas reações químicas e enzimáticas que se iniciam com o esmagamento das uvas e ocorrem durante todo processo de elaboração, maturação e envelhecimento dos vinhos (Monagas *et al.*, 2005).

Os taninos são compostos fenólicos que exercem influência sobre a cor e a sensação de adstringência e amargor dos vinhos. Essas substâncias se complexam com as muco proteínas existentes na saliva promovendo a sensação tátil bucal da adstringência (Amerine *et al.*, 1983). Além dos taninos, existem outros compostos fenólicos que são responsáveis por determinar a coloração de vinhos tintos e brancos, que são as antocianinas e os flavonóis, respectivamente, que são encontrados na película e na polpa das uvas, sendo responsáveis por reações de copigmentação para mudanças na coloração dos vinhos ao longo do armazenamento, sendo este um indicador da qualidade.

No caso dos vinhos brancos, o processo de vinificação é realizado sem a presença das cascas e a cor amarelada típica desses vinhos é determinada pela oxidação de compostos fenólicos durante a fermentação e envelhecimento do vinho (Amerine *et al.*, 1986). A coloração

amarelada dos vinhos brancos está diretamente relacionada com a região de procedência da uva, com a tecnologia de vinificação empregada, com o grau de oxidação e com o período de envelhecimento do vinho (Castilhos *et al.*, 2011). A aparência de vinhos brancos deve ser clara, límpida e não apresentar indícios de oxidação precoce (Soares *et al.*, 2009). Sua cor varia do amarelo-esverdeado ao amarelo-palha, dourado, amarelo-âmbar ou alaranjado e, quando muito jovens, apresentam tonalidades esverdeadas (Bernardo, 2005).

Segundo Barnabé (2006), a acidez do vinho é dividida em duas categorias: a fixa, representada pelos ácidos tartárico, málico, láctico, subclínico e cítrico, sendo os ácidos tartárico e málico representantes de cerca de 90% da acidez fixa dos vinhos; e a volátil representada por compostos como ácido acético e outros ácidos como o fórmico, butílico, propiônico e ácidos graxos com cadeias superiores a 12 carbonos. A acidez total ela é determinada pela soma da acidez fixa e volátil.

Jackson (2020) determina que o baixo teor de acidez volátil indica a sanidade do vinho, promovida pela ação de bactérias pode ocasionar oxidação do álcool ou ataque bacteriano a açúcares, ácido cítrico ou glicerol, formando compostos voláteis desagradáveis ao vinho ou *off-flavors*. O ácido acético é o principal representante da série volátil, sendo produzido em pequenas quantidades no momento da fermentação dos açúcares pelas leveduras, a formação de aroma frutado característico da formação de ésteres de acetato. Na maioria dos casos, a produção de ácido acético está vinculada à contaminação do fruto, mosto ou vinho por bactérias acéticas, obtendo na reação de oxidação do vinho (Jackson, 2020).

Os ésteres são compostos existentes no vinho que proporcionam sabor frutado. Alguns deles são provenientes do próprio fruto e outros são provenientes do processo fermentativo ou do envelhecimento. Essas substâncias de ésteres são: acetato de etila, acetato de amila, laurato de etila e antranilato de metila. De todos os ésteres existentes nos vinhos, o acetato de etila é o mais investigado, pois em níveis abaixo de 50 mg/L promovendo complexidade à fragrância, porém em níveis acima de 150 mg/L produz *off-odor* (Jackson, 2020).

3.6. Aspectos sensoriais do vinho

As percepções sensoriais consistem na consciência e na compreensão das propriedades sensoriais do alimento, influenciando as atitudes, memórias e comportamentos dos consumidores, afetando, conseqüentemente, o sucesso ou o fracasso dos produtos no mercado

competitivo. As propriedades sensoriais são percebidas através da relação do estímulo com os sentidos, ou seja, a visão, o paladar, o olfato, o tato e audição, e todas essas informações são transformadas em respostas pelo cérebro, o que pode levar uma propriedade sensorial a afetar outra por meio de interações.

Além disso, percebe-se o quão complexo são os processos sensoriais e de interpretação e, apesar de haver tecnologias de mão, língua e nariz eletrônico, apenas os dados sensoriais humanos fornecem a melhor representação da percepção dos consumidores em relação aos produtos alimentícios (Dias *et al.*, 2020; Lawless, Heymann, 2010).

A qualidade sensorial do vinho depende da variedade dos constituintes químicos existentes, da interação entre eles e de suas concentrações na bebida. Assim, o padrão de qualidade nestes produtos pode ser alcançado e estudado por meio de dados coletados em análises sensoriais de aceitação. Nesta análise é possível indicar as diferenças, caracterizar e medir traços sensoriais dos produtos ou determinar as diferenças entre produtos que podem ser visualizadas, agradando ou não o consumidor. Quando se está desenvolvendo um produto ou fazendo um controle de qualidade, compreender, determinar e avaliar traços sensoriais é de suma importância em várias situações (Noronha, 2003).

A qualidade dos produtos alimentícios está relacionada com as características sensoriais, sendo, na maior parte das vezes, a qualidade do produto o fator determinante para a sua escolha. Desse modo, os testes sensoriais são utilizados para prever como a modificação na formulação, no processamento, na embalagem ou no armazenamento, podem afetar as características sensoriais dos alimentos, seja em aparência, sabor, textura e aroma, tornando-as perceptíveis aos consumidores, além de fornecer informações importantes para o direcionamento no desenvolvimento de novos produtos (Dutcosky, 2011).

Analisando as técnicas sensoriais que podem ser empregadas na análise de bebidas fermentadas como o vinho, podemos destacar as técnicas quantitativas a fim de verificar distinções entre cultivares, áreas geográficas de origem, safras, entre outros. Entretanto, as técnicas quantitativas clássicas requerem intensivo treinamento dos julgadores para obter resultados confiáveis, particularmente quando se trata de matrizes complexas, como os vinhos (Jackson, 2020). As técnicas descritivas são de grande importância para descrever sensorialmente um vinho produzido por uma determinada vinícola de uma dada região, promovendo termos descritores que caracterizam a bebida aos olhos de um julgador treinado e com grande experiência no assunto. Entretanto, existem técnicas descritivas as quais julgadores

não treinados (consumidores) participam promovendo o olhar descritivo do consumidor à bebida, sendo este igualmente importante, pois direciona o potencial de mercado dessas bebidas (Nora, 2021).

Como exemplo, a análise sensorial descritiva de um vinho branco pode apresentar os seguintes descritores sensoriais: vinho de intensidade de cor média a fraca; límpido; brilhante; matiz amarelo-esverdeado; apresenta algumas lágrimas. Odor de intensidade média; franco (sem defeito no aroma); floral, com notas de flores brancas. Ataque gustativo com certa acidez que predomina durante a evolução do vinho na boca; intensidade média; pouco estruturado; pouca persistência aromática; equilíbrio prejudicado pela acidez; tipicidade média a fraca; sem defeitos maiores, mas também desprovido de qualidades. De uma forma global, vinho para ser tomado o mais jovem possível; sem maiores pretensões (Miele, 2003).

A análise sensorial descritiva de um vinho tinto pode apresentar os seguintes descritores sensoriais: vinho com forte intensidade de cor; violeta, denotando ser um produto ainda jovem; apresenta lágrimas com abundância. Odor de intensidade média a forte; franco; frutado, com notas de frutas vermelhas maduras. Ataque gustativo arredondado, aveludado, macio, o qual predomina durante a evolução do vinho na boca; intensidade média a forte; estruturado, ainda tânico por ser jovem; persistência aromática de média a forte; equilibrado; tipicidade média a forte; fim de boca agradável, sabor de frutas vermelhas maduras. De uma forma global, vinho para ser tomado de dois a quatro anos se consumido como tinto jovem; mas ele possui estrutura para ser envelhecido em barrica de carvalho, o que lhe conferirá um caráter aveludado, maciez e maior complexidade (Miele, 2003; Miele; Miolo, 2003).

Por outro lado, os métodos aceitação/afetivos lidam diretamente com a opinião do consumidor acerca de um produto, por meio de avaliação da preferência e da aceitabilidade, e esses estudos vêm se destacando como uma maneira de melhorar a qualidade de produtos existentes ou correlacionando ao desenvolvimento de novos produtos. Podem ser usados para determinar quantitativamente e qualitativamente a opinião dos consumidores em relação aos produtos em estudo, levando em consideração as diferenças de idade, sexo e influências culturais. Nessa categoria, há muitos testes aplicados aos consumidores, a exemplo dos testes de preferência, de aceitação, grupo de foco e mapa de preferência (Dutcosky, 2011; Yang, Lee, 2019).

Dessa forma, para os testes sensoriais de aceitação, os provadores não precisam ser treinados, mas é necessário que eles sejam consumidores regulares do produto ou representantes

do público-alvo, e por esse motivo os testes afetivos também são chamados de testes de consumidores. Eles são elementos chave no desenvolvimento de produtos, no monitoramento da posição de mercado e no melhoramento do processo ou otimização (Kemp *et al.*, 2009; Dutcosky, 2011).

Os testes com consumidores surgem como excepcional ferramenta para determinar a aceitabilidade sensorial do produto e descobrir potenciais problemas, evitando então, erros dispendiosos (Lawless, Heymann, 2010). Outra preocupação frequente da indústria alimentícia que pode ser respaldada pelos testes afetivos é a otimização de produtos alimentícios com o intuito de manter ou melhorar sua qualidade sensorial, e está diretamente relacionada à satisfação do consumidor, constituindo, por isso, o foco principal da indústria de alimentos (O'Sullivan, 2017).

Os testes afetivos são, ainda, de extrema relevância para estudos em relação à vida útil sensorial dos produtos, vistos que o tempo e as condições de armazenamento podem alterar sua qualidade sensorial de forma significativa (Hough, 2010). Os métodos afetivos oferecem, como uma de suas vantagens, a flexibilidade em relação ao local de execução, e para testes realizados com consumidores o local de realização pode ter interferência significativa nos resultados. De maneira geral, testes com consumidores podem ser realizados em laboratório, em locais de grande circulação ou em âmbito doméstico. Algumas vantagens da aplicação dos testes em laboratório são as condições controladas, o baixo custo de execução e os vários produtos avaliados em uma mesma sessão pelos consumidores, porém esse local não representa o contexto natural de uso do produto, e os provadores podem não representar a população alvo de consumo.

Quando os testes são realizados em locais de grande circulação, como supermercados, shoppings ou praças, um grande número pessoas pode realizá-los, há maior probabilidade de representar o público-alvo desejado; entretanto não há o controle das condições de teste, sob condições de distração para o provador que pode não relatar fielmente sua percepção sobre o produto. Os testes realizados em domicílio simulam as condições reais de uso e permitem obter resultados mais realistas e informações sobre a intenção de compra, entretanto é um teste caro, demorado, sem controle sobre o produto, e ainda pode gerar respostas nulas (Kemp *et al.*, 2009; Dutcosky, 2011).

Sendo assim, a escolha do local do teste deve ser baseada nos objetivos da pesquisa, no orçamento e na análise das características de cada local (Montouto-Graña *et al.*, 2011; Minim;

Silva, 2013). Além da flexibilidade quanto ao local de realização do teste, é possível extrair informações qualitativas e/ou quantitativas, dividindo os métodos afetivos em duas categorias, a de testes qualitativos e a de testes quantitativos.

3.7. Efeito do território sobre a qualidade do vinho

Como planta vivaz, a videira assegura três funções essenciais. A primeira consiste na manutenção de um ciclo vegetativo, que tem início no abrolhamento (formação das bagas) e termina com a queda das folhas. Este ciclo é que assegura a formação de ramos e folhas e que desenvolve o tronco e o sistema radicular todos os anos. A segunda função resume-se ao armazenamento de reservas na estrutura permanente da videira, a este fenômeno dá-se o nome de atempamento. Por último, a videira tem ainda a função de manter um sistema reprodutor, que compreende a formação, desenvolvimento das inflorescências, o crescimento dos cachos, bagos e grainhas. Devido a esta tripla função, existe, portanto, uma interdependência entre as diferentes fases fisiológicas que influencia, naturalmente, o ciclo seguinte (Queiroz, 2010).

Segundo (Tonietto *et al.*, 2020), a complexidade do mundo dos vinhos se dá fundamentalmente pelas diferentes características ambientais e climáticas das regiões de plantio da uva, que alteram a qualidade dos frutos. A fruta é muito sensível às condições do solo e do clima em que se desenvolve, podendo variar o sabor, a acidez, a doçura, a forma, a coloração e a resistência da casca, o tamanho, a quantidade de semente, a forma e o formato dos cachos.

Presentes estudos de vinicultura é possível se deparar com o termo “*terroir*”, como uma expressão de origem francesa. Originado do latim “*terratorium*”, define, em linhas gerais, uma extensão limitada de terra e as capacidades agrícolas que apresenta. Dentre estudo no mundo dos vinhos, o *terroir* não é apenas o solo onde a vinha finca as raízes, mas também o clima que apresenta e no quanto a relação entre ambos pode influenciar o vinho que será produzido a partir dela. No Brasil, o termo *terroir* é comumente utilizado em regiões de produção de vinhos onde há Denominação de Origem Controlada, principalmente nas regiões clássicas de produção vinícola, sendo o Vale dos Vinhedos, em Bento Gonçalves, um exemplo. Neste caso, os vinhos produzidos nesta região apresentam uma característica singular, regional e padronizada de acordo com as condições da safra, mantendo a sua qualidade de acordo com a padronização do processo de vinificação e dos fatores concernentes ao manejo da videira (Tonietto *et al.*, 2020).

Neste contexto, os principais fatores que contribuem para a qualidade do vinho são cultivo das videiras, as condições de drenagem, fertilidade do solo, inclinação e altitude do terreno, o clima da região, a quantidade de sol que a videira recebe durante o ciclo, amplitude térmica, pluviosidade, as técnicas de elaboração e as condições após engarrafamento. Em regiões de clima quente, a incidência direta de raios solares nos cachos afeta os atributos sensoriais da uva pela excessiva degradação de ácidos orgânicos e precursores aromáticos. Estas degradações podem ser minimizadas pelo uso de diferentes sistemas de condução com inclinação da vegetação que interceptam a luz solar e a assimilação de carbono, e proporcionam diferente microclima na área de frutificação gerando grande impacto na composição da uva e qualidade do vinho (Carbonneau, 2004; Reynier, 2007).

Além disso, a incidência solar, juntamente com a amplitude térmica da região de cultivo das uvas, é um parâmetro importante para a formação de compostos antioxidantes produzidos naturalmente pela própria uva como forma de defesa e manutenção das suas reações bioquímicas naturais a fim de garantir o bom funcionamento da sua dinâmica de crescimento, promovendo a formação de uvas grandes e vigorosas com qualidade sanitária. Neste contexto, regiões de elevada amplitude térmica ou com amplitudes térmicas restritas a altas temperaturas, com elevada incidência solar promovem a formação de uvas com elevadas concentrações de compostos fenólicos que, por sua vez, apresentam propriedades antioxidantes intrínsecas que são transferidas ao vinho, tornando-o uma bebida com propriedades nutricionais (Ibravin, 2014).

Diante deste contexto, julga-se importante o estudo da influência das condições ambientais de cultivo das videiras nos perfis químico e sensorial dos vinhos produzidos por diferentes uvas em diversos locais de cultivo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Amostras de vinhos

Os vinhos tipo finos e secos foram coletados em diferentes vinícolas mineiras, todas localizadas na região do Sul do estado de Minas Gerais. Os vinhos foram doados por empresas presentes nestas regiões citadas, as cultivares coletados foram varietais de duas cultivares amplamente cultivadas na região: Sauvignon Blanc (cultivar branca) e Syrah (cultivar tinta).

Os vinhos Sauvignon Blanc e Shiraz foram coletados nas seguintes vinícolas:

- Vinhos Maria Maria, vinícola Maria Maria (Boa Esperança/MG).
- Vinhos Primeira Estrada, vinícola Estrada Real (Caldas/MG).
- Vinhos Mar de Morros, vinícola Artesã (Serra da Mantiqueira/MG).
- Vinhos Bárbara Eliodora, vinícola Bárbara Eliodora (São Gonçalo do Sapucaí/MG).
- Vinhos Davo, vinícola Davo (São Gonçalo do Sapucaí/ MG).

Foram adquiridas cerca de 9 garrafas de cada vinho para proceder com as análises dos perfis químico e sensorial. Todas as amostras foram armazenadas sob temperatura ambiente na posição horizontal até o momento das análises.

4.2. Dados ambientais da região

Dados ambientais de cada região de cultivo das videiras coletados. Esses dados compreendem taxa de pluviosidade, amplitude térmica, temperatura máxima e mínima do período, altitude e produtividade das videiras a fim de verificar a relação destas variáveis ambientais com a qualidade do vinho produzido, já que se considera que videiras produtivas geram vinhos com qualidade superior. As variáveis ambientais serão correlacionadas com os resultados físico-químicos e sensoriais a fim de definir um perfil de identidade regional de cada vinho analisado de acordo com a sua respectiva região produtora.

4.3. Determinação das propriedades físico-químicas

As análises físico-químicas para cada um dos vinhos foram as seguintes: acidez total e volátil (mEq/L em ácido tartárico e acético, respectivamente) com uso de pHmetro, aparato para titulometria e destilador Tecnal (TE0363) (AOAC, 2016); extrato seco total (g/L)

utilizando banho termostático a 100 °C e estufa a 105 °C até peso constante (AOAC, 2016); açúcares redutores utilizando Redutec Tecnal (TE0861) baseado no método de Lane-Eynon com redução de íons cobre a partir da solução de Fehling (AOAC, 2016); teor alcoólico (% v/v) utilizando destilador de arraste a vapor com posterior leitura em densímetro digital (Anton Paar®) (AOAC, 2016), teor de fenólicos totais (mg/L de ácido gálico) pelo método de Folin-Ciocalteu com emprego de espectrofotômetro de absorvância a 765 nm (Slinkard; Singleton, 1977); e índices de cor utilizando espectrofotometria nos comprimentos de onda de 450 nm, 520 nm, 570 nm e 630 nm determinando todos os parâmetros do espaço CIELab através do software MSCV 7.1 (Ayala *et al.*, 2012). Todas as propriedades físico-químicas foram obtidas em triplicata.

4.4. Análise sensorial

A análise sensorial descritiva utilizou a metodologia RATA (*Rate All That Apply*), que consiste em uma técnica que utiliza julgadores não treinados entre homens e mulheres, o qual nesta presente análise foram 55 mulheres e 61 homens. Esta metodologia é uma variação da técnica *Check All That Apply* (CATA) que utiliza basicamente uma lista de termos, atributos ou frases, a partir da qual os julgadores (consumidores) são solicitados a avaliar o quão aplicável cada atributo descritivo caracteriza cada uma das amostras (Ares *et al.*, 2015).

A ficha sensorial a seguir foi utilizada para esta análise consistiu de uma série de termos descritores dos vinhos tinto e branco, levantados através de um estudo sistêmico da literatura, ancorados por termos que descreviam o mínimo e o máximo de intensidade do referido atributo. Foi utilizada escala não estruturada de 9 cm e os escores consistiram da medida absoluta do mínimo da escala ao local assinalado pelo julgador.

A análise sensorial foi realizada em salas com cabines individuais com luz branca e temperatura entre 25 a 30 °C. As amostras foram servidas em copos plásticos de 30 mL com volume de bebida de 15 mL de forma monádica e codificadas com três dígitos aleatórios.

A análise sensorial de aceitação foi realizada na Universidade Estadual de Minas Gerais, Unidade Frutal. Cerca de 80 a 100 julgadores provaram todas as amostras de vinhos. Foi utilizado planejamento em blocos completos, e as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios e a apresentação foi realizada de forma monádica e randomizada. A cada amostra avaliada, o julgador foi instruído a beber uma pequena quantidade de água para lavagem do palato. Consumidores da região do Sul de Minas Gerais participaram da análise sensorial de

aceitação e a escolha desse painel foi justificada pela possibilidade de comparar a aceitação desses consumidores em relação aos vinhos advindos de diferentes regiões.

O painel de consumidores avaliou a aceitação em relação aos atributos de aparência, aroma, corpo, sabor e aceitação global através de uma escala estruturada de 9 pontos, variando do desgostei extremamente (escore 1) ao gostei extremamente (escore 9). A intenção de compra das amostras também foi avaliada utilizando uma escala estruturada de 5 pontos, variando de certamente não compraria (escore 1) a certamente compraria (escore 5).

Todos os julgadores receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovando a participação voluntária no teste sensorial de acordo com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

4.5. Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas do Excel (Microsoft®). Todos os resultados foram comparados mediante à aplicação da Análise de Variância (ANOVA) com posterior teste de comparação múltipla de Tukey, quando $P < 0,05$. A relação entre as propriedades físico-químicas, sensoriais e ambientais foi realizada através da aplicação da ferramenta multivariada de Análise de Componentes Principais. Os softwares utilizados foram o Minitab 17 (Minitab Inc.) e Statistica 12 (StatSoft Inc.). O nível de significância aplicado para todos os testes foi de 0,05 (ou 5%).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análises físico-químicas do vinho Syrah

Os resultados obtidos nesse estudo provenientes as análises físico-químicas dos vinhos das duas cultivares mencionadas foram avaliados separadamente pelo fato de serem vinhos tintos e brancos apresentando componentes químicos diferentes. Sendo assim, para facilitar a discussão, os resultados e a discussão estão divididos de acordo com as cultivares Syrah e Sauvignon Blanc.

A Tabela 1 mostra as propriedades físico-químicas dos vinhos da cultivar Syrah, sendo que todas apresentaram diferenças significativas quando os vinhos foram comparados entre as vinícolas produtoras ($p < 0,05$). O teor alcoólico de todas as amostras apresentou valores de acordo com a legislação que preconiza que os vinhos devem apresentar teor alcoólico entre 8,6 e 14 % v/v em etanol, exceto para o vinho Maria Maria (MM) que apresentou teor alcoólico médio de 14,27% v/v. O vinho Primeira Estrada (PE) apresentou o menor valor de teor alcoólico dentre as amostras avaliadas, com valor médio de 10,81% v/v. Os valores encontrados de teor alcoólico para as amostras estão de acordo com os resultados encontrados por Minnar *et al.*, (2019), exceto para o vinho PE, que estudaram a utilização de métodos de co-inoculação de leveduras e bactérias ácido-láticas para melhoria da extração de compostos fenólicos em vinhos Syrah. Os autores encontraram teores alcoólicos em torno de 12,11 a 13,57% v/v.

A acidez total apresentou valores de acordo com a legislação (40 a 130 mEq/L equivalente à faixa de 3 a 9,75 g/L), sendo o vinho Bárbara Eliodora (BE) o que apresentou maior acidez total (7,20 g/L), diferenciando-se de forma significativa dos demais vinhos que apresentaram acidez total em torno de 5,85 a 6,22 g/L. A acidez total do vinho é a soma entre a acidez volátil e a acidez fixa e indica a quantidade de ácidos existentes na bebida, promovendo tanto o gosto ácido acentuado quanto a minimização de contaminação microbiana, já que se estabelece um meio com pH baixo (Jackson, 2020). Os valores encontrados estão de acordo com os valores encontrados por Oliveira *et al.*, (2019) que estudaram a composição química e sensorial de vinhos Syrah da região do semi-árido brasileiro. Os vinhos deste estudo apresentaram acidez total em torno de 4,3 a 5,7 g/L. A amostra BE apresentou acidez total elevada de acordo com os resultados encontrados na literatura.

Tabela 1 – Resultados das propriedades físico-químicas dos vinhos tintos da cultivar Syrah

Propriedades físico-químicas	Vinhos Syrah ¹					Valor p ²
	BE	DV	MRMR	MM	PE	
Teor alcoólico (%v/v)	12,54±0,90 ab	12,72±0,72 a	13,68±0,31 a	14,27±0,81 a	10,81±0,55 b	0,001
Acidez total (g/L)	7,20±0,07 a	5,85±0,17 b	6,05±0,46 b	5,90±0,30 b	6,22±0,15 b	0,001
Acidez volátil (g/L)	0,39±0,03 ab	0,33±0,03 b	0,43±0,20 ab	0,56±0,08 ab	0,64±0,05 a	0,025
Extrato seco (g/L)	23,88±1,29 b	24,13±0,53 b	26,14±0,27 b	29,20±1,41 a	25,48±0,36 b	<0,001
Açúcares redutores (g/L)	4,32±0,20 b	5,34±0,19 a	4,13±0,22 bc	3,63±0,18 c	4,34±0,21 b	<0,001
Fenólicos totais (mg/L)	1416,8±58,7 b	1408,4±25,1 b	1248,1±36,0 c	1712,1±54,5 a	1525,9±41,1 b	<0,001
Luminosidade (L*)	30,37±0,11 a	8,66±0,05 d	25,13±0,05 b	2,66±0,05 e	20,26±0,11 c	<0,001
Chroma (C*)	56,24±0,10 b	41,18±0,11 c	59,28±0,41 a	19,04±0,39 d	56,59±0,04 b	<0,001
Ângulo de tonalidade (h*)	21,21±0,03 c	20,88±0,08 c	23,81±0,26 b	13,89±0,005 d	26,59±0,14 a	<0,001
Coordenada a*	52,43±0,10 b	38,47±0,08 d	54,23±0,27 a	18,48±0,39 e	50,60±0,09 c	<0,001
Coordenada b*	20,33±0,03 c	14,68±0,09 d	23,93±0,41 b	4,57±0,09 e	25,33±0,12 a	<0,001
Intensidade de cor	4,14±0,01 e	10,52±0,03 b	5,13±0,02 d	15,71±0,07 a	5,90±0,03 c	<0,001
Tonalidade	0,67±0,005 a	0,63±0,005 b	0,61±0,003 c	0,55±0,005 d	0,68±0,003 a	<0,001

¹BE: vinícola Bárbara Eliodora; DV: vinícola Davo; MRMR: vinícola Mar de Morros; MM: vinícola Maria Maria; PE: vinícola Primeira Estrada. ²Valor p referente ao teste de Análise de Variância a p<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Tukey a p<0,05.

No que se refere à acidez volátil, os vinhos apresentaram valores abaixo de 1,2 g/L, valor máximo preconizado pela legislação, indicando que todas as amostras não apresentam contaminação por bactérias acéticas que são responsáveis por oxidar o etanol em ácido acético. Para esse parâmetro físico-químico, o vinho Primeira Estrada (PE) apresentou maior valor de acidez volátil e o vinho Davo (DV) apresentou o menor valor dentre os analisados. Os valores de acidez volátil também corroboram os achados de Oliveira *et al.* (2019) que encontraram valores de acidez volátil para vinhos Syrah variando de 0,32 a 0,81 g/L.

Em relação ao extrato seco, todas as amostras foram classificadas como leves ao paladar, apresentando texturas medianas, visto que o extrato seco médio de todas as amostras apresentou valores inferiores a 30 g/L.

Vinhos com extrato seco abaixo de 20 g/L são considerados leves ao paladar, em contrapartida aos vinhos com extrato seco acima de 30 g/L são considerados encorpados (Castilhos; Del Bianchi, 2022).

De acordo com a legislação (Brasil, 2018b) todas as amostras analisadas foram classificadas como vinhos meio seco, pois apresentaram teores médios de açúcar redutor acima de 4,0 g/L e abaixo de 25 g/L. Vinhos secos apresentam teor de açúcar redutor abaixo de 4,0 g/L. Neste caso, somente a vinícola Maria Maria apresentou-se como vinho seco, por apresentar teor de açúcar redutor abaixo de 4 g/L. Os valores encontrados para açúcar redutor chamaram atenção, já que se esperava encontrar vinhos secos em todas as amostras. Há controvérsias sobre o comportamento do açúcar redutor em relação à maior ou menor irrigação da videira. Estudo de Chaves *et al.* (2007) mostrou que a irrigação e pluviosidade não influenciaram de forma significativa na concentração de açúcar de uvas Castelão e Moscatel cultivadas em Portugal; em contrapartida, estudo de Trigo-Córdoba *et al.* (2015) mostrou que a oferta de água para a videira das uvas Godello e Treixadura, cultivadas na Espanha, influenciou de forma significativa na produtividade e na composição dos mostos, não havendo diferenças para os vinhos. Sendo assim, a oferta de água por irrigação ou por volume de precipitação de chuvas, pode afetar de forma diferenciada as videiras e as uvas cultivadas em determinadas regiões.

O teor de fenólicos totais apresentou valores expressivos para todas as amostras, sendo as amostras da vinícola Maria Maria as que apresentaram valores superiores para este parâmetro físico-químico e as amostras da vinícola Mar de Morros as que apresentaram menores valores. Mesmo o menor valor médio de fenólicos totais foi considerado elevado, visto que são concentrações significativamente superiores aos vinhos tintos de uvas híbridas como a Isabel,

por exemplo (Castilhos *et al.*, 2015b). Este resultado é importante do ponto de vista nutricional, pois os compostos fenólicos apresentam efetiva capacidade antioxidante e são compostos importantes no combate à formação de radicais livres (Jackson, 2020).

Estudos mostram que a incidência solar é um fator ambiental que influencia diretamente na síntese de compostos fenólicos, sendo luz e temperatura os principais fatores responsáveis por afetar os metabólitos primários e secundários como sólidos solúveis, acidez e os compostos fenólicos propriamente ditos (Spayd *et al.*, 2002; Cheng *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2022). Estudo de Azuma *et al.* (2012) reportou que a incidência solar de forma controlada aumenta a expressão genética da biossíntese de antocianinas na uva, aumentando naturalmente a sua concentração. Isso é explicado como um mecanismo de defesa adotado pela uva contra um fator agressivo que é a luz solar.

Em relação aos índices de cor, os vinhos da vinícola Bárbara Eliodora apresentaram maior luminosidade e tonalidade, indicando bebidas com coloração tinta expressiva, porém mais límpidos e claros, que não fornecem tanto obstáculo para a passagem de luz. Os vinhos da vinícola Mar de Morros apresentaram maiores valores da coordenada a^* e Chroma, indicando maior intensidade na cor vermelha, apresentando maior saturação (Chroma). Os vinhos da vinícola Maria Maria apresentaram maior intensidade de cor e os vinhos da vinícola Primeira Estrada apresentaram maiores valores de ângulo de tonalidade, coordenada b^* e tonalidade, sendo estes com maior tonalidade amarela e com expressiva tonalidade vermelha por apresentar valores expressivos da coordenada a^* .

Os vinhos Maria Maria que apresentaram menores valores da coordenada a^* se assemelharam aos valores encontrados por Castilhos *et al.* (2016) para vinhos elaborados pela uva híbrida BRS Violeta, uma variedade tintureira, ou seja, que apresenta a película e a polpa tinta. Este fato chama atenção, pois indica que os vinhos Syrah da vinícola Maria Maria são extremamente fortes em cor violeta, assim como os vinhos BRS Violeta estudados pelos autores citados acima. Os vinhos Maria Maria também apresentaram baixos resultados de Chroma, corroborando o que foi encontrado para o vinho BRS Violeta, ou seja, são vinhos tintos com elevada tonalidade violeta avermelhada e com baixa saturação e cores densas (Castilhos *et al.*, 2015a).

Assim como os compostos fenólicos, os índices de cor também são influenciados pela amplitude térmica e pela incidência solar, pois tanto antocianinas, como flavonóis são compostos químicos responsáveis por determinar a cor do vinho, sendo o segundo componente

responsável por reações de copigmentação que fornecem coloração mais atraente ao vinho, ganhando apreço do consumidor (Zhang *et al.*, 2021). Estudo de Tian *et al.*, (2022) reportou que tanto antocianinas e flavonóis como flavan-3-óis aumentaram suas concentrações em uvas com maior incidência solar, evidenciando que a radiação ultravioleta é responsável por aumentar a biossíntese desses compostos na uva, aumentando o seu potencial antioxidante.

De uma forma geral, os índices de cor mostraram que os vinhos se diferenciaram de forma significativa entre as vinícolas, assim como todos os parâmetros físico-químicos avaliados. Isso mostra que os fatores ambientais geram grande influência no perfil químico, fato que pressupõe mudanças significativas no perfil sensorial.

5.2 Análises físico-químicas do vinho Sauvignon Blanc

A Tabela 2 mostra que a grande maioria das propriedades físico-químicas dos vinhos Sauvignon Blanc apresentou diferenças significativas, sendo que teor alcoólico ($p=0,145$), acidez volátil ($p=0,174$), ângulo de tonalidade ($p=0,205$) e coordenada a^* ($p=0,650$) não apresentaram diferenças significativas na comparação das amostras de vinhos Sauvignon Blanc.

A acidez total apresentou valores variando de 7,15 g/L (amostra Mar de Morros, MRMR) a 8,45 g/L (amostra Davo, DV). Estes resultados apresentaram valores acima dos encontrados por Cortiella *et al.* (2020) que analisou o perfil químico e sensorial dos vinhos Sauvignon Blanc fermentado em diferentes reatores. Os autores encontraram valores para acidez total variando de 6,07 a 6,41 g/L. Estudo de Parr *et al.* (2013) avaliou a influência de diversas regiões produtoras de vinhos Sauvignon Blanc na Nova Zelândia e mostrou valores de acidez total para vinhos Sauvignon Blanc variando de 6,97 a 10,63 g/L, mostrando que vinhos produzidos por regiões diferenciadas geram parâmetros químicos diferenciados. Este fato corrobora o que foi encontrado no estudo. Todas as amostras apresentaram acidez total e volátil de acordo com os parâmetros preconizados pela legislação.

Todas as amostras também foram classificadas como leves ao paladar, apresentando texturas medianas, visto que o extrato seco médio de todas as amostras apresentou valores inferiores a 30 g/L. Vinhos Sauvignon Blanc produzidos na Nova Zelândia apresentaram extrato seco variando de 15,7 a 24,5 g/L, evidenciando que a região produtora é um dos fatores que influencia na textura e no corpo do vinho (Parr *et al.*, 2013). Vinhos Sauvignon Blanc produzidos na Itália também apresentaram valores semelhantes de extrato seco, variando de 19,2 a 21,3 g/L (Baiano *et al.*, 2012).

De acordo com a legislação (Brasil, 2018b) todas as amostras foram classificadas como vinhos secos, pois apresentaram teores de açúcares redutores abaixo de 4 g/L, exceto a amostra Davo (DV) que apresentou teor médio de açúcar redutor na faixa de 4,87 g/L, sendo classificado como um vinho meio seco. Estudos de Baiano *et al.* (2012) e Cortiella *et al.* (2020) mostraram que os vinhos apresentaram teores de açúcar redutor em torno de 1,0 a 2,0 g/L, sendo todos classificados como secos. Entretanto, estudo de Parr *et al.* (2013) mostrou que os vinhos Sauvignon Blanc apresentaram variações no teor de açúcares redutores de acordo com a região estudada, variando de 1,5 a 5,8 g/L.

Nas regiões tropicais, as temperaturas elevadas, junto com a baixa amplitude térmica, aumentam a concentração dos compostos fenólicos essenciais para promover cor, estrutura e estabilização aos vinhos (Kliewer, 2005; Bergqvist; Dokoozlian; Ebisuda, 2001; Spayd *et al.*, 2002; Mori *et al.*, 2004; Amorim; Favero; Regina, 2005). A forte incidência solar promove maior estresse à videira, promovendo maior formação e concentração de compostos fenólicos como substâncias antioxidantes que protegem a videira de variações térmicas ambientais. Além disso, os vinhos produzidos nas regiões tropicais apresentam maior produtividade por serem elaborados em duas épocas distintas do ano, além de os produtores serem beneficiados com a programação da colheita e com menor incidência de doenças da videira (Regina *et al.*, 2006).

O teor de fenólicos totais apresentou diferenças significativas entre as amostras, sendo observado valores superiores para a amostra Mar de Morros (MRMR); e as demais amostras apresentaram valores inferiores. O elevado valor de fenólicos totais pode estar interligado às temperaturas elevadas na região produtora junto com a baixa amplitude térmica (Amorim *et al.*, 2005). Este resultado para a cultivar Sauvignon Blanc é importante do ponto de vista nutricional, pois os compostos fenólicos apresentam efetiva capacidade antioxidante e são compostos importantes no combate à formação de radicais livres (Jackson, 2020).

Em relação aos índices de cor, os vinhos da vinícola Bárbara Eliodora (BE) e Maria Maria (MM) apresentaram maior luminosidade e tonalidade, indicando bebidas com coloração expressiva, porém mais límpidos e claros, que não fornecem tanto obstáculo para a passagem de luz. Segundo Soares *et al.* (2009), a aparência de vinhos brancos deve ser clara, límpida e sua cor deve variar do amarelo-esverdeado ao amarelo-palha, dourado, amarelo-âmbar ou alaranjado e, quando muito jovens, apresentam tonalidades verdes.

Tabela 2 – Resultados das propriedades físico-químicas dos vinhos tintos da cultivar Sauvignon Blanc

Propriedades físico-químicas	Vinhos Sauvignon Blanc ¹				Valor p ²
	BE	DV	MRMR	MM	
Teor alcoólico (%v/v)	11,42±0,55	13,09±0,32	11,83±1,52	12,52±0,03	0,145
Acidez total (g/L)	8,28±0,11 a	8,45±0,07 a	7,15±0,04 c	7,57±0,14 b	<0,001
Acidez volátil (g/L)	0,37±0,03	0,41±0,05	0,45±0,03	0,41±0,00	0,174
Extrato seco (g/L)	15,77±0,34 b	23,97±3,27 a	17,02±0,12 b	17,44±0,40 b	0,001
Açúcares redutores (g/L)	3,28±0,13 b	4,87±0,18 a	3,00±0,08 b	3,03±0,07 b	<0,001
Fenólicos totais (mg/L)	132,12±8,10 b	144,80±6,68 b	220,27±14,02 a	120,49±11,03 b	<0,001
Luminosidade (L*)	95,13±0,47 a	88,20±2,62 b	95,06±0,85 a	94,80±0,17 a	0,001
Chroma (C*)	4,41±0,57 ab	5,74±1,46 a	2,48±0,26 b	5,38±0,13 a	0,004
Ângulo de tonalidade (h*)	106,23±3,24	97,81±14,95	113,47±6,14	102,63±0,50	0,205
Coordenada a*	-1,21±0,09	-0,51±1,46	-0,97±0,12	-1,18±0,05	0,650
Coordenada b*	4,23±0,61 ab	5,58±1,54 a	2,27±0,34 b	5,25±0,13 a	0,006
Intensidade de cor	0,24±0,02 b	0,50±0,09 a	0,22±0,02 b	0,26±0,007 b	<0,001
Tonalidade	2,24±0,05 a	1,56±0,13 c	1,90±0,15 b	2,26±0,01 a	<0,001

¹BE: vinícola Bárbara Eliodora; DV: vinícola Davo; MRMR: vinícola Mar de Morros; MM: vinícola Maria Maria. ²Valor P referente ao teste de Análise de Variância a p<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Tukey a p<0,05.

Os vinhos Bárbara Eliodora (BE) e Davo (DV) apresentaram maiores valores da coordenada a^* e Chroma, indicando coloração mais amarelada e mais intensidade na cor amarelo-palha, apresentando maior saturação (Chroma). Em relação à intensidade de cor e coordenada b^* e tonalidade somente o vinho Davo (DV) apresentou maior intensidade de cor. Os índices de cor mostraram que os vinhos se diferenciaram de forma significativa entre as vinícolas, assim como todos os parâmetros físico-químicos avaliados. Isso é um indicativo de que os fatores ambientais podem influenciar diretamente nos vinhos produzidos pelas regiões vinícolas estudadas e o *terroir* pode gerar grande influência no perfil químico e sensorial.

5.3. Parâmetros ambientais

A Tabela 3 mostra as estatísticas descritivas dos fatores ambientais levantados no estudo. Dentre todas as variáveis ambientais, foi possível observar a presença de somente uma delas com diferenças significativas entre as regiões das vinícolas; a altitude ($p=0,003$). Os vinhos Primeira Estrada (PE) são os que apresentaram produção em um local de maior altitude em comparação com as demais vinícolas, sendo a Maria Maria (MM) a que apresentou menor altitude em comparação com as demais vinícolas avaliadas. Não houve diferenças significativas entre as vinícolas quando a produção (Kg de uva colhido por planta), temperatura mínima e máxima e amplitude térmica foram comparadas, visto que todos os valores P foram superiores ao nível de significância adotado para o teste.

Vale ressaltar que a produção referente às videiras da cultivar Sauvignon Blanc não foram consideradas para análise por falta de representatividade amostral, ou seja, não houve dados suficientes para a análise estatística (até então). No caso dos dados de pluviosidade, não houve variação entre as regiões. Em todas as regiões analisadas foi observada pluviosidade de 24 mm no mês de maio, 27 mm no mês de junho, 1 mm no mês de julho e 0 mm no mês de agosto. Como esses dados foram observados para todas as regiões avaliadas, os dados de pluviosidade não foram analisados de forma comparativa, entretanto foram considerados para a análise multivariada.

Apesar de a grande maioria dos fatores ambientais avaliados não apresentarem diferenças significativas quando as vinícolas foram comparadas, tal fato não indica que não há influência do meio ambiente sobre as variáveis físico-químicas. Sendo assim, para otimizar o caráter exploratório dos dados, foi realizada uma abordagem multivariada através da aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA) que relacionou os vinhos produzidos por cada

vinícola com os parâmetros físico-químicos e ambientais. As Figuras 3 e 4 mostram a Análise de Componentes Principais relacionando os vinhos Syrah e Sauvignon Blanc, respectivamente, com os seus parâmetros físico-químicos e ambientais.

Tabela 3 – Média±desvio padrão dos fatores ambientais levantados no estudo para cada região avaliada

Parâmetros ambientais	Vinhos ¹					Valor p ²
	BE	DV	MM	MRMR	PE	
Altitude (m)	911,3±33,0 bc	903,6±10,9 bc	877,7±17,8 c	953,0±34,6 ab	977,3±10,0 a	0,003
Produção (Kg/planta) Syrah	1,7±0,6 a	1,0±0,0 a	1,2±0,8 a	0,8±0,5 a	0,5±0,3 a	0,369
Temperatura mínima (°C)	11,4±0,8 a	11,6±1,0 a	13,5±0,8 a	11,6±1,0 a	12,2±0,9 a	0,127
Temperatura máxima (°C)	23,2±1,0 a	23,1±1,1 a	23,9±1,1 a	23,2±1,0 a	23,0±1,0 a	0,865
Amplitude térmica (°C)	11,8±1,6 a	11,4±2,0 a	10,4±1,2 a	11,5±1,9 a	10,8±1,3 a	0,842

¹BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MM: Maria Maria; MRMR: Mar de Morros; PE: Primeira Estrada. ²Valor P referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a p<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Tukey a p<0,05.

De acordo com a Figura 3, a componente 1 (PC1) foi responsável por explicar 47,06% da variação dos dados e a componente 2 (PC2) explicou 13,43% da variação dos dados. Ambas as componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 60,49% da variação total dos dados.

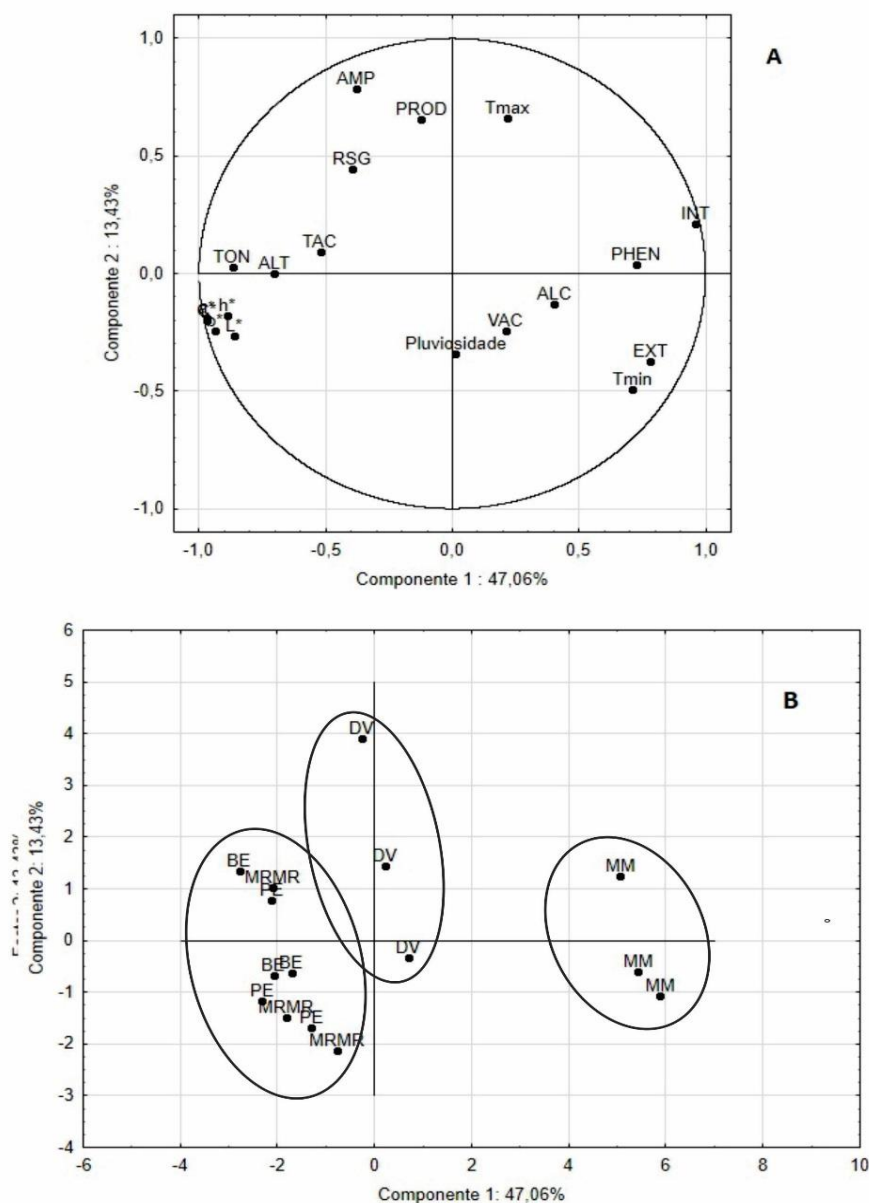


Figura 3 – Análise de Componentes Principais dos vinhos Syrah em relação aos parâmetros físico-químicos

Nota da Figura 3: ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; EXT: extrato seco; RSG: açúcar redutor; PHEN: fenólicos totais; L*: luminosidade; C*: Chroma; h*: ângulo de tonalidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade; PROD: produtividade, Tmax: Temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima, AMP: amplitude térmica; BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MRMR: Mar de Morros; MM: Maria Maria; PE: Primeira Estrada.

A PC1 apresentou dois grupos de variáveis que se relacionaram: o primeiro grupo (lado positivo da abscissa) relacionou os parâmetros físico-químicos de extrato seco, teor de fenólicos totais e intensidade de cor com o parâmetro ambiental de temperatura mínima; o segundo grupo (lado negativo da abscissa) relacionou os parâmetros físico-químicos de luminosidade (L^*), Chroma (C^*), ângulo de tonalidade (h^*), coordenada a^* , coordenada b^* , tonalidade com o parâmetro ambiental de altitude. A PC2 somente teve relação significativa da produtividade (Kg de uva por planta), temperatura máxima e amplitude térmica (lado negativo da ordenada) (Figura 3A). As propriedades de teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, açúcar redutor e pluviosidade não contribuíram com a análise e não apresentaram relação direta com nenhum dos grupos pontuados.

Os vinhos Maria Maria (MM) se relacionaram de forma direta com o primeiro grupo da PC1, localizando ao lado positivo da abscissa (Figura 3B). Esses vinhos, portanto, caracterizaram-se por apresentar valores de extrato seco, teor de fenólicos totais e intensidade de cor superior em relação aos demais vinhos. Neste contexto, estes vinhos podem ser considerados os mais encorpados e com maior intensidade de cor pela considerável concentração de compostos fenólicos. Vale ressaltar que há um indicativo em considerar que os vinhos Maria Maria apresentaram maior concentração de fenólicos totais e maior intensidade de cor devido à maior temperatura mínima observada na região avaliada. Como observado anteriormente, a temperatura e a incidência solar são parâmetros que influenciam de forma significativa na maior produção de compostos fenólicos, influenciando diretamente na cor, intensificando tal característica no vinho.

Pela análise da PCA, há um indicativo em considerar que os vinhos Primeira Estrada (PE), Bárbara Eliodora (BE) e Mar de Morros (MRMR) se relacionaram diretamente com o segundo grupo da PC1 (lado negativo da abscissa) (Figura 3B), apresentando maiores índices de cor como luminosidade, Chroma, ângulo de tonalidade, coordenada a^* , coordenada b^* e tonalidade, havendo uma possível relação com a altitude da região dessas vinícolas. Liang *et al.*, (2014) estudaram a composição fenólica de uvas reportaram que uvas cultivadas em maiores altitudes apresentam maior concentração de compostos fenólicos como antocianinas, flavonóis e flavan-3-óis, influenciando positivamente na coloração e nos índices de cor dos vinhos produzidos.

Ainda, verificou-se que os vinhos Davo (DV) se relacionaram diretamente com a PC2, evidenciando que as videiras dessa vinícola apresentaram maior produção de uva por planta

devido à maior amplitude térmica e à maior temperatura máxima. É de conhecimento que as variações de temperatura no ambiente de cultivo levam a mudanças na efetividade da floração e da frutificação da videira. A floração não ocorre quando a temperatura do ambiente não atingir cerca de 20 °C. Além disso, a amplitude térmica afeta o período de colheita da uva e sua qualidade e as reações específicas que ocorrem na uva também são afetadas. Sendo assim, a composição da uva e qualidade potencial do vinho produzido são influenciados pela variação da temperatura no ambiente (Jackson, 2020).

De acordo com a Figura 4, a componente 1 (PC1) foi responsável por explicar 37,21% da variação dos dados e a componente 2 (PC2) explicou 23,32% da variação dos dados. Ambas as componentes principais (PC1 e PC2) explicaram 60,53% da variação total dos dados.

A PC1 apresentou dois grupos de variáveis que se relacionaram: o primeiro grupo (lado positivo da abscissa) relacionou os parâmetros físico-químicos de acidez total, extrato seco, açúcares redutores, Chroma, coordenada b^* e intensidade de cor, não havendo relação com parâmetro ambiental; o segundo grupo (lado negativo da abscissa) relacionou os parâmetros físico-químicos de luminosidade (L^*) e ângulo de tonalidade (h^*), sem relação direta com parâmetro ambiental. A PC2 teve uma relação significativa da tonalidade com a temperatura mínima (lado positivo da ordenada) e uma relação direta entre altitude e amplitude térmica (lado negativo da ordenada) (Figura 4A). As propriedades de teor alcoólico, acidez volátil, fenólicos totais e coordenada a^* , temperatura máxima e pluviosidade contribuíram pouco com a análise e não apresentaram relação direta com nenhum dos grupos pontuados. Este resultado pode ser explicado pelo fato de os vinhos brancos não apresentar concentrações significativas de fenólicos como antocianinas e flavan-3-óis, além de não apresentar tonalidade avermelhada ou esverdeada (coordenada a^*) intensa.

Apesar da pouca contribuição, o teor de fenólicos totais apresentou relação direta com altitude e amplitude térmica, mostrando que os vinhos Mar de Morros são os que apresentaram maior concentração destes compostos (Figura 4B). Os vinhos Maria Maria (MM) se relacionaram com a elevada tonalidade devido à maior temperatura mínima do ambiente onde foram produzidos. Os vinhos Davo (DV) apresentaram maior acidez total, extrato seco, açúcares redutores, Chroma, coordenada b^* e intensidade de cor, não havendo relação direta com nenhum parâmetro ambiental. Os vinhos Bárbara Eliodora apresentaram relação tanto com os parâmetros do lado positivo da ordenada (tonalidade e temperatura mínima) quanto com os parâmetros do lado negativo da abscissa (luminosidade e ângulo de tonalidade).

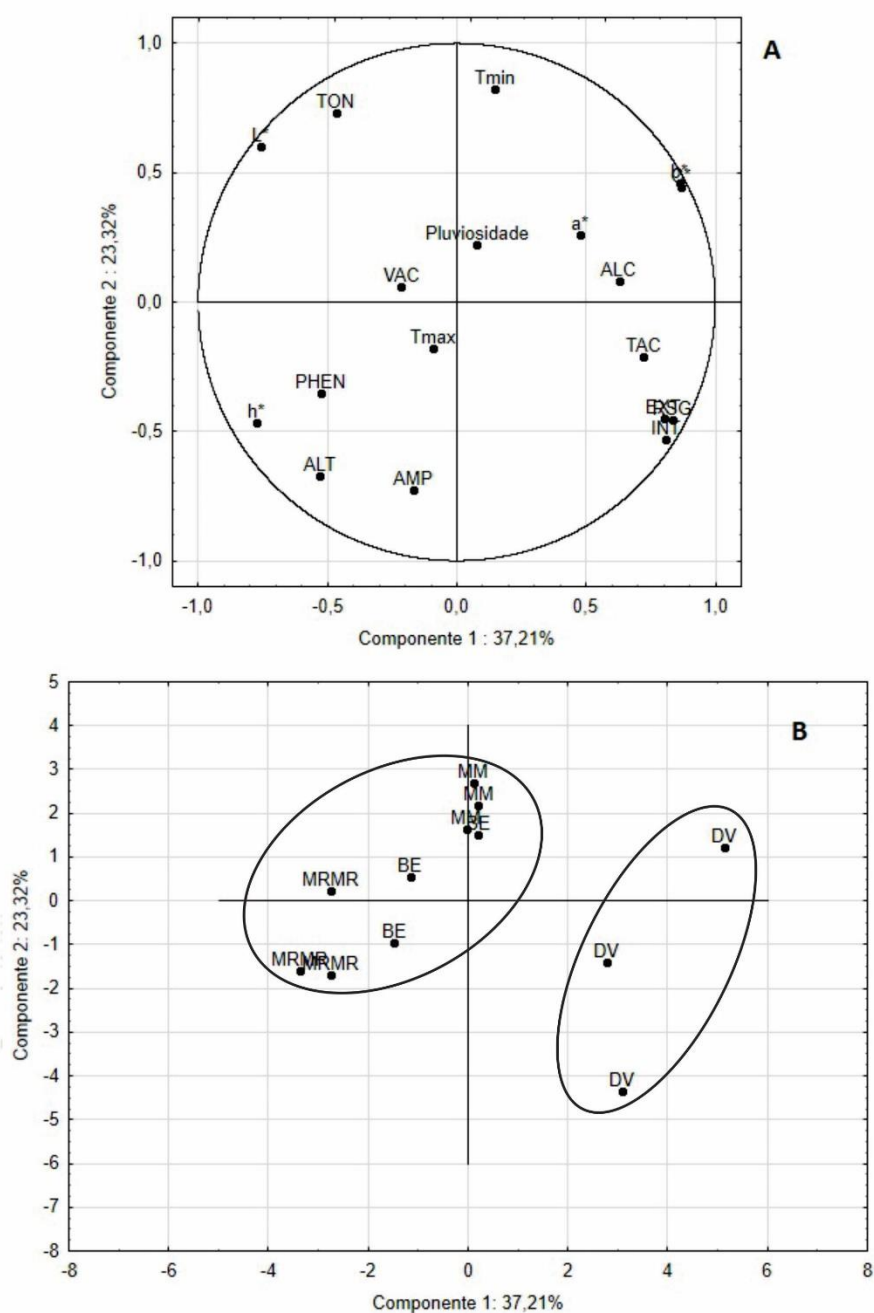


Figura 4 – Análise de Componentes Principais dos vinhos Sauvignon Blanc em relação aos parâmetros físico-químicos.

Nota da Figura 4: ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; EXT: extrato seco; RSG: açúcar redutor; PHEN: fenólicos totais; L*: luminosidade; C*: Chroma; h*: ângulo de tonalidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade; PROD: produtividade, Tmax: Temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima, AMP: amplitude térmica; BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MRMR: Mar de Morros; MM: Maria Maria; PE: Primeira Estrada.

Apesar da pouca relação dos parâmetros químicos com os fatores ambientais, foi possível observar, novamente, a relação direta dos fenólicos totais e dos índices de cor com a temperatura e altitude. Essa relação é consolidada na literatura e evidencia que quanto maior a altitude, maior a amplitude térmica e maior as temperaturas mínimas, maior será a concentração de compostos fenólicos, respondendo de forma direta nos índices de cor (Liang *et al.*, 2014; Spayd *et al.*, 2002; Cheng *et al.*, 2015; Tian *et al.*, 2022).

A PCA para os vinhos Sauvignon Blanc apresentou certa limitação na análise exploratória dos dados e espera-se que esta abordagem mostre relações mais concretas sobre os parâmetros químicos e ambientais com o aumento da coleta dos dados ambientais ao longo do tempo (dados que serão coletados em projetos futuros).

5.4. Análise sensorial vinho tinto

A análise sensorial dos vinhos tinto foi composta por 106 provadores não treinados (45 mulheres – 58,3%) com idade média de 28,30 anos (idade mínima de 18,0 anos e idade máxima de 52). Os resultados da análise sensorial descritiva dos vinhos tintos, estão descritas na Tabela 6.

Os dados mostram a presença de diferenças significativas na comparação dos vinhos nos seguintes atributos descritivos: cor vermelha ($p < 0,001$), aroma frutado ($p = 0,026$), aroma amadeirado ($p = 0,011$), aroma vegetal ($p = 0,049$), gosto doce ($p = 0,004$), gosto ácido ($p = 0,001$), sabor frutado ($p = 0,011$), sabor amadeirado ($p < 0,001$) e corpo ($p < 0,001$). Os vinhos Mar de Morros se destacaram apresentaram maiores escores para a cor vermelha, apresentando destaque para o aroma vegetal. Os vinhos Maria Maria apresentaram maior aroma frutado, sabor amadeirado e corpo. Os vinhos Davo apresentaram maiores escores para aroma amadeirado e os vinhos Primeira Estrada se destacaram no gosto ácido, sabor frutado, sabor amadeirado e corpo. Todos os vinhos apresentaram escores consideráveis para gosto doce, exceto o vinho Mar de Morros que apresentou o menor escore para este descritor.

Os resultados da análise sensorial de aceitação dos vinhos tintos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais descritivas dos vinhos tintos

Descritores sensoriais	Vinhos Syrah ¹					Valor p ²
	BE	DV	MRMR	MM	PE	
Cor vermelha	5,79±2,13c	5,95±2,09bc	7,50±1,48a	7,41±1,45a	6,61±1,88b	<0,001
Aroma frutado	5,73±2,10ab	5,81±2,05ab	6,15±1,94ab	6,38±2,13a	5,54±2,12b	0,026
Aroma amadeirado	6,12±2,37ab	6,26±2,30a	5,59±2,35ab	5,37±1,92b	6,20±2,33ab	0,011
Aroma vegetal	5,54±2,46b	5,86±2,41ab	6,61±4,41a	6,20±2,13ab	6,40±2,09ab	0,049
Aroma floral	6,07±2,27a	6,13±2,23a	5,70±2,16a	6,04±2,29a	5,95±2,39a	0,664
Aroma de especiarias	6,04±2,34a	6,27±2,23a	6,49±7,09a	5,56±2,46a	5,36±2,56a	0,166
Gosto doce	5,89±2,38a	5,84±2,34a	4,81±2,63b	5,95±2,38a	5,76±2,58a	0,004
Gosto amargo	5,81±2,53a	6,00±2,48a	5,79±2,14a	6,09±2,26a	5,72±2,52a	0,777
Gosto ácido	6,42±2,10abc	6,69±1,89ab	5,93±2,11bc	5,77±2,29c	6,75±1,91a	0,001
Sabor frutado	6,31±2,19a	6,11±2,22ab	5,29±2,62b	5,89±2,37ab	6,18±2,00a	0,011
Sabor amadeirado	5,84±2,17a	4,50±2,65b	5,90±2,28a	6,37±1,91a	6,08±1,89a	<0,001
Corpo	5,88±2,22a	4,78±2,32b	6,04±2,43a	5,99±2,20a	5,75±2,44a	<0,001
Persistência	5,89±7,22a	4,96±2,78a	6,39±2,05a	5,83±2,56a	5,96±2,24a	0,105

¹BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MRMR: Mar de Morros; MM: Maria Maria, PE: Primeira Estrada. ²Valor p referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a p<0,05. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a p<0,05.

Tabela 5 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos tintos

Descritores sensoriais de aceitação ¹	Vinhos Syrah ¹					Valor p ³
	BE	DV	MRMR	MM	PE	
Aparência	7,02±1,76ab	7,22±1,78ab	7,49±1,40a	6,74±2,08b	7,61±1,33a	0,005
Aroma	5,85±2,01ab	6,38±2,17ab	6,94±1,62a	6,23±1,96b	6,23±1,96a	0,005
Corpo	5,71±1,94ab	6,12±2,04ab	6,38±1,90a	5,98±1,94b	5,98±1,94a	0,005
Sabor	5,45±2,35ab	5,96±2,88ab	6,12±2,19a	5,56±2,15b	5,47±2,16a	0,005
Aceitação global	5,67±2,25ab	5,90±2,21ab	6,21±2,00a	5,85±2,11b	5,79±2,20a	0,005
Intenção de compra ²	3,17±1,32a	3,20±1,23a	3,01±1,42a	3,12±1,21a	3,20±1,27a	0,826

¹Atributos avaliados utilizando uma escala estruturada de 9 pontos. ²Atributos avaliados utilizando uma escala estruturada de 5 pontos. ³BE: vinícola Bárbara Eliodora; DV: vinícola Davo; MRMR: vinícola Mar de Morros; MM: vinícola Maria Maria. ³Valor p referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a $p < 0,05$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a $p < 0,05$.

Todos os atributos de aceitação apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), a intenção de compra não apresentou diferenças significativas quando os vinhos foram comparados ($p = 0,826$). Em todos os atributos de aceitação sensorial, os vinhos Primeira Estrada e Mar de Morros foram os que apresentaram escores superiores contrapartida os vinhos Davo e Bárbara Eliadora não obtiveram diferença significativa em relação aos demais vinhos analisados no estudo. Em geral, todas as amostras obtiveram resultados médios superiores a 5,0 para os atributos de aceitação avaliados, sendo assim, podemos afirmar que a maioria das amostras de vinhos tintos apresentaram boa aceitação.

5.5. Análise sensorial vinho branco

A análise sensorial dos vinhos brancos foi composta por 106 provadores não treinados (55 mulheres – 47,7%) com idade média de 48,09 anos (idade mínima de 18,0 anos e idade máxima de 53). Os resultados da análise sensorial descritiva dos vinhos brancos estão descritos na Tabela 4.

Todos os resultados obtidos da comparação dos vinhos brancos em relação aos atributos de descrição sensorial resultaram em ausência de diferenças significativas, exceto para cor amarela ($p = 0,011$) e gosto ácido ($p = 0,027$). O vinho Davo apresentou destaque na cor amarela, sendo uma característica atrativa ao consumidor, sendo o vinho Bárbara Eliadora o que apresentou o menor escore para cor amarela. O vinho Maria Maria apresentou o maior escore para gosto ácido, seguido dos vinhos Bárbara Eliadora, Mar de Morros e Davo.

Tabela 6 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais descritivas dos vinhos brancos

Descritores sensoriais	Vinhos Sauvignon Blanc ¹				Valor p
	BE	DV	MRMR	MM	
Cor amarela	2,88±2,31b	3,89±2,51a	2,97±2,33b	3,22±2,50ab	0,011
Aroma frutado	3,59±2,44a	4,45±5,55a	3,72±2,15a	3,97±2,37a	0,271
Aroma amadeirado	3,64±2,40a	4,19±2,55a	3,54±2,19a	3,71±2,38a	0,196
Aroma vegetal	3,86±2,48a	3,82±2,40a	3,73±2,31a	3,86±2,42a	0,977
Aroma floral	3,88±2,64a	4,22±2,36a	3,60±2,23a	3,75±2,53a	0,308
Aroma de especiarias	3,89±2,70a	3,90±2,57a	3,93±2,38a	3,65±2,55a	0,846
Gosto doce	3,92±2,71a	3,88±2,46a	3,63±2,64a	3,97±2,45a	0,777
Gosto amargo	4,73±2,57a	4,47±2,50a	4,53±2,41a	4,15±2,43a	0,399
Gosto ácido	4,44±2,54ab	3,67±2,39b	4,12±2,49ab	4,63±2,44a	0,027
Sabor frutado	3,86±2,56a	3,84±2,57a	3,71±2,39a	3,69±2,37a	0,943
Sabor amadeirado	4,10±2,55a	3,79±2,39a	4,22±2,53a	4,24±2,47a	0,524
Corpo	4,93±2,30a	4,34±2,40a	4,88±2,26a	4,87±2,30a	0,208
Persistência	4,75±2,77a	4,27±2,25a	4,59±2,69a	4,17±2,91a	0,351

¹BE: vinícola Bárbara Eliodora; DV: vinícola Davo; MRMR: vinícola Mar de Morros; MM: vinícola Maria Maria. ²Valor p referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a $p < 0,05$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a $p < 0,05$.

Os resultados da análise sensorial de aceitação dos Vinhos Brancos estão apresentados na Tabela 7.

Em geral, todas as amostras obtiveram resultados médios igual ou superior a 5,0 para os atributos de aceitação avaliados, sendo assim, podemos afirmar que a maioria das amostras de vinhos brancos apresentou boa aceitação. Todos os atributos de aceitação sensorial não apresentaram diferenças significativas quando os vinhos das diferentes vinícolas avaliadas foram comparados ($p > 0,05$). A fim de explorar os dados de forma mais relevante, uma análise multivariada relacionando o perfil químico com os atributos sensoriais será apresentada posteriormente.

Tabela 7 – Média±desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos brancos

Descritores sensoriais de aceitação ¹	Vinhos Sauvignon Blanc				Valor p ³
	BE	DV	MRMR	MM	
Aparência	6,24±1,91a	6,55±1,92a	6,69±1,75a	6,62±1,68a	0,307
Aroma	5,69±2,12a	6,15±2,04a	6,18±1,78a	6,15±1,85a	0,257
Corpo	5,70±1,95a	5,94±2,11a	5,73±2,08a	5,90±1,82a	0,777
Sabor	4,96±2,40a	5,43±2,34a	5,15±2,44a	5,44±2,42a	0,394
Aceitação global	5,27±2,24a	5,70±2,28a	5,44±2,23a	5,79±2,12a	0,298
Intenção de compra ²	2,67±1,15a	2,98±1,27a	2,82±1,23a	2,82±1,23a	0,337

¹Atributos avaliados utilizando uma escala estruturada de 9 pontos. ²Atributos avaliados utilizando uma escala estruturada de 5 pontos. ³BE: vinícola Bárbara Eliodora; DV: vinícola Davo; MRMR: vinícola Mar de Morros; MM: vinícola Maria Maria. ²Valor p referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a p<0,05.

5.6. Relação entre parâmetros físico-químicos e sensoriais

A Figura 5 mostra os resultados da Análise de Componentes Principais aplicada aos parâmetros físico-químicos e sensoriais referentes ao vinho Syrah.

As duas componentes principais explicaram o total de 95,85% da variação dos dados, sendo a componente 1 responsável por 90,40% do total da variação e a componente 2 responsável por 5,45% do total da variação dos dados.

A componente 1 foi dividida em dois grupos de variáveis, sendo o primeiro deles composto por teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, açúcares redutores, fenólicos totais, intensidade de cor, tonalidade e todos os atributos sensoriais descritivos e de aceitação. Essas variáveis se localizaram no eixo negativo da componente 1. Os índices de cor: luminosidade, Chroma, ângulo de tonalidade, coordenada a* e coordenada b* foram relacionadas com o lado positivo da componente 1, formando o segundo grupo de variáveis. A componente 2 apresentou somente uma variável que contribuiu de forma significativa: o extrato seco (lado negativo) (Figura 5A).

Os vinhos que se relacionaram com todas as variáveis do lado negativo da componente 1 foram os da vinícola Maria Maria (em maior extensão) e Davo (em menor extensão). Os vinhos Mar de Morros apresentaram elevados índices de cor pelo fato de se localizarem à extrema direita do gráfico, direcionados para o lado positivo da componente 1. Além disso, esses mesmos vinhos se relacionaram de forma direta com o extrato seco, entretanto não houve relação com nenhum dos atributos sensoriais avaliados. Dessa forma, a PCA mostrou destaque para os vinhos Maria Maria como os vinhos tintos da cultivar Syrah com maiores escores de descritores e maior aceitação, pelo fato de apresentar maiores valores da grande maioria dos parâmetros físico-químicos estudados (Figura 5B).

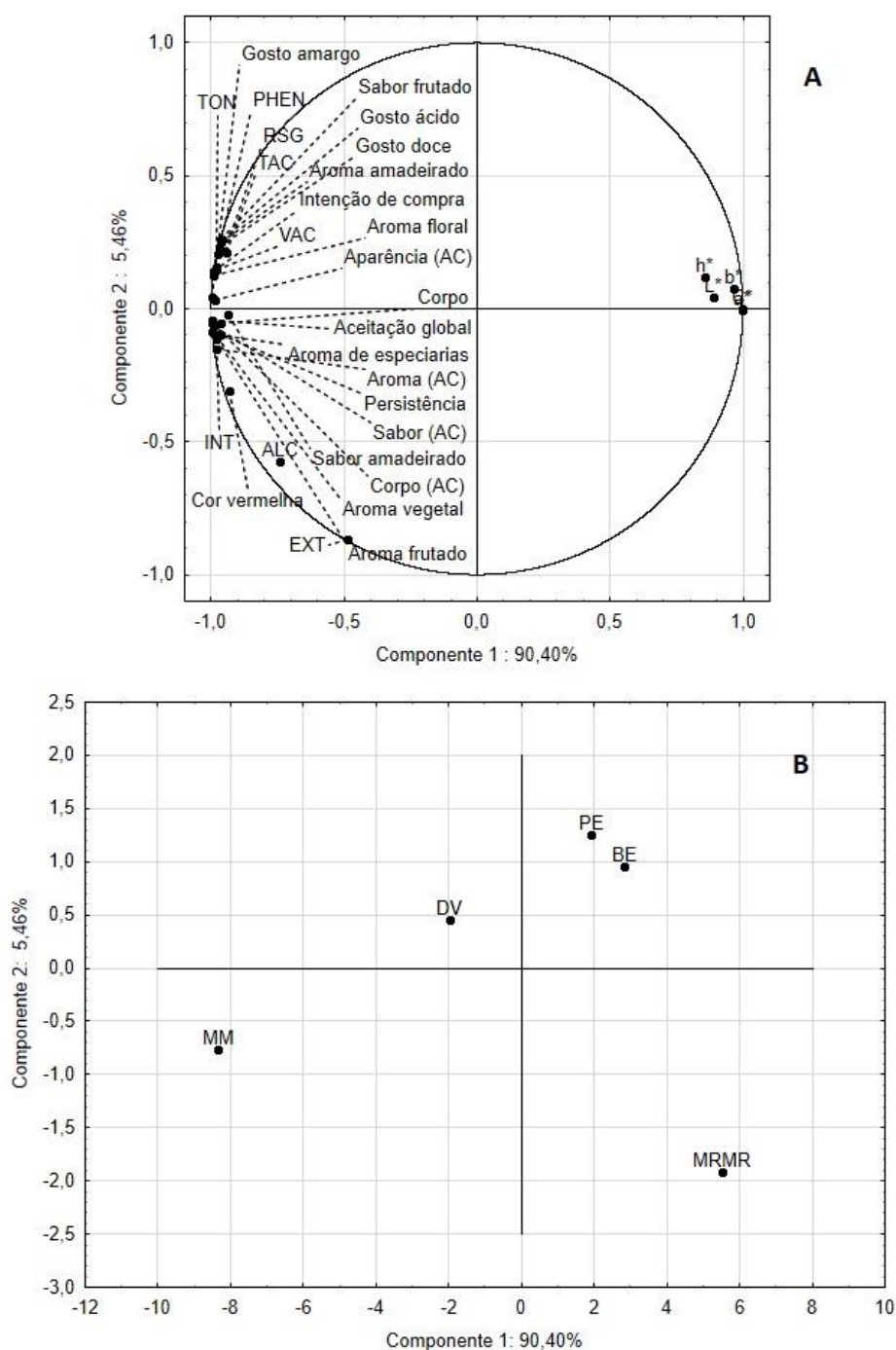


Figura 5 – Análise de Componentes Principais dos parâmetros físico-químicos em relação aos atributos sensoriais descritivos e de aceitação do vinho Syrah

Nota da Figura 5: ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; EXT: extrato seco; RSG: açúcar redutor; PHEN: fenólicos totais; L*: luminosidade; C*: Chroma; h*: ângulo de tonalidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade; PROD: produtividade, Tmax: Temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima, AMP: amplitude térmica; BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MRMR: Mar de Morros; MM: Maria Maria; PE: Primeira Estrada

A Figura 6 mostra os resultados da Análise de Componentes Principais aplicada aos parâmetros físico-químicos e sensoriais referentes ao vinho Sauvignon Blanc.

As duas componentes principais explicaram o total de 88,56% da variação dos dados, sendo a componente 1 responsável por 68,13% do total da variação e a componente 2 responsável por 20,43% do total da variação dos dados.

A componente 1 foi dividida em dois grupos de variáveis, sendo o primeiro deles composto por acidez volátil, fenólicos totais, coordenada a^* , intensidade de cor, tonalidade e todos os atributos sensoriais descritivos, exceto gosto ácido, e de aceitação, exceto corpo e aceitação global. Essas variáveis se localizaram no eixo negativo da componente 1. Acidez total, extrato seco e os índices de cor luminosidade, Chroma, ângulo de tonalidade e coordenada b^* foram relacionadas com o lado positivo da componente 1, formando o segundo grupo de variáveis. A componente 2 também foi dividida em dois grupos de variáveis, sendo o grupo 1 composto por aceitação do corpo e aceitação global (eixo negativo da componente 2) e o grupo 2 composto por teor alcoólico e açúcar redutor (eixo positivo da componente 2) (Figura 6A).

Os vinhos da vinícola Mar de Morros foi o que apresentou maior relação com as variáveis do lado negativo da componente 1, ou seja, a grande maioria dos atributos sensoriais descritivos e de aceitação, sendo relacionados, adicionalmente, com os parâmetros químicos de acidez volátil, fenólicos totais, coordenada a^* , intensidade de cor, tonalidade. Sendo assim, os vinhos Sauvignon Blanc desta vinícola apresentaram elevado destaque frente aos demais vinhos analisados. Os vinhos da vinícola Davo foram os que apresentaram maior relação com o lado positivo da componente 1, sendo relacionados com acidez total, extrato seco e os índices de cor luminosidade, Chroma, ângulo de tonalidade e coordenada b^* . Para a componente 2, os vinhos Davo apresentaram relação significativa com as variáveis do lado positivo, teor alcoólico e açúcar redutor; e os vinhos Maria Maria apresentaram relação com as variáveis do lado negativo, aceitação do corpo e aceitação global.

De uma forma geral, a análise multivariada trouxe informações adicionais sobre as relações dos vinhos com os seus respectivos parâmetros químicos e sensoriais, enriquecendo o caráter exploratório dos dados e da análise estatística.

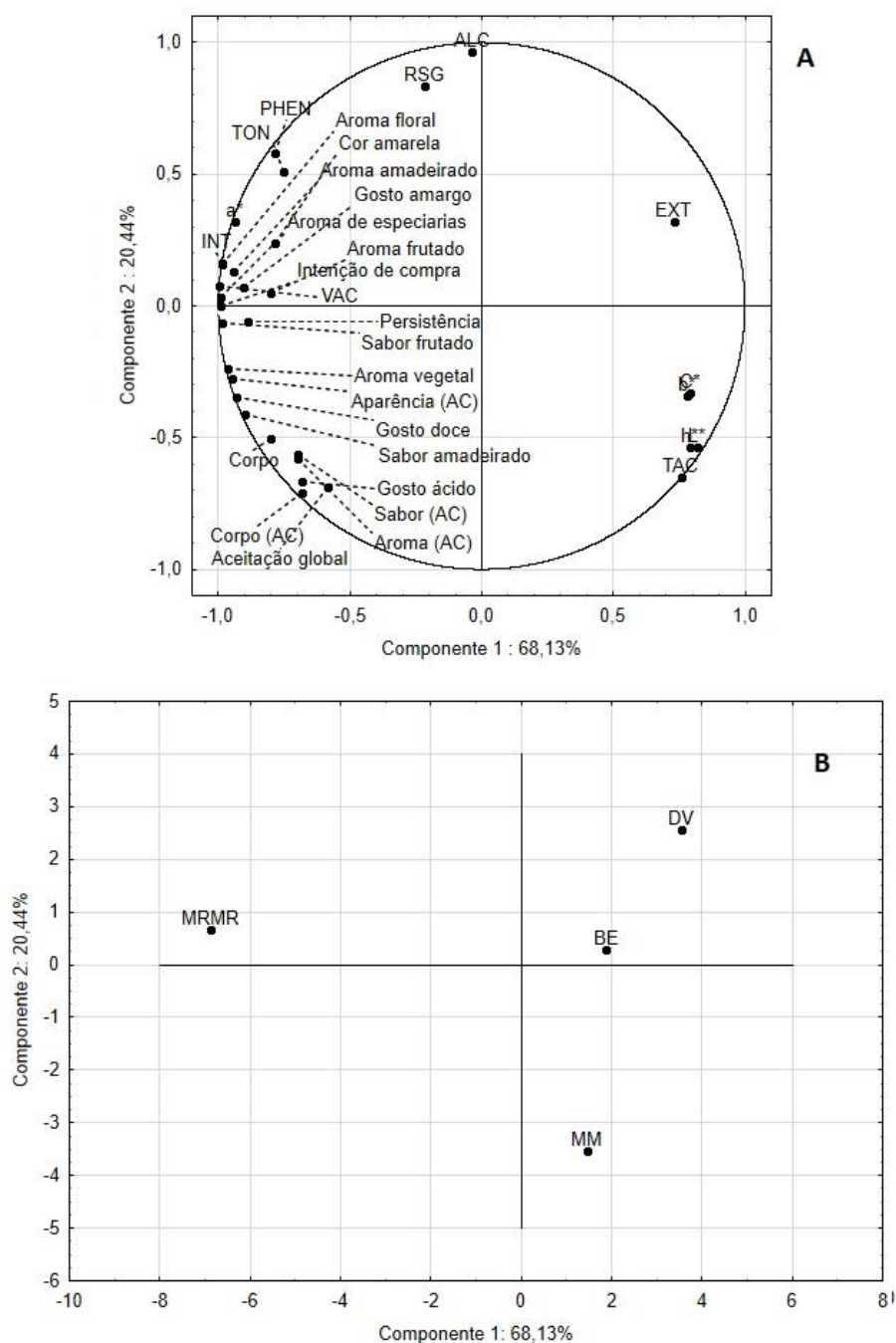


Figura 6 – Análise de Componentes Principais dos parâmetros físico-químicos em relação aos atributos sensoriais descritivos e de aceitação do vinho Sauvignon Blanc

Nota da Figura 6: ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; EXT: extrato seco; RSG: açúcar redutor; PHEN: fenólicos totais; L*: luminosidade; C*: Chroma; h*: ângulo de tonalidade; a*: coordenada vermelho/verde; b*: coordenada amarelo/azul; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade; PROD: produtividade, Tmax: Temperatura máxima; Tmin: temperatura mínima, AMP: amplitude térmica; BE: Bárbara Eliodora; DV: Davo; MRMR: Mar de Morros; MM: Maria Maria; PE: Primeira Estrada.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pela análise do perfil físico-químico dos vinhos resultaram em dados satisfatórios para qualidade e obtendo alto potencial regional proveniente em atenderam aos limites preconizados pela legislação, classificando-os, em sua maioria, como vinhos finos, meio secos e isentos de contaminação patogênica proveniente ao teor de acidez total e também; referente à acidez volátil resultou abaixo do limite máximo preconizado pela legislação.

As diferenças observadas em todas as propriedades físico-químicas, em especial nos índices de cor, mostram que há diferenças entre as regiões onde as vinícolas estão instaladas, ou seja, pressupõe-se que o caráter ambiental, principalmente a luminosidade e o índice solar são fontes principais para vinhos ricos em fenólicos, e o efeito *terroir* são responsáveis por delinear essas diferenças significativas entre as amostras.

O teor de fenólicos totais apresentou valores expressivos para todas as amostras, destacando o potencial de guarda e funcional dos vinhos elaborados com uvas viníferas, já que o elevado nível de compostos fenólicos indica maior potencial antioxidante e, por conseguinte, elevado poder de combate a doenças degenerativas.

A Análise de Componentes Principais mostrou que a altitude e a amplitude térmica ($T_{\text{máxima}} - T_{\text{mínima}}$) são parâmetros ambientais que afetam a concentração de compostos fenólicos e, conseqüentemente, os índices de cor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALANÓN, M. E.; PÉREZ-COELLO, M. S.; MARINA, M. L. Wine science in the metabolomics era. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 74, p. 1–20, 2015.
- AMARANTE, J. O A. do. **Os segredos do vinho: para iniciantes e iniciados**. 5. ed. São Paulo: Mescla, 2018.
- AMERINE, M. A.; ROESSLER, E. B. **Wines** – Their sensory evaluation. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 432p. 1983.
- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Wine and must analysis**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 377p. 1986.
- AMORIM, D. A.; FAVERO, A. C.; REGINA, M. A. Produção extemporânea da videira, cv. Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327-331, ago. 2005.
- AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. Washington. 2016.
- ARES, G.; BRUZZONE, F.; VIDAL, L; CADENA, R. S.; GIMÉNEZ, A.; PINEAU, B.; HUNTER, D. C.; PAISLEY, A. G.; JAEGER, S. R. Evaluation of a rating-based variant of Check-AllThat-Apply questions: Rate-All-That-Apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87-95, 2015.
- AYALA F.; ECHÁVARRI, J. F.; NEGUERUELA A. I. MSCV® 7.1 software. 2012.
- AZUMA, A.; YAKUSHIJI, H.; KOSHITA, Y.; KOBAYASHI, S. Flavonoid biosynthesis-related genes in grape skin are differentially regulated by temperature and light conditions. **Planta**, v. 236, n. 4, p. 1067-1080, 2012.
- BAIANO, A.; TERRACONE, C.; LONGOBARDI, F.; VENTRELLA, A.; AGOSTIANO, A.; DEL NOBILE, M. A. Effects of different vinification technologies on physical and chemical characteristics of Sauvignon Blanc wines. **Food Chemistry**, v. 135, p. 2694-2701, 2012.
- BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço**. 2006. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2006.
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.
- BERNARDO E. **Savoir goûter le vin: par le meilleur sommelier du monde**. Paris: Ed. Plon; 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 14 de 8 de fevereiro de 2018**. Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados de uva e do vinho. DOU: Brasília, 2018a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normativa Nº48, de 31 de Agosto**. 2018b.

BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R.; CARAZZATO, C.; MENDONÇA, J. A.; SCARPARE FILHO, J. A. **Produção de vinho de qualidade**. Piracicaba: Esalq, 90 p. 2015.

CHAVES, M. M.; SANTOS, T. P.; SOUZA, C. R.; ORTUNO, M. F.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. **Annals of Applied Biology**, v. 150, p. 237-252, 2007.

CHENG, G.; ZHOU, S. H.; LIU, Y.; YUE, T. X.; ZHANG, Z. W. Effect of bearing position on phenolics profiles in the skins of four cultivars of grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 90, n. 3, p. 356-363, 2015.

CORTIELLA, M. G.; ÚBEDA, C.; COVARRUBIAS, J. I.; PEÑA-NEIRA, A. Chemical, physical, and sensory attributes of Sauvignon Blanc wine fermented in different kinds of vessels. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 66, 102521, 2020.

DA SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. **Uvas e Vinhos**: Química, Bioquímica e Microbiologia. São Paulo: Editora Unesp/Editora Senac São Paulo, 2015. 192p.

DARIAS-MARTÍN, J. J. Effects of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. **Food Chemistry**, v. 71, p. 483-487. 2000

DIAS, P. G. I.; SAJIWANI, J. W. A.; RATHNAYAKA, R. M. K. Consumer perception and sensory profile of probiotic yogurt with added sugar and reduced milk fat. *Heliyon*, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 4328, jul. 2020.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba, PR: Champagnat, 2011.

CASTILHOS, M. B. M.; DEL BIANCHI, V. L. **Caracterização físico-química e sensorial de vinhos brancos da região noroeste de São Paulo**. *Holos*, Natal, v. 4, p. 148-158, 2011.

CASTILHOS, M. B. M.; CORRÊA, O. L. S.; ZANUS, M. C.; MAIA, J. D. G.; GÓMEZ669 ALONSO, S.; GARCÍA-ROMERO, E.; DEL BIANCHI, V. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part I: BRS Rúbea and BRS Cora. **Food Research International, Barking**, v. 75, p. 374-384, 2015a.

CASTILHOS, M. B. M.; CORRÊA, O. L. S.; ZANUS, M. C.; MAIA, J. D. G.; GÓMEZ674 ALONSO, S.; GARCÍA-ROMERO, E.; DEL BIANCHI, V. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory

descriptors. Part II: BRS Carmem and bordô (*Vitis labrusca* L.). **Food Research International, Barking**, v. 76, p. 697-708, 2015b.

CASTILHOS, M. B. M.; DEL BIANCHI, V. L. Vinhos. *In*: MORAES, I. O. (Org.). **Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2022. p. 37-70.

CASTILHOS, M. B. M.; GARCIA MAIA, J. D.; GÓMEZ-ALONSO, S.; DEL BIANCHI, V. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Sensory acceptance drivers of pre fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v. 69, p. 82-90, 2016.

DELISO, C.; MARTÍNEZ, J.M.; AGUILAR-MACHADO, D.; MAZA, M.; MORATA, A.; ÁLVAREZ, I.; RASO, J. Use of pulsed electric fields in white grape processing. **White Wine Technology**, [S. L.], p. 61-71, 2022.

CARBONNEAU, A.; WANG, Z.; OJEDA, H. Vine and water: a short review. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 38, n. 1, p. 1-13, 2004.

GALACHO, C. (2016) **A química doce do vinho**. Universidade de Évora – Departamento de Química. 2016.

GAMBOA, A. **De Uvas A Uvas: La Sauvignon Blanc**. 2009.

GUERRA, C. C.; SILVA, G.A. **Processo de elaboração**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2021.

GUERRA, C. C. **Maduração da uva e condição da vinificação para a elaboração de vinhos finos**. Vinicultura e enologia – atualizando conceitos. Bento Gonçalves, RS, 2000. p. 187- 189.

HOUGH, G. *Sensory Shelf Life: Estimation of Food Products*, 2010.

IBRAVIN - Instituto Brasileiro do Vinho. **‘Importações Brasileiras de Vinhos e Espumantes’**. Comparativo 2004 - 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Avaliação de impactos da uva níagara rosada para regiões tropicais**. 2019

JACKSON R. S. **Wine science: principles and applications**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 2020.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M.I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of White wine during bottle storage: accelerated browning test versus bottle storage. **Food Chemistry**, v. 113, p. 500-505, 2009.

KARBOWIAK, T; GOUGEON, R. D.; ALINC, J. B.; BRACHAIS, L.; DEBEAUFORT, F.; VOILLEY, A.; CHASSAGNE, D. Wine oxidation and the role of the cork. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 20-52, 2010.

KAUFFMAN, G. **A longevidade do vinho brasileiro**. 2010.

KEMP, T.; HOLLOWOOD T.; HORT, J. **Sensory Evaluation: A practical handbook**. 5 ed. Cidade: Pondicherry, Índia. Editora: Wiley-Blackwell; 1ª edição, 2009.

KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N. K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. **American Journal Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, n. 2, p. 170-181, 2005.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. Sensory Evaluation of Food. **Food Science Text Series**, [S.L.], 2010.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.13, p.291-297, 2007.

LIANG, N.; ZHU, B.; HAN, S.; WANG, J.; PAN, Q.; REEVES, M. J.; DUAN, C.; HE, F. Regional characteristics of anthocyanin and flavonol compounds from grapes of four *Vitis vinifera* varieties in five wine regions of China. **Food Research International**, v. 64, p. 264-274, 2014.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul**: Base de dados, 2021.

MELLO, L. M. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. Embrapa Uva e Vinho, 2003.

MIELE, A.; MIOLO, A. **O sabor do vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003.

MINNAAR, P. P.; PLESSIS, H. W.; JOLLY, N. P.; VAN DER RIJST, M.; DU TOIT, M. Non-*Saccharomyces* yeast and lactic acid bacteria in co-inoculated fermentations with two *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains: A strategy to improve the phenolic content of Syrah wine. **Food Chemistry: X**, v. 4, 100070, 2019.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2013.

MONTOUTO-GRANJA, M.; CABANAS-ARIAS, S.; PORTO-FOJO, S.; VÁZQUEZODÉRIZ, M. L.; ROMERO-RODRÍGUEZ, M. A. Sensory Characteristics and Consumer Acceptance and Purchase Intention Toward Fresh-Cut Potatoes. **Journal of Food Science**, [S. L.], v. 77, n. 1, p. 40-46, 10 nov. 2011.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. **Wine Chemistry and Biochemistry**. Springer Science, New York, USA, 2009.

MONAGAS, M.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, p. 85-118, 2005.

MORI, K.; SUGAYA, S.; GEMMA, H. Regulatory mechanism of anthocyanin biosynthesis in 'Kyoto' grape berries grown under different temperatures conditions. **Environmental Control in Biology**, Tokyo, v. 42, p. 21-30, 2004.

NORA, F. M. D. **Análise sensorial clássica [livro eletrônico]: fundamentos e métodos**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2021.

NORONHA, J. F. **Apontamentos de Análise Sensorial: Análise Sensorial - Metodologia**. 1ª. ed. Escola Superior Agrária de Coimbra, 2003. p 1.

OIV - International Organization of Vine and Wine. Intergovernmental organization. **STATE OF THE WORLD VINE AND WINE SECTOR**. Paris, 2023.

OLIVEIRA, J. B.; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Chemical composition and sensory profile of Syrah wines from semiarid tropical Brazil – Rootstock and harvest season effects. **LWT – Food Science and Technology**, v. 114, 108415, 2019.

OUGH, C. S. **Tratado básico de enologia**. Zaragoza: Acribia, 1992.

O'SULLIVAN, M. G. **Sensory Affective (Hedonic) Testing**. A Handbook For Sensory And Consumer-Driven New Product Development, p. 39-57, 2017.

PARR, W. V.; SCHLICH, P.; THEOBALD, J. C.; HARSCH, M. J. Association of selected vinivicultural factors with sensory and chemical characteristics of New Zealand Sauvignon Blanc wines. **Food Research International**, v. 53, p. 464-475, 2013.

PEREIRA, G. E. The three different winegrowing zones in Brazil according to climate conditions and vine managements. In: JORDÃO, A. M.; BOTELHO, R. V. **Vitis: Biology and Species**. Nova Science Publishers, 2020.

PEREIRA, A. C.; RIBEIRO, T. **A Qualidade na Produção Vinícola**. 2008. 63 f. Monografia (Graduação em Administração) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, 2008.

PERREIRA, E. G.; TONIETTO, J.; ZANUS, C. M.; SANTOS, P. H.; PROTAS, S. F. J.; MELLO, R. M. L. **Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2020.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira: panorama setorial em 2010**. Brasília: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN: EMBRAPA Uva e Vinho, 2011.

QUEIROZ, J. **Ciclo biológico da videira**. Documentos de apoio às aulas de Viticultura Geral. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2010.

REINECCIUS, G. **Flavor Chemistry and Technology**. 2 ed. London: Taylor & Francis Group. 2006.

REGINA, M. A.; FRÁGUAS, J. C.; ALVARENGA, A. A.; SOUZA, C. R.; AMORIM, D. A.; MOTA, R. V.; FÁVERO, A. C. **Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade**. Informe Agropecuário, v. 27, n. 234, 2006.

REGINA, M. A.; MOTA, R. S.; FÁVERO, A. C.; SHIGA, T. M.; SILVA, L. H. J.; SOUZA, W. C.; NOVELLI, F. A. D.; SOUZA, C. R. Caracterização físico-química de uvas viníferas cultivadas em dupla-poda no nordeste de São Paulo. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 3, n. 3, p. 84-92, 2011.

REYNIER, A. **Manuel de viticulture**. 10. ed. Paris: Tec & Doc Editions, 2007. 532 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÉCHE, B.; LONVAUD, A. Handbook of Enology: the Chemistry of wine Stabilization and Treatments. 2ed. vol. 2. Wiley & Sons, 2006.

RIZZON, L. A.; AGNOL, I. D. **Vinho branco**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Bento Gonçalves: Empresa Uva e Vinho, 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1. p. 115-121, 2000.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, p. 49-55, 1977.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido; 2009.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, n. 3, p. 171-182, 2002.

STEINER, D. R. M.; GOMES, F. T. de L. Panorama de produção de uvas no Brasil. **Campo e negócios**, [S. l.], p. 1-10, 15 fev, 2023.

TIAN, M.; LIU, Y.; LU, H.; HU, L. WANG, Y.; CHENG, C.; CHEN, W.; LI, S.; HE, F.; DUAN, C.; WANG, J. Cluster spatial positions varied the phenolics profiles of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes and wines under a fan training system with multiple trunks. **Food Chemistry**, v. 387, 132930, 2022.

TONIETTO, J.; PEREIRA, G. E.; PEREGRINO, I.; REGINA, M. de A. Potencial para a construção de Indicações Geográficas de vinhos de inverno do sudeste brasileiro. **Informe Agropecuário**, v. 41, n. 312, 2020.

TONIETTO, J.; PEREIRA, G. E.; PEREGRINO, I.; REGINA, M. de A. Potencial para a construção de Indicações Geográficas de vinhos de inverno do sudeste brasileiro. **Informe Agropecuário**, v. 41, n. 312, 2020.

TRIGO-CORDOBA, E.; BOUZAS-CID, Y.; ORRIOLS-FERNANDE, I.; MIRÁS-AVALOS, J. M. Effects of deficit irrigation on the performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. ‘Godello’ and ‘Treixadura’ in Ribeiro. **NW Spain Agricultural Water Management**, v. 161, p. 20-30, 2015.

WINKLER, A. J.; COOK, A. J.; KLIWER, M. W.; LIDER, A. L.; CERRUTI, L. **General viticulture**. Berkeley: Univ. Calif. Press, 1974. 710p.

YANG, J. LEE, J. Application of Sensory Descriptive Analysis and Consumer Studies to Investigate Traditional and Authentic Foods: a review. *Foods*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 54-71, 2 fev. 2019.

ZHANG, L.; LI, X.; PANG, Y.; CAI, X.; LU, J.; REN, X.; KONG, Q. Phenolics composition and contents, as the key quality parameters of table grapes, may be influenced obviously and differently in response to short-term high temperature. **LWT-Food Science and Technology**, v. 149, 111791, 2021.

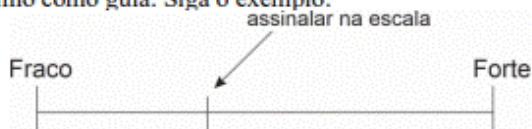
APÊNDICE

Apêndice 1. Fichas sensoriais que serão utilizadas nos testes sensoriais descritivos e de aceitação.

TESTE DESCRITIVO PARA VINHOS TINTOS

Nome: _____ Data: __/__/__

Você está recebendo uma amostra codificada de vinho. Por favor, prove e faça um risco na escala abaixo utilizando os extremos mínimo e máximo como guia. Siga o exemplo:



Número da amostra: _____

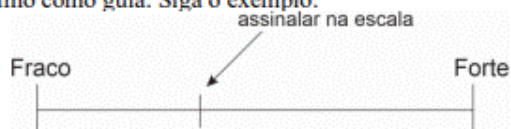
Cor vermelha	Fraco	_____	Forte
Aroma frutado	Nenhum	_____	Forte
Aroma amadeirado	Nenhum	_____	Forte
Aroma vegetal	Nenhum	_____	Forte
Aroma floral	Nenhum	_____	Forte
Aroma de especiarias	Nenhum	_____	Forte
Gosto doce	Fraco	_____	Forte
Gosto amargo	Fraco	_____	Forte
Gosto ácido	Fraco	_____	Forte
Sabor frutado	Fraco	_____	Forte
Sabor amadeirado	Fraco	_____	Forte
Corpo ¹	Fraco	_____	Forte
Persistência ²	Fraco	_____	Forte

¹Corpo: sensação de preenchimento da boca. ²Persistência: tempo que o sabor dura no paladar.

TESTE DESCRITIVO PARA VINHOS BRANCOS

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo uma amostra codificada de vinho. Por favor, prove e faça um risco na escala abaixo utilizando os extremos mínimo e máximo como guia. Siga o exemplo:



Número da amostra: _____

Cor amarela	Fraco	_____	Forte
Aroma frutado	Nenhum	_____	Forte
Aroma amadeirado	Nenhum	_____	Forte
Aroma vegetal	Nenhum	_____	Forte
Aroma floral	Nenhum	_____	Forte
Aroma de especiarias	Nenhum	_____	Forte
Gosto doce	Fraco	_____	Forte
Gosto amargo	Fraco	_____	Forte
Gosto ácido	Fraco	_____	Forte
Sabor frutado	Fraco	_____	Forte
Sabor amadeirado	Fraco	_____	Forte
Corpo ¹	Fraco	_____	Forte
Persistência ²	Fraca	_____	Forte

¹Corpo: sensação de preenchimento da boca. ²Persistência: tempo que o sabor dura no paladar.

TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: _____ Data: __/__/__

Você está recebendo uma amostra codificada de vinho. Por favor, prove e avalie segundo a escala abaixo o quando você gostou ou desgostou da amostra.

Número da Amostra: _____

- 9 - Gostei extremamente
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Não gostei nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei extremamente

Aparência: _____
Aroma: _____
Corpo: _____
Sabor: _____
Aceitação global: _____

Prove novamente a amostra e avalie, utilizando a escala abaixo, a intenção de compra dessa amostra de vinho:

- () Certamente compraria
- () Provavelmente compraria
- () Tenho dúvidas se compraria
- () Provavelmente não compraria
- () Certamente não compraria

Comentários:

ANEXO

Anexo 1. Projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA	
- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa: DETERMINAÇÃO DO PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DOS VINHOS DO SUL DE MINAS GERAIS - UMA RELAÇÃO COM O AMBIENTE Pesquisador Responsável: Maurício Bonatto Machado de Castilhos Área Temática: Versão: 1 CAAE: 68099623.7.0000.5112 Submetido em: 20/03/2023 Instituição Proponente: Unidade UEMG: Campus Frutal Situação da Versão do Projeto: Aprovado Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável Patrocinador Principal: Financiamento Próprio	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2107071 	