

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

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO CERVEJEIRO NA PRODUÇÃO DE  
VINHO: INFLUÊNCIA NOS PERFIS QUÍMICO E SENSORIAL**

**Leticia Barbosa de Melo  
Nutricionista**

**FRUTAL-MG  
2024**

**LETÍCIA BARBOSA DE MELO**

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO CERVEJEIRO NA PRODUÇÃO DE  
VINHO: INFLUÊNCIA NOS PERFIS QUÍMICO E SENSORIAL**

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: Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos

**FRUTAL-MG  
2024**

### **Ficha Catalográfica da Obra Preparada pela Autora**

Melo, Letícia Barbosa de.

Aplicação de resíduo cervejeiro na produção de  
vinho: influência nos perfis químico e sensorial/ Letícia Barbosa  
de Melo. – Frutal : UEMG, 2024.

77 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de  
Minas Gerais, 2024.

Orientador: Maurício Bonatto Machado de Castilhos.  
Bibliografia.

1. Vinificação. 2. Trub quente. 3. Uva BRS  
Vitória. 4. Compostos químicos. 5. Análise  
Sensorial. Universidade do Estado de Minas Gerais. II.



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Ata

**LETÍCIA BARBOSA DE MELO**

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO CERVEJEIRO NA PRODUÇÃO DE VINHO: INFLUÊNCIA NOS PERFIS QUÍMICO E SENSORIAL**

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 setembro de 2024

Prof. Dr. Gustavo Henrique Gravatim Costa - UEMG - Frutal - MG

Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi - UNESP/São José do Rio Preto - SP

**PROF. DR. MAURÍCIO BONATTO MACHADO DE CASTILHOS**

**ORIENTADOR**



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Henrique Gravatim Costa, Professor de Educação Superior**, em 13/11/2024, às 09:56, 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 **Maurício Bonatto Machado de Castilhos, Professor de Educação Superior**, em 13/11/2024, às 10:19, 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 **Vanildo Luiz Del Bianchi, Usuário Externo**, em 25/11/2024, às 15:41, 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](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **98067639** e o código CRC **5CF87483**.

Dedico este trabalho ao meu filho Lucas Benjamim. Mesmo com pouca idade, me ensinou a não desistir dos meus sonhos. Muito obrigada pelo apoio!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar comigo, mesmo que nem sempre eu esteja na sintonia dele. A mim, por vencer todas as dificuldades passadas nesse caminho.

Ao meu pai, pelo amor, carinho e dedicação.

À minha mãe, mesmo que não esteja completamente lúcida, ainda acredito na sua boa vibração. À minha irmã e sobrinha, por estar presente em minha vida.

Às minhas colegas de trabalho, que ajudaram direto e indiretamente na conclusão desse trabalho. Muito obrigada pelos conselhos.

Ao Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos, por me orientar com sabedoria e paciência. Você é um grande ser humano.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela grande oportunidade de cursar o Mestrado e impulsionar a minha formação profissional.

A todos os funcionários e alunos da UEMG, por me ajudarem na execução do trabalho.

A todos aqueles que me fizeram sentir que não seria capaz. Hoje eu sou a minha principal meta.

*“Se não puder destacar-se pelo talento, vença pelo esforço.”*

*Dave Weinbaum*

## RESUMO

No Brasil, o vinho vem ganhando cada vez mais adeptos devido à complexidade de aromas e sabores determinada pelas diversas etapas que envolvem a sua produção. Outra bebida de grande consumo é a cerveja. O Brasil, como um dos produtores mundiais, produz um grande volume de resíduo, sendo o trub quente um dos principais representantes. O presente trabalho teve como objetivo analisar o perfil físico-químico e as características sensoriais do vinho produzido pela cultivar BRS Vitória, através do uso de trub quente cervejeiro como fonte de macro e micronutrientes, além de observar o incremento do aporte fenólico que pode ser proporcionado pelo seu uso. Foram produzidos sete tipos de vinhos, sendo eles: vinho somente com a uva BRS Vitória (controle); INC5%: incorporação de 5% de trub quente; INC10%: incorporação de 10% de trub quente; INC15%: incorporação de 15% de trub quente; SUB5%: substituição de 5% de uvas por trub quente; SUB10%: substituição de 10% de uvas por trub quente; SUB15%: substituição de 15% de uvas por trub quente. Posteriormente foram realizadas as análises físico-químicas e duas abordagens sensoriais: teste descritivo e teste de aceitação das amostras frente a consumidores. Todas as propriedades físico-químicas foram influenciadas pela adição do trub quente no mosto fermentativo independentemente da forma como foi inserido (incorporação ou substituição). O teor de fenólicos totais apresentou valor expressivo para o vinho controle (801 mg/L em EAG), sendo o vinho INC5% o que apresentou maior concentração após o vinho controle com 580 mg/L. Esperava-se concentrações maiores de fenólicos totais nos vinhos com trub quente, visto que este resíduo apresenta compostos fenólicos em sua composição advindos do lúpulo cervejeiro, mas este resultado não foi observado neste estudo. A amostra controle apresentou maior aceitação sensorial frente às demais amostras e os vinhos elaborados com trub cervejeiro apresentaram aceitação global estatisticamente semelhante ao vinho controle, sendo considerado um resultado relevante deste estudo. A baixa aceitação sensorial da amostra SUB15% foi determinada pelo alto escore em gosto amargo, gosto ácido, adstringência e persistência, parâmetros que não são apreciados pelos consumidores brasileiros. A amostra controle apresentou maior aceitação por ser sensorialmente descrita como cor rosa, sabor frutado, gosto doce e aroma de uva, características apreciadas pelos consumidores brasileiros. Os vinhos elaborados com trub quente, exceto a amostra SUB15% apresentaram aceitação sensorial estatisticamente similar ao vinho controle, evidenciando seu potencial para produção e comercialização com viés inovativo no âmbito tecnológico.

**Palavras-chave:** Vinificação. Trub quente. Uva BRS Vitória. Compostos químicos. Análise sensorial.

# APPLICATION OF BREWING WASTE IN WINE PRODUCTION: INFLUENCE ON CHEMICAL AND SENSORY PROFILES

## ABSTRACT

In Brazil, wine is gaining more and more enthusiasts due to the complexity of aromas and flavors determined by the different stages involved in its production. Another widely consumed beverage is beer. Brazil, as one of the world's producers, produces a large volume of waste, with hot brewing trub being one of the principal representatives. The aim of this study was to analyze the physicochemical profile and sensory characteristics of the wine produced by the BRS Vitoria cultivar, as a result of the use of hot brewing trub as a source of macro and micronutrients, in addition to observing the increase in phenolic compounds that can be provided by its use. Seven types of wine were produced: wine with only BRS Vitoria grapes (control); INC5%: incorporation of 5% hot trub; INC10%: incorporation of 10% hot trub; INC15%: incorporation of 15% hot trub; SUB5%: replacement of 5% grapes with hot trub; SUB10%: replacement of 10% grapes with hot trub; SUB15%: replacement of 15% grapes with hot trub. Afterwards, the physicochemical analyses and two sensory approaches were carried out: a descriptive test and a consumer acceptance test. All the physicochemical properties were influenced by the addition of hot trub to the grape fermentation must, regardless the way it was added (incorporation or substitution). The total phenolic content showed a significant value for the control wine (801 mg/L in EAG), with the INC5% wine showing the highest phenolic concentration after the control wine with 580 mg/L. Higher concentrations of total phenolics were expected in wines with hot trub, since this waste has phenolic compounds in its composition that come from brewing hops, but this result was not observed in this study. The control sample showed greater sensory acceptance than the other samples and the wines produced with brewing trub showed statistically similar overall acceptance to the control wine, which is a great outcome of this study. The low sensory acceptance of the SUB15% sample was determined by the high scores for bitterness, acidity, astringency and persistence, parameters that are not appreciated by Brazilian consumers. The control sample showed greater acceptance because it was sensorially described as red color, fruity taste, sweet taste and grape aroma, features appreciated by Brazilian consumers. The wines produced from hot brewing trub, except for the SUB15% sample, showed statistically similar sensory acceptance to the control wine, showing their potential for production and marketing with an innovative bias in the technological field.

**Keywords:** Winemaking. Hot trub. BRS Vitoria grape. Chemical compounds. Sensory analysis

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Etapas do processo de vinificação.....	21
<b>Figura 2</b> - Fluxograma geral do processo de produção de cerveja.....	34
<b>Figura 3</b> - Trub quente.....	35
<b>Figura 4</b> - Fluxograma do processo empregado na formulação dos vinhos.....	37
<b>Figura 5</b> - Reatores fermentativos.....	37
<b>Figura 6</b> - Apresentação das amostras de vinho na análise sensorial.....	40
<b>Figura 7</b> - Projeção dos parâmetros físico-químicos, sensoriais descritivos e sensoriais de aceitação (A) e das amostras de bebidas fermentadas (B) de acordo com a ferramenta de Análise de Componentes Principais.....	56

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Parâmetros analíticos do vinho segundo a legislação brasileira.....	27
<b>Tabela 2</b> - Planejamento experimental referente à elaboração dos vinhos.....	36
<b>Tabela 3</b> - Resultados preliminares de vinificação.....	43
<b>Tabela 4</b> - Resultados da caracterização físico-química do trub quente (média±desvio padrão) .....	44
<b>Tabela 5</b> - Média±desvio padrão das propriedades físico-químicas dos vinhos elaborados no estudo.....	47
<b>Tabela 6</b> – Média±desvio padrão dos escores dos atributos sensoriais descritivos dos vinhos analisados no estudo.....	51
<b>Tabela 7</b> - Média ± desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos elaborados.....	53
<b>Tabela 8</b> - Perfil de consumo de vinho dos provadores.....	54

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

pH: potencial hidrogeniônico

TAC: acidez total

VAC: acidez volátil

ALC: teor alcoólico

EXT: extrato seco

RSG: açúcar redutor

PHEN: fenólicos totais

INC5%: vinho com incorporação de 5% de trub quente

INC10%: vinho com incorporação de 10% de trub quente

INC15%: vinho com incorporação de 15% de trub quente

SUB5%: vinho com substituição de 5% de uvas por trub quente

SUB10%: vinho com substituição de 10% de uvas por trub quente

SUB15%: vinho com substituição de 15% de uvas por trub quente

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NAD: Dinucleotídeo de Nicotinamida Adenina

# CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

## DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

### — DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aplicação do trub quente cervejeiro na produção de vinho: influência nos perfis químico e sensorial

**Pesquisador Responsável:** Maurício Bonatto Machado de Castilhos

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 78820724.3.0000.5115

**Submetido em:** 15/07/2024

**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\_2279880

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	15
<b>2. OBJETIVOS</b>	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	17
3.1 O vinho	17
3.2 Produção e mercado	18
3.3 Regiões produtoras (clássicas e emergentes)	19
3.4 Principais uvas ( <i>Vitis vinifera</i> e <i>Vitis labrusca</i> )	19
3.4.1 Uva BRS Vitória	20
3.5 Processos de vinificação	20
3.5.1 Recepção e Pesagem	21
3.5.2 Desengace e Esmagamento	21
3.5.3 Sulfitagem ou sulfitação	22
3.5.4 Maceração	22
3.5.5 Fermentação Alcoólica	23
3.5.6 Descuba	24
3.5.7 Trasegas e atestos	24
3.5.8 Fermentação malolática	25
3.5.9 Estabilização tartárica	26
3.5.10 Engarrafamento e arrolhamento	26
3.6 Aspectos químicos e sensoriais do vinho	27
3.6.1 Aspectos químicos	27
3.6.2 Aspectos sensoriais	30
3.7 Uso de resíduos na produção de bebidas alcoólicas	31
3.7.1 Resíduo cervejeiro: trub quente	33
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	35
4.1 Material	35
4.2 Métodos	36
4.2.1 Elaboração dos vinhos	36
4.2.2 Análises físico-químicas	38
4.2.3 Análise sensorial	39
4.2.4 Análise dos dados	41
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	43
5.1 Parâmetros preliminares de vinificação	43
5.2 Análises físico-químicas do trub quente	43
5.3 Caracterização físico-química da uva e dos vinhos produzidos	45
5.4 Análise sensorial	50
5.4.1 Análise sensorial descritiva	50
5.4.2 Análise sensorial de aceitação	52
5.4.3 Relação entre as propriedades físico-químicas e sensoriais	55
<b>6. CONCLUSÃO</b>	59
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	60



## 1. INTRODUÇÃO

Analisando dados históricos, observa-se que o vinho foi considerado uma das principais bebidas alcoólicas produzidas desde o século VI a.C. No Brasil, observa-se que essa bebida vem ganhando muito espaço e de fato apresenta características agradáveis ao seu consumidor.

Com extrema complexidade, o seu processo de fabricação apresenta aspectos ímpares, desde o plantio até a apresentação final. Essa interação influencia em suas características físico-químicas e conseqüentemente nos seus aspectos sensoriais.

Outra bebida, também muito difundida no Brasil, é a cerveja. Como um dos maiores produtores mundiais, o processo de produção gera um grande volume de resíduos, dentre eles, o trub quente. Por ser misturado ao bagaço de malte para recuperação de mosto cervejeiro na etapa de lavagem do bagaço, é comum ser destinado para elaboração de ração animal (Priest; Stewart, 2006). Mesmo apresentando um vasto campo de utilização, as pesquisas direcionadas ao reaproveitamento do trub quente ainda seguem escassas, como aquelas direcionadas à vinificação.

O vinho em si já é conhecido como uma bebida que apresenta compostos que favorecem a qualidade de vida do ser humano e o uso do trub quente como ingrediente nessa bebida pode agregar valor nutricional, além de alavancar as práticas de proteção ao meio ambiente e ao mesmo tempo incentivar o consumo de produtos sustentáveis.

Diante do exposto, é de fundamental importância o estudo da produção de vinho com utilização de resíduo cervejeiro como um substrato no processo fermentativo visando analisar o seu perfil físico-químico e suas características sensoriais, além de verificar a sua influência no teor de compostos fenólicos. Neste contexto, o leitor irá encontrar informações sobre a influência da presença do trub quente na vinificação da uva BRS Vitória, comumente comercializada no Brasil para consumo *in natura*, principalmente no que se refere ao perfil químico e sensorial. A ideia é verificar se o trub quente pode ser um agente de reaproveitamento para a vinificação para melhorar o perfil antioxidante e trazer características positivas para o perfil sensorial, produzindo uma bebida com caráter sustentável, ou seja, reaproveitando o resíduo cervejeiro para agregar valor ao vinho. Boa leitura!

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a ação do resíduo cervejeiro (trub quente) no processo de vinificação.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Determinar os parâmetros de vinificação da uva BRS Vitória juntamente com as concentrações de resíduo cervejeiro;

Avaliar a influência da incorporação e substituição do trub quente na formulação do vinho;

Pontuar as propriedades físico-químicas dos vinhos produzidos e sua atividade antioxidante;

Analisar o perfil sensorial descritivo e de aceitação dos vinhos produzidos;

Relacionar os perfis físico-químico e sensorial visando elucidar quais compostos químicos são responsáveis por quais sensações sensoriais através da aplicação de ferramentas estatísticas multivariadas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O vinho

A data e local precisos das primeiras produções e consumo de vinho ainda são inespecíficos. Na região dos Cárpatos foram encontradas as mais antigas vinhas já cultivadas, entre 9000 e 4000 a.C. No Irã também foram encontradas evidências de elaboração de vinhos cerca de 7000 a 7400 a.C. Na Geórgia e Turquia também existem registros de sementes de videiras domesticadas a cerca de 8000 anos (Santos, 2019; McGovern, 2013)

Essa domesticação se estendeu para regiões adjacentes como Egito e Mesopotâmia, onde vestígios arqueológicos remontam a existência de elaboração de vinhos no Egito durante o período Neolítico, cerca de 5000 a 6000 anos (Reischt; Pratt, 1996).

Na Roma Antiga, com a expansão do Império Romano, houve a disseminação da vitivinicultura nas áreas costeiras do Mediterrâneo e então, em direção ao interior, seguindo as principais rotas de comércio através dos rios Reno, Rhone, Danúbio e Garonne, alcançando a Grã-Bretanha, Germânia, e por fim a Gália, que mais tarde seria a França (McGovern, 2013).

Como símbolo de várias civilizações, o cultivo da uva, a produção e o consumo de vinho para fins religiosos ou de credices constituem um forte elemento identitário (Unwin, 1996). Segundo a mitologia grega, o Deus Dionísio ensinou aos homens o cultivo da vinha e o preparo do vinho. O prestígio de Dionísio como deus do vinho e da vinha, progressivamente ocupou cenário de destaque na Grécia antiga, com festividades em sua homenagem, na primavera, época do ano em que a videira começa a produzir os primeiros frutos (Ustulin, 2018).

Como berço dos pensamentos ocidentais de cunhos político e filosófico, outras celebrações comuns na Grécia eram chamadas de *symposion*, em que ocorriam discussões de caráter político, competições de poesia e debates de assuntos gerais, sendo o vinho o elemento essencial para o amadurecimento dos debates (Santos, 2019).

Outra divindade famosa quando se trata de deuses ligados ao vinho, é o Deus romano Baco. As celebrações em sua homenagem regadas a vinho e lubricidade, eram nomeadas de bacanais, especificando as festas de orgias (Ustulin, 2018).

O cristianismo também teve um papel importante na sua disseminação. No declínio do

império romano, houve um retrocesso na vitivinicultura, sendo restabelecida pelo fortalecimento da igreja católica, a partir do século V. Foi difundida através das cruzadas e no século XV se estabeleceu nas ilhas das Canárias e Madeira, atingindo posteriormente a África do Sul, Austrália e América. Outra religião, ainda em expansão, que promoveu a vitivinicultura no norte da África, Espanha e Oriente Médio foi o islamismo (Phillips, 2020).

### 3.2 Produção e mercado

O consumo de vinhos, assim como a sua produção, está presente em maior quantidade nos países europeus com destaque para a França, Portugal e Itália, e nos Estados Unidos (Almeida; Bragagnolo; Chagas, 2015; OIV, 2023). O vinho está entre os produtos mais importados e exportados e movimenta a economia de vários países, sendo os maiores exportadores mundiais: Itália, Espanha, França, Chile, Austrália, África do Sul, Estados Unidos, Alemanha, Argentina e Portugal. Com relação às importações, a Alemanha, Reino Unido, Estados Unidos, Rússia e França estão como principais representantes (Távora; Calvacanti, 2017). O Brasil comparado aos países citados ainda tem pouca participação de mercado.

Embora ainda não seja destaque mundial, o consumo no Brasil tem se ampliado a cada década. Esse aumento é decorrente tanto do vinho importado quanto da produção nacional. Isso demonstra que o brasileiro ainda tem a cultura de apreciar produtos importados (Nierop, 2011). No entanto, um dos maiores impasses para os produtores de vinhos do país é inserir o hábito do consumo da bebida pela população (Guarche, 2016).

No último levantamento anual da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) em 2023, a Itália segue como principal produtor mundial da bebida com 49,8 milhões de hectolitros (hL) produzidos, seguida de França com 45,6 milhões de hL, Espanha com 35,7 milhões de hL, Estados Unidos com 22,4 milhões de hL e Austrália com 12,7 milhões de hL de vinho produzido (OIV, 2023). Já Estados Unidos, França e Itália são os três principais consumidores com o consumo de 34,0 milhões de hL, 25,3 milhões de hL e 23,0 milhões de hL, respectivamente. O Brasil é o 15º colocado em produção, cujo volume avançou 9% de 2021 para 2022, alcançando a produção de 3,2 milhões de hL (OIV, 2023). Em consumo, o Brasil tem a 16ª posição com 3,6 milhões de hL no ano de 2022. De acordo com dados da OIV, o consumo *per capita* de vinhos no Brasil foi de 2,4 L/habitante/ano no ano de 2021 (OIV, 2022).

### 3.3 Regiões produtoras (clássicas e emergentes)

O maior polo vitivinícola do Brasil é o estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a Serra Gaúcha que dividida em três microrregiões (Vale dos Vinhedos, Pinto Bandeira e Altos Montes) formam uma potência econômica, refletindo em produtos com histórico de elevado padrão de qualidade e de procedência (Silva; Alves; Sousa, 2014).

Além das regiões gaúchas, destacam-se também outras regiões como o estado de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e o sul de Minas Gerais. Algumas regiões de clima tropical também foram adaptadas às condições ambientais para a produção de uvas e vinhos como é o caso das regiões Noroeste de São Paulo, Norte de Minas Gerais e Vale do Submédio São Francisco (Protas; Camargo; De Mello, 2006).

De forma complementar, já existe um avanço na produção de vinho em outras áreas do nordeste brasileiro, com destaque para a região baiana da Chapada Diamantina e na região pernambucana do planalto da Borborema, no município de Garanhuns, além da região cearense. No Norte, o estado de Rondônia também entra no cenário de produção (Camargo; Tonietto; Hoffmann, 2011).

### 3.4 Principais uvas (*Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*)

Pertencentes à ordem *Ramnideae*, as uvas são frutos pertencentes à família *Vitaceae*, subfamília *Ampelideae*, gênero *Vitis* e subgênero *Euvitis*. Nesse gênero são conhecidas aproximadamente 60 espécies e, cada uma das espécies possui diversas variedades (Zhu *et al.*, 2015).

As mais cultivadas para a produção de vinhos ou para o consumo *in natura* são as espécies *Vitis vinifera*, *Vitis labrusca*, *Vitis riparia*, *Vitis rotundifolia* e *Vitis rupestris*. No Brasil, a produção de uvas está dividida em dois grupos: um grupo formado pelas *Vitis labrusca* ou híbridas, conhecidas como espécies de uvas comuns rústicas ou americanas e o outro grupo formado pelas uvas finas ou europeias (*Vitis vinifera*) (Mariani, 2017).

Composta por diversas variedades, entre as principais estão Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Tannat, Syrah, Chardonnay entre outros, a espécie *Vitis vinifera* é destinada para a produção de vinhos finos. Os produtos desenvolvidos a partir dessas uvas são mais valorizados,

consequentemente o seu custo de produção é mais elevado. Variedades como Rubi, Itália, Red Globe, Brasil e Benitaka são para a produção de vinhos de mesa e são comumente encontradas no Brasil. Além dessas variedades de uva, destaca-se também a produção das uvas Bordô, Isabel e Niágara Rosada (Camargo; Maia; Nachtigal, 2005).

#### 3.4.1 Uva BRS Vitória

A produção de uvas é de grande significância na agricultura e na economia do país. Os primeiros cultivos no Brasil remetem ao período colonial, quando foram introduzidas visando a produção de vinho. Já nas últimas décadas, vem crescendo um foco crescente na produção de uvas sem sementes, conhecidas como uvas apirênicas, com destaque para a BRS Vitória (Colombo *et al.*, 2021).

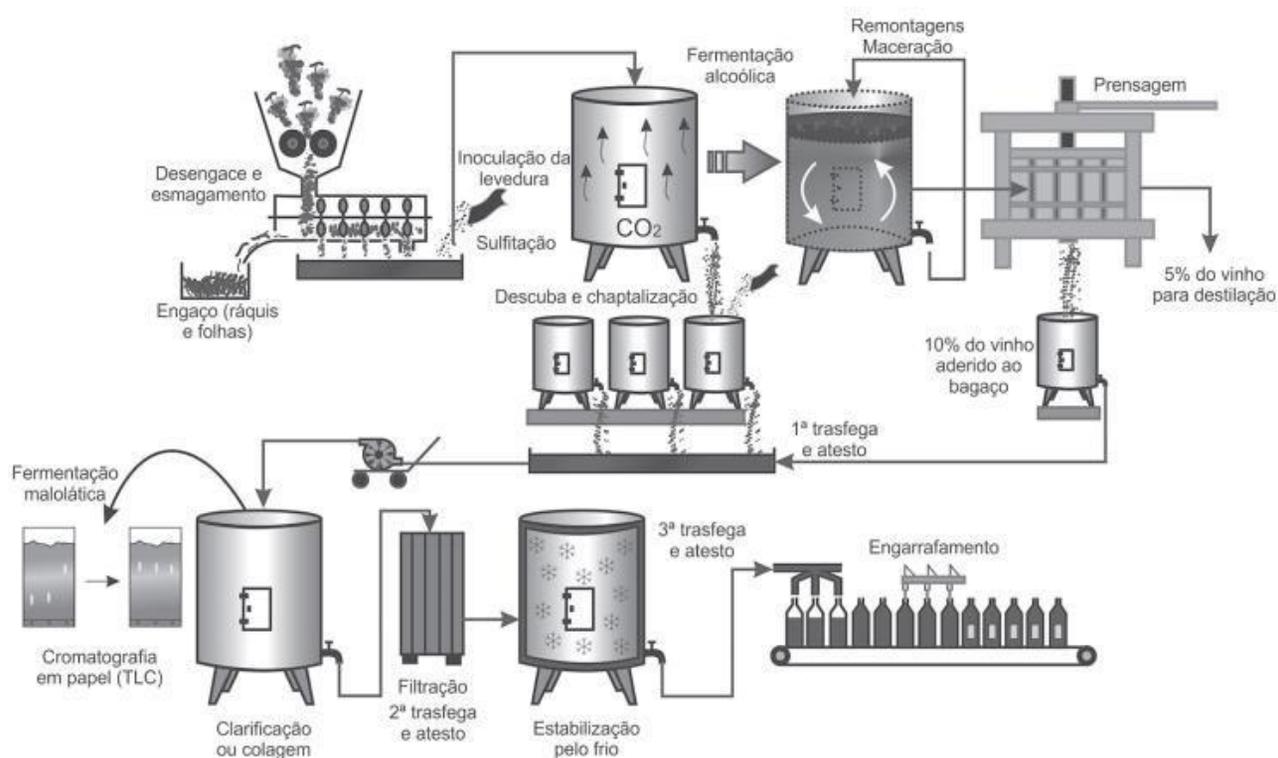
Desenvolvida pela Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT), em Jales, SP, no ano de 2004, a ‘BRS Vitória’ é uma uva proveniente do cruzamento entre CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 (‘Niágara Branca’ x ‘Vênus’)] e ‘BRS Linda’. (Maia *et al.*, 2012).

Com o cultivo bem estabelecido nas regiões tropicais do Brasil, mostrando rendimentos elevados que podem exceder 30 t/ha, com destaque para a região do Vale São Francisco (Leão *et al.*, 2020), a ‘BRS Vitória’ também apresenta boa adaptação à variação climática, podendo atingir produtividade entre 25 a 30 t/ha (Ritschel *et al.*, 2013).

Os frutos são esféricos de coloração preto-azulada, com casca espessa e resistente, com boa tolerância à quebra (fissura), o que permite o transporte dos cachos por maiores distâncias, polpa incolor, levemente firme e sabor que lembra framboesa, o que o torna agradável ao paladar (Leão *et al.*, 2019; Maia *et al.*, 2014).

### 3.5 Processos de vinificação

Do ponto de vista tecnológico, o processo de vinificação é complexo e envolve várias etapas (Figura 1).



**Figura 1** – Etapas do processo de vinificação (De Castilhos; Del Bianchi, 2021)

### 3.5.1 Recepção e Pesagem

Na recepção é realizada a pesagem das uvas em balança com capacidade para 1.000 Kg, possibilitando assim estimar o volume de vinho a ser elaborado, bem como realizar os cálculos dos insumos utilizados no processo de vinificação. Com o objetivo de corrigir ou não o teor alcoólico do vinho a ser produzido, é realizada a análise do teor de açúcares da uva através de um refratômetro, além da medição da acidez, seleção dos cachos, descartando os que contêm podridões, folhas ou materiais distintos da fruta, cachos não maduros e restos de mosto em fermentação (De Castilhos *et al.*, 2013).

### 3.5.2 Desengace e Esmagamento

O desengace tem como função separar o pedúnculo do cacho ou engaço das bagas antes de serem introduzidos no recipiente de fermentação, evitando o sabor desagradável que podem promover ao vinho. A principal ação do engaço reside na sua influência sobre a elevada

adstringência e amargor, visto que os engaços são ricos em taninos (Jackson, 2020).

Já no processo de esmagamento ocorre o rompimento da película da uva manualmente ou de forma mecanizada através de uma desengaçadeira-esmagadora, promovendo a liberação do mosto contido na polpa da baga e o início da fermentação alcoólica. De maneira delicada, rompe-se a casca das bagas e libera-se o mosto. Pressões muito fortes podem dilacerar as ramificações, amassar as sementes e as cascas, componentes responsáveis pela liberação de excesso de taninos, aumentando consideravelmente a adstringência e o amargor do vinho. Ao finalizar, as partes líquidas e sólidas são encaminhadas para o tanque de fermentação (Bortoletto *et al.*, 2015).

### 3.5.3 Sulfitação ou sulfitação

Imediatamente após o processo de desengace e de esmagamento da uva, é essencial proteger o mosto contra processos oxidativos e contaminação microbiana. Um dos agentes químicos mais utilizados para esse fim é o metabissulfito de potássio. Dentre suas diversas atuações encontra-se a ação seletiva que exerce no meio, ou seja, é tóxico para as bactérias, porém seletivo para as leveduras responsáveis pela fermentação. O sulfito possui ação antioxidante e permite longa conservação dos vinhos em toneis, facilitando seu envelhecimento na garrafa (De Castilhos; Del Bianchi, 2021).

As quantidades de metabissulfito acrescentadas no mosto para promover a ação seletiva diferem de acordo com as condições sanitárias da uva e o pH. Em diversos estudos, a inserção de metabissulfito de potássio é realizada por litro de mosto fermentativo, sendo que tal quantidade varia de 40 a 50 mg (Rizzon; Miele, 2002; Rizzon; Miele, 2005; Manfroi *et al.*, 2010).

Outros estudos mostram que a quantidade de metabissulfito a ser incorporada é por quantidade de uva esmagada, sendo 10 g de metabissulfito para 100 kg de uva esmagada (Barnabé, 2006; De Castilhos; Del Bianchi, 2021).

### 3.5.4 Maceração

Durante a maceração, o mosto permanece em contato com a parte sólida da uva por um determinado tempo, podendo ser antes, durante ou depois da fermentação alcoólica para a extração dos compostos fenólicos (antocianinas e taninos), substâncias aromáticas, compostos nitrogenados,

polissacarídeos e elementos minerais presentes na película e semente do fruto. (Milani, 2011).

Esse contato, influenciado pelo tempo, provoca diferentes manifestações químicas e sensoriais no produto final, sendo que quanto maior o tempo de maceração maior será a extração dos compostos fenólicos, apresentando vinhos com características de cor e adstringência mais marcantes. Para vinhos de uvas americanas, o tempo de maceração empregado geralmente varia de 3 a 7 dias, tempo suficiente para possibilitar a extração de antocianinas e de taninos a níveis que não influenciem de forma negativa os atributos sensoriais do vinho (Rizzon; Zanuz; Manfredini, 1994; De Castilhos *et al.*, 2013; De Castilhos; Conti-Silva; Del Bianchi, 2012).

No entanto, De Carvalho *et al.* (2019) avaliaram a caracterização físico-química dos vinhos tintos elaborados com a cultivar ‘Touriga nacional’ com 7, 14 e 21 dias de maceração no Vale Submédio do rio São Francisco, pressupondo que para promover maior qualidade ao vinho, o prolongamento da maceração em até 21 dias proporcionou maior conteúdo de antocianinas, índices de polifenóis totais e cor, considerando estes fatores como responsáveis por melhorar a estabilidade e qualidade da bebida, tanto em termos sensoriais como nutracêuticos.

Steidel *et al.* (2022) avaliaram cinco períodos de maceração fermentativa: dois, quatro, seis, oito e dez dias, utilizando a variedade Bordô para vinificação e observaram que o aumento do tempo de maceração da uva durante a fermentação alcoólica resultou em aumento do conteúdo de polifenóis totais. Diversos fatores influenciam o tempo de maceração aplicado no processo fermentativo, como o tipo de uva e as características sensoriais desejadas, podendo atingir tempos superiores a 40 dias (Kudo; Sodeyama, 2002; Beckett, 2008).

### 3.5.5 Fermentação alcoólica

De grande importância na produção de vinhos, a fermentação envolve a ação de leveduras naturais do mosto, chamadas de leveduras autóctones, e pela inoculação da *Saccharomyces cerevisiae*. Os açúcares presentes no mosto são transformados em etanol e gás carbônico, liberando também energia, descrita pela equação abaixo.



A fermentação é interpretada, principalmente, pelo consumo de glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) pelas

leveduras do mosto, transformando-a em gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), que caracterizam o vinho. Durante a fermentação, além da formação de etanol e anidrido carbônico, formam-se outros compostos como glicerina, ácido succínico, ácido acético, ácido láctico e ésteres, que apesar de pequenas quantidades, desempenham um papel muito importante na qualidade do vinho (Jackson, 2020).

A fermentação alcoólica pode ser induzida pela incorporação de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* ou preparados que contenham misturas de leveduras. Além disso, o processo fermentativo pode ocorrer de forma espontânea pela ação das leveduras existentes na pruína, cera impermeável que recobre a baga da uva (De Castilhos; Conti-Silva; Del Bianchi, 2012).

A quantidade de levedura utilizada nos processos de vinificação varia de acordo com alguns fatores como a espécie de levedura a ser inoculada, o processo de vinificação empregado, dentre outros, mas fixa-se a quantidade de 20 g por hL de mosto como o padrão (Bindon *et al.*, 2013; Favre *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2006; De Castilhos *et al.*, 2015). Mesmo assim, alguns autores reportaram quantidades divergentes de levedura inoculada, variando de 10 g/hL (Caillé *et al.*, 2010) a 25 g/hL (Borazan; Bozan, 2013). Outras leveduras podem participar do processo fermentativo, dentre elas as leveduras do gênero *Hanseniaspora*, *Hansenula*, *Kluyveromyces* e *Pichia* (Kreger-Van Rij, 1984). Entretanto, a *Saccharomyces* é amplamente aplicada por apresentar propriedades de osmotolerância, relativa insensibilidade a alta acidez e a baixas concentrações de oxigênio.

### 3.5.6 Descuba

A descuba é a operação na qual se separa o mosto em fermentação das substâncias sólidas mais grosseiras em suspensão, o bagaço. O momento de descuba é fixado pela queda da temperatura de fermentação, pela paralisação no desprendimento de gás carbônico, pela diminuição de densidade do mosto ou pela intensidade da cor (Rizzon; Manfroi, 2006). De uma forma geral, para se efetuar a descuba, faz-se a medição da densidade do mosto, que deve estar entre 1,015 e 1,025 g/cm<sup>3</sup> (De Castilhos; Conti-Silva; Del Bianchi, 2012).

### 3.5.7 Trásfegas e atestos

As trásfegas, ou a passagem do vinho de um recipiente para outro tem como finalidade a

remoção das substâncias precipitadas (borras), podendo ser efetuadas após o término da fermentação alcoólica e malolática, quando esta última ocorrer. As borras são compostas de um aglomerado de cascas de uva, pequenas sementes, leveduras, mucilagens e ácidos, entre outras substâncias. Quando em contato prolongado com o vinho podem provocar sabor desagradável e problemas de acetificação. Essa etapa tem também por função a aeração do vinho, reequilibrando seu potencial de oxirredução (Jackson, 2020).

O vinho é periodicamente trasfegado para outros recipientes higienizados, até que atinja o ponto de clarificação desejado, sendo, de forma geral, realizadas em pelo menos três trasfegas. A primeira trasfega deve ser realizada logo após o final da fermentação, entre 20 a 30 dias após o esmagamento das uvas. Tem como finalidade incorporar ao vinho certa quantidade de oxigênio, o qual favorece a completa fermentação do açúcar e desprende o excesso de gás carbônico que estiver presente. A segunda trasfega é efetuada 10 dias após da primeira trasfega, sendo o seu principal objetivo a remoção dos depósitos originados de algum processo de clarificação. A terceira trasfega deve ser executada após a estabilização do vinho pelo frio (quando realizado), com o objetivo de separar os sais de bitartarato de potássio formados pelo processo físico a baixas temperaturas (De Castilhos; Del Bianchi, 2021).

Os atestos tem como finalidade preencher os recipientes periodicamente à medida que o nível do vinho diminui decorrente das trasfegas, evitando o seu contato com o ar, sempre completando com a adição de um vinho de qualidade e com o mesmo padrão do vinho trasfegado (Rizzon; Meneguzzo, 2006).

### *3.5.8 Fermentação malolática*

O ácido málico é o ácido orgânico mais abundante no vinho, juntamente com o ácido tartárico e o ácido cítrico. A fermentação malolática consiste na transformação de ácido L-málico (ácido dicarboxílico) em ácido L-lático (ácido monocarboxílico) e CO<sub>2</sub>, através de uma reação de descarboxilação, catalisada pela enzima malato descarboxilase. O pH ótimo para a enzima malato descarboxilase situa-se próximo de 5,8 e é necessária a presença de cofatores (NAD<sup>+</sup> e Mn<sup>2+</sup>). A atividade malolática é estritamente dependente da integridade da membrana bacteriana, protegendo-a do efeito inibitório de vários componentes do vinho (ácidos carboxílicos, polifenóis) (Lonvaud-Funel *et al.*, 1999; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006).

O vinho torna-se menos ácido e, simultaneamente, mais macio uma vez que o gosto ácido do ácido L-málico é substituído pelo gosto mais suave do ácido L-lático. A diminuição de substratos, como ácido L-málico, pode aumentar discretamente os níveis de acidez volátil e altera características sensoriais do vinho (Liu, 2002; Moreno-Arribas; Polo, 2005).

### 3.5.9 Estabilização tartárica

Os vinhos sofrem um processo físico de formação de sais de potássio e cálcio quando resfriados. Esses sais não promovem nenhum tipo de malefício à saúde, porém influenciam de forma negativa no aspecto visual do vinho, visto que ficam depositados no fundo da garrafa. O tratamento pelo frio ou estabilização tartárica do vinho visa promover a complexação desses sais com o ácido tartárico presente no vinho, formando bitartarato de potássio ou cálcio, reduzindo sua acidez fixa e minimizando notas agressivas ao paladar. É uma etapa que nem todas as vinícolas realizam, entretanto na Serra Gaúcha, região clássica de produção de vinhos no Brasil, esta etapa é realizada de forma natural ao longo do inverno (meses de junho e julho) (Guerra; Barnabé, 2005).

### 3.5.10 Engarrafamento e arrolhamento

Consiste em preencher um recipiente com uma quantidade de vinho deixando o mínimo de espaço para eventual evaporação de constituintes e aplicação do sistema de vedação. É importante neste processo não deixar o vinho ter contato com oxigênio para evitar qualquer possibilidade de oxidação do etanol (Bortoletto *et al.*, 2015).

A vedação da garrafa com a rolha protege o vinho das contaminações microbianas e das oxidações. Esse fechamento depende do formato do bico da garrafa, da máquina arrolhadora e do tipo da rolha. Atualmente, existem diversos equipamentos que arrolham e engarrafam os vinhos, até mesmo com bicos injetores de gás inerte que expulsam o oxigênio existente no espaço livre, garantindo a qualidade do vinho envazado (De Castilhos; Del Bianchi, 2021).

As garrafas de vidro de coloração escura nos tamanhos de 750 mL são as mais usadas no engarrafamento, mas existem outros volumes, como os de 350 mL, 500 mL e 1.500 mL. Para o fechamento hermético das garrafas, utilizam-se rolhas de cortiça ou tampas de rosca (*screw caps*) e rolhas de material sintético, sendo essas últimas destinadas a vinhos jovens. Após o arrolhamento,

visando o ajuste da rolha ao gargalo da garrafa, estas devem permanecer por alguns dias na posição vertical e, posteriormente, colocadas na posição horizontal em ambiente fresco e escuro com temperatura máxima de 16 °C (Guerra, 2010; Guerra; Barnabé, 2005)

### 3.6 Aspectos químicos e sensoriais do vinho

#### 3.6.1 Aspectos químicos

A caracterização físico-química consiste na análise mais detalhada das características do produto e demonstra de uma maneira mais simples os fatores que influenciam no momento do consumo deste produto. As propriedades físico-químicas são parâmetros que devem ser comparados aos preconizados pela legislação para que o vinho atenda aos requisitos mínimos para ser comercializado de forma segura e viável para o consumidor. A Tabela 1 mostra os principais parâmetros determinados pela legislação (Brasil, 2018) para que o vinho seja considerado apto para ser consumido de forma segura.

**Tabela 1** – Parâmetros analíticos do vinho segundo a legislação brasileira (Brasil, 2018)

Parâmetro	Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica (%v/v a 20 °C)	8,6	14
Acidez total (mEq/L, pH 8,2)	40	130
Acidez volátil (mEq/L)	-	20
Sulfatos totais (g/L expresso em sulfato de potássio)	-	1,2
Extrato seco reduzido (g/L)	21 (tinto)/16 (branco)	-
Álcool metílico (mg/L)	-	400 (tinto)/300 (branco)
Corante artificial e edulcorante		Ausente

O teor alcoólico produzido durante o processo fermentativo está diretamente relacionado ao teor de açúcares fermentescíveis existentes na uva a ser vinificada. O teor de açúcares depende basicamente de dois fatores: safra e variedade da uva, além de outros fatores como a aplicação do processo de chaptalização, por exemplo. O etanol, produzido durante a fermentação alcoólica, é o mais importante do vinho. Como composto mais abundante, perdendo apenas para a água, apresenta importância fundamental na estabilidade, envelhecimento e características sensoriais do

vinho. Além de impedir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, atua como um solvente para a retirada de pigmentos e taninos durante a vinificação de uvas tintas e pode dissolver compostos voláteis durante a fermentação e maturação do vinho, evitando a perda destes compostos durante estes processos (Jackson, 2020).

Com grande contribuição na qualidade e estabilidade do vinho, estando ligada à preservação microbiológica, a acidez do vinho é muito importante no processo de vinificação (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). É dividida em três frações: a acidez fixa, responsável pelos ácidos fixos como tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico; a acidez volátil, representada pelos ácidos da série acética, além de ácidos graxos como o fórmico, butírico e propiônico, e a acidez total, sendo esta a soma da volátil com a fixa (Jackson, 2020; De Castilhos; Del Bianchi, 2021).

Os ácidos orgânicos fixos são responsáveis pelo controle do pH, cuja função é a manutenção da coloração, podendo variar de 3,1 a 3,4 em vinhos brancos e de 3,4 a 3,6 em vinhos tintos. Já os ácidos voláteis indicam a qualidade do vinho, ou seja, através deles é possível observar se o vinho não sofreu algum tipo de contaminação microbiológica. De acordo com a legislação brasileira, o teor de acidez volátil que os vinhos devem apresentar é de, no máximo, de 20 meq/L ou cerca de 1,2 g/L de ácido acético equivalente (Jackson, 2020; Brasil, 2018; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2006). No entanto, Bartowsky e Henschke (2008) reportaram que quando presente em concentrações acima de 0,5 g/L o ácido acético pode transferir um aroma indesejável em alguns tipos de vinho de mesa seco.

Os açúcares redutores são monossacarídeos que possuem grupos carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidar na presença de agentes oxidantes, em soluções alcalinas. As funções cetônicas e aldeídicas livres possibilitam a redução de íons catiônicos, como o cobre, ferro e prata. Nos vinhos licorosos doces naturais, o teor de açúcar vem do alto teor acumulado pela uva, que mesmo depois da fermentação alcoólica, ainda apresentam teores elevados de açúcar. O açúcar do vinho pode também vir da adição externa, desde que dentro dos parâmetros estabelecidos por lei. Neste caso, no Brasil, esta prática é permitida, sendo conhecida como chaptalização (Demiate *et al.*, 2002; Venturini Filho, 2005).

O extrato seco é uma das propriedades físico-químicas dos vinhos que, em geral, relaciona-se com os compostos que são responsáveis pelo corpo e estruturação da bebida. O extrato seco pode ser utilizado como uma importante característica para avaliar o vinho de uma determinada

região vitícola, a qualidade da uva e o sistema de vinificação. É obtido por meio do peso do resíduo seco após a evaporação dos compostos voláteis (Barnabé, 2006).

Os compostos fenólicos constituem um grande grupo de substâncias complexas que são de particular importância para as características sensoriais e cromáticas do vinho, especialmente no vinho tinto, uma vez que estão presentes em concentrações mais altas que nos vinhos brancos (1 a 5 g/L e 0,2 a 0,5 g/L, respectivamente) (Kilmartin, 2009; Karbowiak *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011). Estes compostos presentes no vinho podem ser oriundos das próprias uvas, pelo metabolismo de microrganismos ou até mesmo extraídos da madeira dos barris durante a maturação (Jackson, 2020).

Os compostos fenólicos dos vinhos podem ser agrupados em dois grandes grupos, 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, dentre outros), flavonóis (caempferol, quercetina, miricetina, dentre outros) e antocianinas (cianidina, delphinidina, malvidina, petudinina, peonidina, pelargonidina, dentre outras). Ao segundo grupo pertencem os ácidos fenólicos, hidroxibenzoicos e hidroxicinâmicos, além de outros derivados fenólicos, como os estilbenos (Monagas; Bartolomé; Gómez-Cordovés, 2006; Lopes *et al.*, 2007; Karbowiak *et al.*, 2010).

O perfil dos compostos fenólicos presentes em vinhos é dependente de uma série de fatores que incluem a espécie e a variedade da uva, localização do plantio, sistema de cultivo, clima, solo, forma de extração e tipo de processo empregado, bem como também é influenciado 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 (Jackson, 2020).

Quantitativamente, os ácidos fixos controlam o pH do vinho e desempenham um papel fundamental na preservação do baixo valor de pH e da estabilidade da cor dos vinhos. O pH, por sua vez, é importante para manter os compostos fenólicos em equilíbrio, entre as formas de fenol e o ânion fenolato. Devido ao alto valor de pKa (9 a 10), a forma protonada é favorecida no pH ácido do vinho (3,4 - 3,6). Desta forma, vinhos com maiores valores de pH são mais suscetíveis a problemas relacionados com oxidação (Kilmartin, 2009; Karbowiak *et al.*, 2010).

### *3.6.2 Aspectos sensoriais*

A análise sensorial é uma ferramenta amplamente empregada para a determinação da qualidade de vinhos, utilizada desde a colheita das uvas, nas diferentes etapas do processo de vinificação e na determinação da qualidade do produto final para avaliar as suas características e seus possíveis defeitos (Behrens; Silva, 2000). Por meio dos cinco sentidos, visão, tato, paladar, olfato e audição, de forma sistematizada, pode-se medir, analisar e interpretar as reações bioquímicas que se originam da interação entre o indivíduo e o alimento (Dutcosky, 2013).

As substâncias presentes no vinho devem apresentar caráter volátil, solubilidade e propriedades aromáticas em concentrações que possam ser percebidas pelo sentido mais complexo do ser humano: o olfato (De Castilhos; Del Bianchi, 2021; Miele, 2006).

A visão permite analisar a cor, intensidade, transparência, limpidez, densidade e presença de dióxido de carbono (no caso dos vinhos espumantes), além de verificar defeitos de vinificação como a presença de partículas flutuantes ou oxidação. Pelo olfato é possível captar e distinguir os aromas específicos de cada casta, intensidade, persistência, complexidade e também possíveis aromas que sejam oriundos da fermentação, do refinamento em barricas e do próprio envelhecimento do vinho, ou ainda defeitos causados pela oxidação. Existem duas maneiras de direcionar os aromas até o complexo olfativo: pela aspiração direta (ortonasal) ou pela via indireta (retronasal). A via direta consiste na aspiração do vinho em repouso, seguida de movimentos giratórios com a taça para liberar os compostos aromáticos. A via indireta consiste na colocação de uma pequena quantidade de vinho na boca, seguida de uma leve aspiração de ar, direcionando os compostos aromáticos para o centro olfativo (Manfroi, 2004; Côte Real, 2001).

O um estudo realizado por Arenhart (2015), que caracterizou o perfil físico-químico da cultivar Marselan e seu vinho varietal, revelou que as amostras apresentaram perfis sensoriais distintos, exceto no aroma, o que indica a tipicidade da cultivar estudada para os aromas de frutas vermelhas, frutas secas, amadeirado e doce.

No entanto, Müller (2016) avaliou o potencial enológico e sensorial de doze cultivares de uva que se mostraram como potenciais para o desenvolvimento da região da Campanha Gaúcha, sendo realizadas duas sessões de degustação classificando-as com qualidade média a alta com notas acima de 7 para todos os atributos que são considerados como positivos para a qualidade de um

vinho, como a intensidade de cor, o aroma de frutas vermelhas, volume de boca e persistência para os tintos e ainda, brilho, limpidez, frescor e boa acidez para os brancos.

As papilas gustativas avaliam os gostos classificados pelos atributos doce, salgado, amargo e ácido e pelos sabores e sensações de álcool e taninos, e por meio da sensação tátil que a boca e a língua captam determina-se o peso, o corpo, a estrutura, a textura, a aspereza e a maciez do vinho. A audição também pode ser utilizada para avaliar vinhos, sobretudo os espumantes, através do som emitido pela perda de gás carbônico sob a forma de bolhas que emergem da bebida (Rizzon, 2010; Rabelo; Braga, 2017).

Outra função importante na degustação de vinhos são as sensações táteis. A sensação de calor é provocada pelo alto teor alcoólico, quando a relação álcool/acidez é maior que 1. Quando essa relação é menor que 1, a sensação predominante é de frescor, vinculada à predominância da acidez do vinho. Já a adstringência é provocada pela perda do poder lubrificante da saliva por meio da interação dos taninos com as proteínas existentes na saliva, principalmente as que apresentam o aminoácido prolina na cadeia peptídica. A pungência é característica da presença de gás carbônico no vinho, pela sensação provocada pelo etanol ou pelo excesso de anidrido sulfuroso (Jackson, 2020; Manfroi, 2004).

### **3.7 Uso de resíduos na produção de bebidas alcoólicas**

A indústria cervejeira nacional destaca-se entre as três maiores produtoras em nível mundial, perdendo apenas para China e Estados Unidos em questão de quantidade produzida (SEBRAE, 2014). Segundo o Anuário da Cerveja de 2020, documento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o mercado deste produto segue em plena expansão, com um total de 1383 cervejarias registradas no ministério, um crescimento de 14,4% com relação ao ano anterior, com representantes em todos os estados da federação (MAPA, 2021).

Em contrapartida, cresce também a importância e necessidade de otimização da gestão dos resíduos gerados pela sua expansão (Brasil *et al.*, 2021). De acordo com Venturini Filho (2016), estima-se que a produção mundial anual de resíduo cervejeiro é de aproximadamente 30 milhões de toneladas, sendo a produção brasileira em torno de 1,7 milhões de toneladas ao ano. Como excedentes das diversas etapas de fabricação da cerveja, os resíduos podem ser classificados como

sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas. Dentre eles estão o bagaço de malte, o maior em relação à quantidade, o trub (sedimento deixado pelo lúpulo após a fervura e pelas leveduras dormentes após o término da fermentação) e levedo (células de levedura), além de garrafas quebradas e lodo de estações de tratamento.

O aumento da busca por produtos alimentícios de origem sustentável, especialmente bebidas, tem movimentado o campo de desenvolvimento, pesquisa e inovação, o que faz com que a análise da inovação tecnológica seja considerada uma ferramenta importante para apoiar o mapeamento e a evolução dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Como estratégias para a indústria, essa temática apresenta a possibilidade de exploração de novos nichos e tendências mercadológicas, além de refletir o estado atual da tecnologia. Especificamente, constitui um elemento importante na diferenciação de produtos/processos no mercado e contribui diretamente para o crescimento e a vantagem competitiva de uma empresa (Fuck; Vilha, 2011).

Com predominância de proteínas (entre 50 e 70% da massa seca), polifenóis, carboidratos, minerais, ácidos graxos, além de substâncias amargas do lúpulo (10 a 20%), o trub quente comumente é misturado ao bagaço de malte para recuperação de mosto cervejeiro na etapa de lavagem do bagaço e, posteriormente, destinado para elaboração de ração animal (Barchet, 1993; Priest; Stewart, 2006).

Tais características foram levantadas em um estudo realizado por Mathias, Mello e Servulo (2014) concluindo que devido a sua rica composição, pode apresentar um grande potencial para utilização em diversas áreas de tecnologia, como alimentação humana e animal, e biotecnologia industrial.

De modo geral, estudos têm sido aplicados buscando encontrar diferentes formas de aplicação e utilização. No caso de bebidas fermentadas, esse aproveitamento ainda é bem limitado, mas o resíduo cervejeiro possui muitos pontos a serem explorados.

Asevedo, Fontoura e Santos (2020), avaliaram os efeitos da adição de trub na fermentação de uma cerveja do tipo Pilsen. Concluíram que o trub pode não ser tão prejudicial no que diz respeito ao decaimento de extrato e consequente produção de álcool, bem como em relação ao crescimento celular. Uma boa formação de álcool demonstra um bom desempenho das leveduras na fermentação. No entanto, cabe um aprofundamento dos efeitos prejudiciais em relação a elas, bem como um acompanhamento, considerando a introdução de maiores concentrações, mas

também para verificar se há algum dano as características sensoriais da bebida.

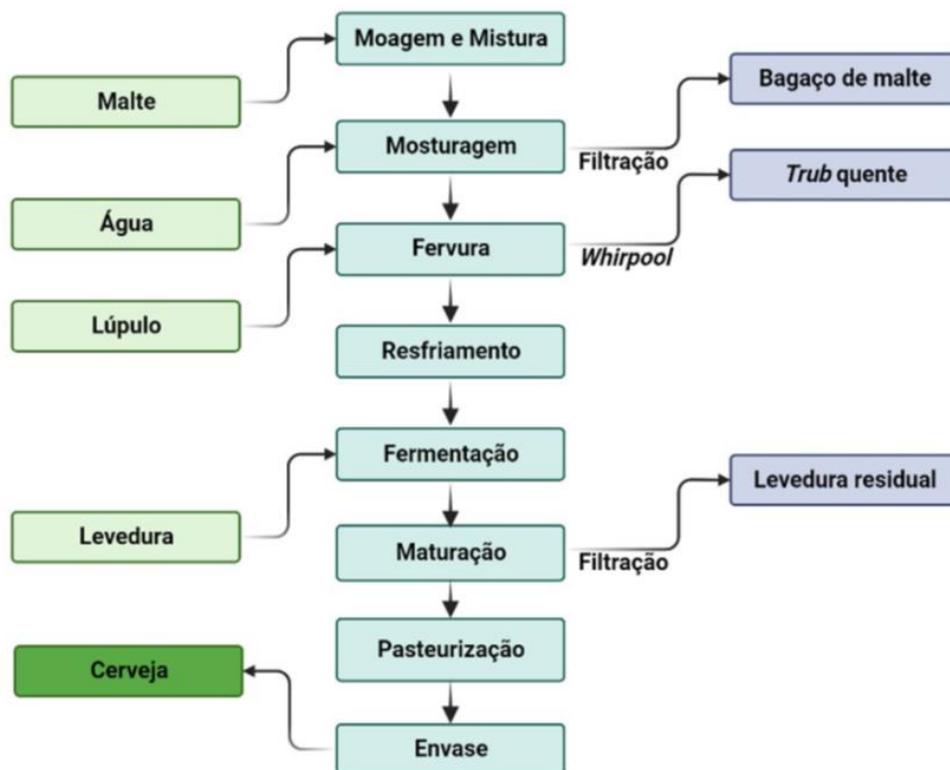
### **3.8 Resíduo cervejeiro: trub quente**

O processo de fabricação da cerveja é dividido em 4 etapas: produção do mosto, fermentação, maturação e finalização. E nesse processo são gerados diversos resíduos, dentre eles o bagaço de malte, o trub e a levedura residual. Existem dois tipos de trub, o trub frio e o trub quente. Ambos são formados em decorrência da coagulação de proteínas (em fase quente ou fase fria) e a sua complexação com compostos fenólicos presentes no mosto. Sua formação/remoção promove limpidez à cerveja, tornando-a agradável após retirado (Mathias; Mello; Servulo, 2014)

O trub quente é o segundo resíduo sólido gerado no processo cervejeiro, durante a etapa de cocção do mosto. É resultante, predominantemente, da coagulação de proteínas, no entanto, outras substâncias podem estar presentes, devido à sua participação na formação destes complexos ou devido ao arraste durante sua deposição. Outro fator que pode influenciar na formação do trub é a presença de cátions, principalmente  $\text{Ca}^{2+}$ , de compostos do lúpulo que apresentam baixa eficiência de solubilização, de polifenóis e de carboidratos não totalmente hidrolisados na mostura (Priest; Stewart, 2006; Barchet, 1993).

Com formação entre 0,2 e 0,4 Kg de trub úmido (80 a 90% de umidade) para cada hectolitro de cerveja produzida (Briggs *et al.*, 2004), é caracterizado como um aglomerado de proteínas insolúveis, carboidratos complexos, lipídios, taninos, minerais e componentes do lúpulo. Além disso, apresenta em torno de 40 a 70% de proteínas, 7 a 32% de substâncias amargas, 20 a 30% de substâncias orgânicas, como polifenóis e 5% de cinzas (Kühbeck *et al.*, 2007).

No entanto, o trub ainda é pouco explorado com relação às suas características e possibilidades de recuperação de compostos de interesse, podendo ser influenciado pelo tipo de malte, tipo de moagem, tipo e concentração de lúpulo, processos utilizados na produção da bebida, entre outros (Mudura; Coldea, 2015).



**Figura 2** – Fluxograma geral do processo de produção de cerveja (Marson *et al.*, 2020)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material

Os vinhos foram produzidos com uvas da variedade BRS Vitória, cultivadas na cidade de Jales, São Paulo (latitude 20° 16' 06" Sul, longitude 50° 32' 56" Oeste), a 486 m de altitude. As uvas foram coletadas no mês de novembro do ano de 2023, sendo posteriormente acondicionadas em ambiente refrigerado (entre 1 e 2 °C) na Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal.

O trub quente foi cedido pela empresa Beco do Malte situada no município de São José do Rio Preto, São Paulo, (Latitude: 20° 49' 13" Sul, Longitude: 49° 22' 47" Oeste), a 510 m de altitude, sendo armazenado em ambiente refrigerado (entre 1 e 2 °C) na Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal (Figura 3).



**Figura 3** – Trub quente

Como materiais adicionais, foram utilizados reatores fermentativos que consistiram de recipientes de plástico atóxico branco com válvulas adaptadas na parte inferior para possibilitar a retirada do vinho pela descuba. Além disso, foi utilizada levedura seca ativa *Saccharomyces cerevisiae* (cepa Y904 Mauri da empresa Burns Philp®, Austrália) e metabissulfito de potássio da empresa Amazon Group Coatec®, Rio Grande do Sul.

## 4.2 Métodos

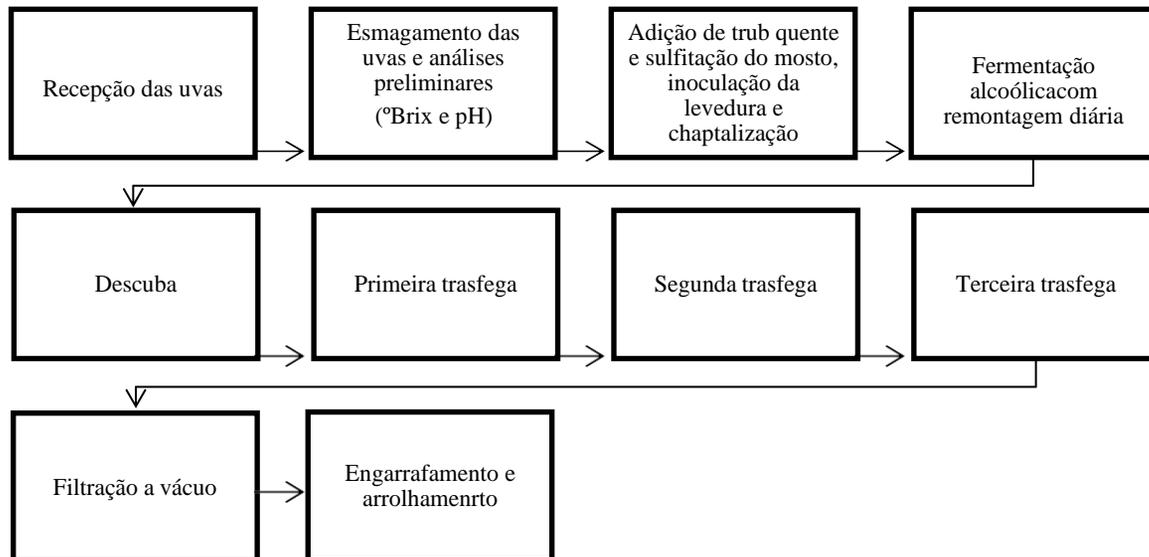
### 4.2.1 Elaboração dos vinhos

A utilização do trub quente nos tratamentos seguiu o planejamento experimental descrito na Tabela 2.

**Tabela 2** – Planejamento experimental referente à elaboração dos vinhos

Tratamento	Uvas (%)	Trub Quente (%m/m)
Controle	100	0
Tratamento (5%) – Incorporação (INC5%)	100	5
Tratamento (10%) – Incorporação (INC10%)	100	10
Tratamento (15%) – Incorporação (INC15%)	100	15
Tratamento (5%) – Substituição (SUB5%)	95	5
Tratamento (10%) – Substituição (SUB10%)	90	10
Tratamento (15%) – Substituição (SUB15%)	85	15

Todos os tratamentos seguiram o processo de vinificação conforme fluxograma descrito na Figura 4, baseado em De Castilhos *et al.* (2015) com modificações.



**Figura 4** – Fluxograma do processo empregado na formulação dos vinhos

Após a pesagem, as uvas foram desengaçadas e esmagadas manualmente, sendo o mosto e a parte sólida colocados no reator fermentativo de 5 litros precedidos de aferição de °Brix e pH e posteriormente adicionado a proporção de trub quente para cada tratamento (Figura 5). Após essa etapa, procedeu-se com a sulfitação (15 g de metabissulfito de potássio para cada 100 kg de uva) e inoculação da levedura seca ativa (20 g de levedura para cada 100 L de mosto). A levedura foi reidratada com um volume de água 10 vezes superior ao seu peso com água destilada a 35 °C e inoculada em um volume de cerca de 10% do mosto com reincorporação direta.



**Figura 5** – Reatores fermentativos

Todas as bebidas foram chaptalizadas, obedecendo a relação de 1 °GL (1% v/v) sendo formado por 1,8 graus Babo ou 18 g/L de açúcar (Jackson, 2014). A chaptalização foi corrigida para aproximadamente entre 8 e 9 °GL (8 a 9% v/v) para que ao final o vinho estivesse de acordo com os limites preconizados pela legislação brasileira (Brasil, 2018).

Posteriormente, os reatores foram mantidos hermeticamente fechados com batoques hidráulicos para possibilitar a saída do anidrido carbônico resultante do processo fermentativo e evitar a entrada de oxigênio para o interior do reator, evitando processos de oxidação do etanol resultante da fermentação alcoólica. A fermentação tumultuosa durou cerca de 3 dias, seguida de 4 dias de fermentação lenta, caracterizando 7 dias de maceração. Durante a etapa de maceração, foram realizadas remontagens diárias.

Após o período de maceração, procedeu-se a descuba. Essa etapa consistiu na separação entre a parte líquida (mosto) e a parte sólida (bagaço) pelo escoamento da parte líquida pela válvula inferior do reator. A parte sólida foi recolhida e prensada levemente de forma manual para a retirada do vinho aderido.

Em seguida, promoveu-se a primeira trasfega, deslocando o vinho para outros recipientes, otimizando o processo de decantação da parte suspensa. Após 10 dias, procedeu-se com a segunda trasfega e posteriormente, a terceira trasfega.

Após 10 dias da terceira trasfega, realizou-se a filtração a vácuo, em que o vinho foi vertido através de um papel filtro posicionado em um funil de Buchner. Os sólidos suspensos ficaram aderidos ao filtro e o vinho foi retirado através do funil para dentro do kitassato com auxílio de uma bomba a vácuo.

Após a finalização da filtração a vácuo, os vinhos foram transferidos para garrafas de vidro de 750 mL previamente higienizadas, sendo armazenados em local limpo, seco e ao abrigo da luz após serem arrolhados.

#### *4.2.2 Análises físico-químicas*

As análises físico-químicas realizadas para cada um dos vinhos elaborados foram: teor de sólidos solúveis na uva com uso de refratômetro portátil para açúcar na faixa 0 a 32 °Brix com temperatura automática mod. rt-30 ATC; o potencial de hidrogênio (pH) com o uso de um pHmetro

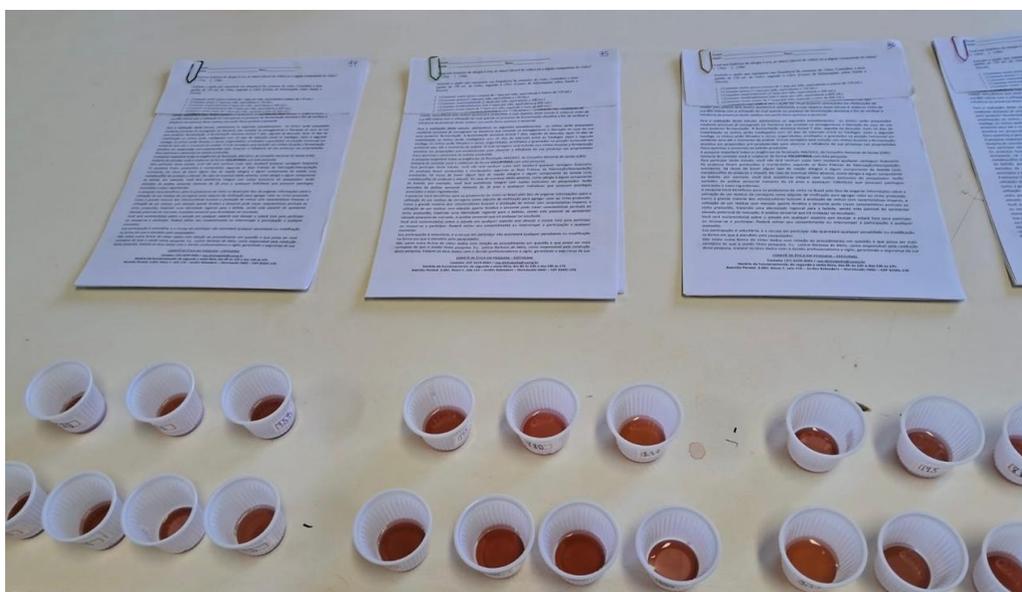
da marca Digimed® modelo D-22, com leitura direta e sem diluições após calibração do equipamento em solução tampão de pH 4,0 e 7,0; acidez total e volátil (g/L em ácido tartárico e acético, respectivamente) com aparato para titulometria e destilador enológico digital modelo SUPER DEE - Marca Gilbertini® (AOAC, 2005); extrato seco total (g/L) utilizando estufa a 105 °C até peso constante e balança analítica (AOAC, 2005); açúcares redutores baseado no método de Lane- Eynon com redução de íons cobre a partir da solução de Fehling (AOAC, 2005); teor alcoólico (% v/v) pelo destilador enológico digital modelo SUPER DEE e balança hidrostática modelo MIA 2020 - Marca Gilbertini® (AOAC, 2005); 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; Echavarri; Negueruela, 2012). Todas as propriedades físico-químicas foram obtidas em triplicata.

#### *4.2.3 Análise sensorial*

A análise sensorial consistiu de duas abordagens: teste de aceitação e teste descritivo. Ambas as abordagens foram realizadas com julgadores não treinados, ou seja, consumidores. Vale ressaltar que os dados da análise sensorial foram relacionados com os dados das propriedades físico-químicas, a fim de observar quais compostos químicos ou grupo de compostos químicos foram responsáveis por determinar certas características sensoriais pontuais dos vinhos estudados.

No presente estudo participaram 100 consumidores que provaram todas as amostras de bebida fermentada, caracterizando um estudo com planejamento de blocos completos, sendo 49 (49%) mulheres e 51 (51%) homens, com idade média de 26,34 anos e desvio padrão de 10,52 anos, com idade mínima de 18 anos e máxima de 64 anos. Do total, 33 consumidores (33%) declararam beber muito pouco vinho (menos de 1 taça por mês ou menos de 150 mL), 16 (16%) reportaram consumir pouco (cerca de 1 taça por mês ou 150 mL), 25 (25%) declararam consumir ocasionalmente (2 taças por mês ou 300 mL), 15 (15%) declararam consumir moderadamente (até 4 taças por mês ou 600 mL) e 11 (11%) reportaram consumir muito (mais de 4 taças por mês ou mais de 600 mL).

As amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios e a apresentação foi realizada de forma monádica e randomizada. Entre cada amostra avaliada, o julgador foi instruído a beber uma pequena quantidade de água para lavagem do palato. Foram utilizadas salas com cabines individuais com luz branca e temperatura entre 22 a 25 °C e copos plásticos de 30 mL com volume de bebida de cerca de 15 mL (Figura 6).



**Figura 6** – Apresentação das amostras de vinho na análise sensorial

O painel de consumidores realizou a análise descritiva dos vinhos através do método RATA (*Rate All That Apply*) que consiste em uma variação da técnica CATA (*Check All That Apply*) (Ares *et al.*, 2018). Os consumidores avaliaram um descritor de aparência (cor rosa), três descritores de aroma (aroma de uva, aroma de álcool e aroma floral), quatro descritores de sabor (gosto doce, gosto amargo, gosto ácido e sabor frutado) e três descritores de textura (adstringência, corpo e persistência). Para esta análise foi empregada uma escala não estruturada de 9 cm de comprimento ancorada pelas respectivas referências de mínimo e máximo de intensidade (ficha em anexo). O escore de cada descritor foi determinado pelo posicionamento de uma régua graduada na posição zero coincidente com o início da escala não estruturada, efetuando a leitura do comprimento, em centímetros, da posição inicial até a marcação feita pelo julgador.

O painel de consumidores também avaliou a aceitação sensorial das amostras em relação à

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 também foi avaliada, utilizando uma escala estruturada de 5 pontos, variando de certamente não compraria (escore 1) a certamente compraria (escore 5).

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal. Todos os julgadores assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) consentindo a participação voluntária no teste sensorial. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), protocolo CAAE número 78820724.3.0000.5115.

### **4.3 Análise dos dados**

Os dados coletados foram analisados utilizando Análise de Variância (ANOVA) com teste de comparação múltipla de médias de Tukey, utilizando o software Minitab 17 (Minitab Inc.). Todas as variáveis coletadas, concernentes às propriedades enológicas clássicas e dados sensoriais foram relacionados através da aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) utilizando o software Statistica 12 (StatSoft Inc.). Para todos os testes estatísticos foi considerado o nível de significância de 0,05 (5%).

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma ferramenta estatística multivariada que é utilizada para analisar inter-relações entre um grande número de variáveis e explicar essas variáveis em termos de componentes principais que são comuns às variáveis. De um modo geral, o objetivo dessa análise é encontrar um meio de condensar a informação contida em várias variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas (componentes principais) com perda mínima de informação (Hair *et al.*, 2009).

Basicamente, quando a PCA é aplicada em estudos quimiométricos, o número de variáveis é reduzido em grupos alocados em duas componentes principais que são responsáveis por explicar a maior parte da variação das variáveis originais. No caso desse estudo em particular, as variáveis foram delimitadas pelas propriedades químicas e sensoriais (descritivas e de aceitação) e os vinhos se relacionaram com os grupos de variáveis que, por sua vez, foram alocados em determinadas componentes principais. Essa abordagem é muito aplicada em estudos científicos que objetivam

observar a relação entre inúmeras variáveis e tem sido uma ferramenta muito difundida em estudos sensoriais e químicos, caracterizando estudos quimiométricos (Granato *et al.*, 2015; Zielinski *et al.*, 2014).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros preliminares de vinificação

Os parâmetros do processo de vinificação estão apresentados na Tabela 3, constando os resultados do °Brix, pH, a massa de uva e do trub quente utilizados.

**Tabela 3** – Resultados preliminares da vinificação

Tratamentos	°Brix médio do mosto <sup>1</sup>	pH médio do mosto <sup>1</sup>	Massa de uva (Kg)	Massa do trub quente (Kg)
Controle	15,5±0,25 a	4,20±0,08 bc	3,97	0
Tratamento 5% - Incorporação	14,6±0,14 bc	4,93±0,03 a	4,0	0,2
Tratamento 10% - Incorporação	14,3±0,20 cd	4,15±0,11 c	3,96	0,39
Tratamento 15% - Incorporação	14,8±0,14 b	3,86±0,09 d	3,96	0,59
Tratamento 5% - Substituição	14,2±0,14 d	4,35±0,04 b	3,8	0,2
Tratamento 10% - Substituição	14,0±0,00 de	4,35±0,05 b	3,6	0,4
Tratamento 15% - Substituição	13,7±0,14 e	4,27±0,02 bc	3,4	0,6

<sup>1</sup>Valor 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.

É importante ressaltar que os resultados da Tabela 3 mostraram que o °Brix médio das uvas se diferiram significativamente entre o grupo controle e os tratamentos. De acordo com o MAPA (2002), a BRS Vitória, um tipo de uva de mesa, deve apresentar 14 °Brix para ser colhida, sendo que todas as amostras apresentaram valor de Brix médio próximo ou superior a 14 °Brix. Essa variação de teor de sólidos solúveis pode estar relacionada ao manejo dos cachos, a práticas culturais ou a diferentes épocas do ano (Colombo *et al.*, 2021). Com variação de 3,0 até 3,4, o pH dos mostos e dos sucos de uva brasileiros podem ser influenciados pelo tipo de cultivar, safra ou origem geográfica (Rizzon, 2010). Desse modo, os valores encontram-se acima do recomendado, com valores que variaram entre pH de 3,86 a 4,93, onde o tratamento 5% na forma de incorporação apresentou significativamente maior valor. Já os volumes de massa de uva e de trub quente seguiram o planejamento experimental inicial proposto.

### 5.2 Análises físico-químicas do trub quente

O pH do trub quente manteve-se na faixa de 4,73, sendo que em um trabalho realizado por Silva (2022), esse valor ficou abaixo do encontrado, que foi de 5,36. A acidez resultou em torno de

3,7 g/L, maior que o valor encontrado por Monteiro *et al.* (2019), sendo de 1,22 g/L. Essa diferença pode ser atribuída ao pH do resíduo (trub) que é ácido, além de estar relacionado ao seu processo de formação em que ocorre a precipitação do fosfato de cálcio que reduz o pH do meio, além de frações de ácidos graxos e lúpulo que promovem aumento na sua acidez titulável (Barchet, 1993). Já o teor de umidade, em torno de 81 %, aproximou-se do resultado encontrado por Mathias, Mello e Servulo (2014), que foi de 82,6%. Apesar de escassos os trabalhos experimentais sobre a composição do trub quente, a literatura indica que o mesmo tem um percentual de umidade variando entre 80 e 90% (Olajire, 2012; Briggs *et al.*, 2004; Hough, 1990).

**Tabela 4** – Resultados da caracterização físico-química do trub quente (média±desvio padrão)

Parâmetros	Trub quente
°Brix	6,68±0,14
pH	4,73±0,09
Umidade %	80,8±0,19
Fenólicos totais (mg/L)	1336,5±82,5
Acidez total (g/L)	3,7±0,23

O teor médio de compostos fenólicos foi de 1336,5 mg/L. Sabe-se que no final da fervura realiza-se o Whirlpool, processo no qual o mosto é bombeado no interior do reator de forma tangencial, gerando um fluxo de rotação, o qual leva o trub quente a formar uma massa no fundo do reator (concentração da matéria sólida e insolúvel), facilitando a remoção do mosto limpo. Devido à adsorção do trub quente, os compostos fenólicos diminuem significativamente. (Wannenmacher; Gastl; Becker, 2018).

Contudo, o tipo de cevada (composição, fatores climáticos e processos de secagem do malte), proporções e tipos de adjuntos cervejeiros adicionados, processo de moagem, controle do processo, pH, teor de íons e polifenóis, tempo de processo, homogeneização, níveis de oxidação durante o processo de fervura do mosto e fatores relacionados ao lúpulo (tipo, concentração e solubilidade das substâncias) podem influenciar na composição do trub quente (Maia, 2020; Marson *et al.*, 2020; Siqueira; Bolini; Macedo, 2008).

### 5.3 Caracterização físico-química da uva e dos vinhos produzidos

A uva BRS Vitória utilizada no processo de vinificação apresentou as seguintes características físico-químicas: conteúdo de sólidos solúveis médio de  $15,1 \pm 0,3^\circ\text{Brix}$ , pH médio de  $4,09 \pm 0,14$ , acidez total média de  $3,9 \pm 0,08$  g/L e  $412 \pm 5,33$  mg/L de fenólicos totais.

A Tabela 5 mostra os resultados dos parâmetros físico-químicos dos vinhos BRS Vitória de acordo com os tratamentos que utilizaram percentuais diferentes de trub quente na forma de incorporação e de substituição na sua composição.

O pH do vinho INC15% apresentou valor significativamente superior em relação aos demais, sendo de 4,19, não se diferenciando dos vinhos controle e SUB15%. Com influência direta na acidez total e conseqüentemente nas características sensoriais do vinho, quanto maior a acidez, menor o pH, influenciando no frescor do vinho, já que vinhos mais ácidos são mais frescos ao paladar (Barbosa, 2014). Reis (2016) avaliou o pH de seis diferentes vinhos de mesa, com resultados que variaram entre 3,2 a 3,4. Por outro lado, Wurz *et al.* (2021) encontraram valores entre 2,91 a 3,4, quando caracterizou vinhos de mesa elaborados na região do Planalto Norte Catarinense, safra 2019. Com faixa ideal de pH entre 3,0 a 3,8 (Rizzon, 2010), os vinhos deste trabalho variaram entre 3,94 a 4,19, resultando acima do preconizado.

Sobre o teor alcoólico, os vinhos apresentaram variação de 8,25 (SUB5%) a 9,5% (v/v) (Controle), sendo o controle com valor significativamente superior em relação às demais amostras. Em vinhos elaborados com BRS Vitória, Marques (2020) encontrou um teor alcoólico de 11,2% (v/v). Já o teor alcoólico obtido para quatro amostras de vinhos tintos suaves de vinícolas do município de Colombo (PR) variou de 9,0 a 10,8% (v/v) (Lovato; Wagner, 2008). Uma vez que a lei prevê uma variação entre 8,6% a 14% (v/v) para vinhos de mesa, apenas a amostra SUB5% ficou abaixo do parâmetro recomendado.

Houve diferença significativa no parâmetro acidez total, sendo que os tratamentos apresentaram valores inferiores comparado ao grupo controle, exceto o tratamento INC5% que apresentou valor de acidez total estatisticamente similar ao do vinho controle. A acidez total das amostras variou de 4,71 g/L (SUB10%) a 5,97 g/L (Controle). Houve diferença significativa no parâmetro acidez volátil entre a amostra controle e os demais tratamentos, sendo o vinho controle o que apresentou maior acidez volátil. Os resultados mostraram uma tendência em que o aumento do percentual de trub quente adicionado ou substituído ao mosto fermentativo diminuiu a acidez

total e a acidez volátil, ou seja, quanto maior a quantidade de trub quente adicionado na fermentação alcoólica, menor a acidez total e volátil dos vinhos produzidos.

**Tabela 5** – Média±desvio padrão das propriedades físico-químicas dos vinhos elaborados no estudo

Propriedades físico-químicas <sup>1</sup>	Controle <sup>1</sup>	INC5% <sup>1</sup>	INC10% <sup>1</sup>	INC15% <sup>1</sup>	SUB5% <sup>1</sup>	SUB10% <sup>1</sup>	SUB15% <sup>1</sup>	Valor P <sup>1</sup>
ALC (%v/v)	9,50±0,18 a	8,60±0,07 d	8,92±0,40 bcd	8,88±0,21 cd	8,25±0,05 e	9,26±0,07 ab	9,08±0,03 bc	<0,001
°Brix	6,00±0,00 bc	6,00±0,00 bc	6,00±0,00 bc	6,21±0,10 a	5,92±0,13 c	6,13±0,14 ab	6,00±0,00 bc	<0,001
pH	4,13±0,06 ab	3,95±0,06 d	4,05±0,01 bcd	4,19±0,15 a	3,93±0,03 d	3,99±0,05 cd	4,09±0,02 abc	<0,001
TAC (g/L)	5,97±0,15 a	5,84±0,07 a	5,31±0,25 bc	5,47±0,14 b	5,09±0,07 cd	4,71±0,09 e	5,04±0,04 d	<0,001
VAC (g/L)	1,11±0,07 a	0,81±0,25 bc	0,59±0,14 bcd	0,85±0,13 b	0,56±0,17 cd	0,45±0,05 d	0,39±0,07 d	<0,001
EXT (g/L)	23,5±0,5 b	24,5±0,4 b	26,9±0,2 a	27,4±0,3 a	23,9±1,1 b	27,6±0,7 a	27,0±0,3 a	<0,001
RSG (g/L)	1,63±0,04 d	1,83±0,10 c	2,43±0,03 a	2,06±0,03 b	1,98±0,02 b	1,85±0,04 c	1,85±0,01 c	<0,001
PHEN (mg/L)	801±15 a	580±17 b	517±20 c	499±22 cd	557±31 b	462±11 de	457±22 e	<0,001
L*	45,48±0,28 b	1,78±0,15 e	36,45±3,39 c	18,87±6,46 d	4,35±0,91 e	5,97±0,61 e	55,62±0,51 a	<0,001
C*	50,24±0,38 a	7,22±0,56 f	34,17±0,82 b	28,69±4,26 c	11,55±1,53 e	14,94±1,09 d	33,02±0,42 b	<0,001
h*	39,68±0,36 c	20,99±1,27 e	46,68±2,11 b	39,78±0,41 c	25,42±1,46 d	23,46±1,13 d	51,60±1,38 a	<0,001
a*	38,67±0,41 a	6,74±0,52 f	23,43±1,08 b	22,04±3,16 bc	10,42±1,25 e	13,70±0,94 d	20,51±0,58 c	<0,001
b*	32,08±0,28 a	2,58±0,25 e	24,85±1,05 b	18,37±2,86 c	4,99±0,94 d	5,96±0,63 d	25,87±0,69 b	<0,001
INT	3,09±0,02 d	9,43±0,16 a	3,64±0,27 d	5,42±0,83 c	7,66±0,29 b	7,07±0,15 b	2,26±0,04 e	<0,001
TON	0,99±0,01 de	1,03±0,04 c	1,13±0,02 b	1,05±0,02 c	1,02±0,02 cd	0,95±0,01 e	1,25±0,03 a	<0,001

<sup>1</sup>INC5%: incorporação de 5% de trub quente; INC10%: incorporação de 10% de trub quente; INC15%: incorporação de 15% de trub quente; SUB5%: substituição de 5% de trub quente; SUB10%: substituição de 10% de trub quente; SUB15%: substituição de 15% de trub quente. ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; EXT: extrato seco; RSG: açúcares redutores; PHEN: fenólicos totais; L\*: luminosidade; C\*: Chroma; h\*: ângulo de tonalidade; a\*: coordenada a; b\*: coordenada b; INT: intensidade de cor; TON: tonalidade. <sup>1</sup>Valor 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.

Em ambos os casos, todos os vinhos apresentaram parâmetros de acidez de acordo com o preconizado pela legislação brasileira (Brasil, 2018), ou seja, de 40 a 130 meq/L de acidez total, o que equivale a 3 a 9,75 g/L de equivalentes em ácido tartárico; e valores inferiores a 20 meq/L de acidez volátil, o que equivale a 1,2 g/L de equivalentes em ácido acético. O fato de todos os vinhos apresentarem acidez volátil inferior ao limite máximo indica que todos encontram-se livres de contaminação microbiana e seguros para serem ingeridos. Apesar disso, Jackson (2020) pressupõe que essa divergência entre os vinhos de mesa para essas determinações pode estar relacionada ao processo de vinificação e pela utilização de diferentes espécies de uvas para a elaboração dos vinhos.

O extrato seco apresentou diferença significativa entre as amostras, sendo as amostras com 10% ou 15% de trub quente na formulação, independentemente de ser por incorporação ou substituição, apresentaram extrato seco significativamente superior em relação às amostras de 5% e controle. Deste modo, é possível pressupor que a incorporação ou substituição de quantidades superiores a 10% de trub quente no mosto fermentativo aumenta o extrato seco do vinho produzido. Todos os vinhos foram classificados como leves ao paladar, por apresentar extrato seco abaixo de 30 g/L (De Castilhos *et al.*, 2015; Jackson, 2020). Observou-se que os vinhos elaborados apresentaram valores de extrato seco entre 23,56 e 27,65 g/L e estes valores estão de acordo com o limite mínimo que a legislação determina para vinhos tintos, que é de 21 g/L (Brasil, 2018). Resultados similares foram encontrados por Nogueira (2021), com valores entre 22,15 e 28,91 g/L para os vinhos elaborados com a cultivar Violeta, encontrando-se de acordo com o estabelecido na legislação brasileira.

Os resultados encontrados para o teor de açúcar redutor mostraram diferenças significativas, evidenciando valor significativamente superior do tratamento INC10% em relação aos demais tratamentos. Estes valores indicam que os vinhos elaborados foram classificados como secos, pois o açúcar residual resultou abaixo de 4 g/L (Brasil, 2018). Felippeto, Caliari e Guerra (2020) encontraram valores similares nas amostras de vinhos finos produzidos nas regiões de altitude do estado de Santa Catarina, que chegaram, em média, a 2,50 g/L para vinhos tintos e 2,92 g/L, para vinhos brancos, indicando seu enquadramento legal como vinhos secos.

No teor de fenólicos totais, o vinho controle apresentou valor significativamente superior em relação aos demais vinhos. Observando os resultados obtidos, há uma tendência em considerar

que quanto maior a quantidade de trub quente existente na vinificação, menor é o teor de fenólicos totais no vinho. Descartando o controle, os vinhos com 5% de trub quente por incorporação e por substituição foram os que apresentaram maiores concentrações de fenólicos totais, o que indica que quanto maior a concentração de trub quente inserida no mosto fermentativo, menor a concentração de fenólicos totais no vinho. No entanto, ao comparar o valor de fenólicos totais do suco de BRS Vitória com todas as amostras do trabalho, os valores obtidos foram superiores.

Levando em consideração os parâmetros luminosidade ( $L^*$ ), ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) e tonalidade (TON), o tratamento SUB15% apresentou valores significativamente superiores quando comparado às outras amostras. O vinho controle apresentou valores significativamente maior de Choma ( $C^*$ ), coordenada a ( $a^*$ ) e coordenada b ( $b^*$ ). A intensidade de cor foi significativamente superior para a amostra INC5%.

O parâmetro Chroma ( $C^*$ ) permite caracterizar a concentração ou saturação da cor global do vinho. Considerando-se o conjunto de todas as amostras, o controle apresentou o chroma mais elevado, o que significa uma cor mais pura, saturada. Já os demais apresentaram menor saturação, o que indica cores mais pálidas, ou seja, com menor saturação.

As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  apresentaram diferenças significativas quando os tratamentos foram comparados, indicando que a amostra controle apresentou valor superior para as duas coordenadas. Em todos os vinhos se verifica que o valor de  $a^*$  é superior ao valor de  $b^*$ , exceto para as amostras INC10% e INC15%, indicativo de uma cor vermelha mais intensa do que a cor amarela.

O perfil da intensidade de cor de cada uma das amostras apresentou diferença significativa, sendo que o tratamento INC5% teve maior intensidade de cor e o tratamento SUB15% menor intensidade. Esse aumento da intensidade de cor ocorre juntamente com a diminuição da luminosidade. Este fato pressupõe que a intensidade de cor é inversamente proporcional à luminosidade da bebida.

A tonalidade de cor mostra a evolução da cor em pigmentos amarelos em decorrência da oxidação e/ou redução de antocianinas, aumentando a tonalidade com o envelhecimento (Dal'Osto, 2012), ou seja, valores inferiores de tonalidade de cor indicam maior relação da coloração vermelha em relação à coloração amarela/laranja. As amostras apresentaram diferenças significativas, com valores que variaram de 0,95 a 1,25. Alguns fatores podem influenciar em tais resultados como o sistema de condução da videira que não favoreceu a entrada suficiente de radiação solar no vinhedo

para atingir a maturação fenólica ideal da uva, proporcionando um vinho com mais cor e tonalidade, características que agregam valor e estrutura a bebida (Santos; Costa; Lima, 2017).

## **5.4 Análise sensorial**

### *5.4.1 Análise sensorial descritiva*

Os resultados dos atributos sensoriais descritivos das amostras dos vinhos analisadas neste estudo estão apresentados na Tabela 6. Diante dos resultados apresentados, para os atributos de cor rosa houve diferença significativa entre as amostras, cujos os valores variaram entre 5,13 a 2,52, em que o vinho controle recebeu maior nota para a coloração rosa e o vinho SUB15% apresentou o menor escore. Essa cor pode ser influenciada pela variedade da uva, amadurecimento, técnicas de vinificação e amadurecimento seguido do envelhecimento (Leonardi, 2022). É possível pressupor que a adição do trub quente ao mosto fermentativo influenciou de forma negativa na cor do vinho.

Todos os vinhos diferiram significativamente em todos os atributos olfativos (aroma de uva, de álcool e floral). No atributo aroma de uva o vinho controle apresentou o maior escore e o vinho SUB15% apresentou menor intensidade. Dos tratamentos analisados foi possível pressupor que a adição do trub quente ao mosto fermentativo diminuiu os escores de aroma de uva, sendo os vinhos elaborados por substituição os que apresentaram os menores escores para este atributo. Já no atributo aroma de álcool, o vinho INC5% apresentou maior intensidade, sendo o vinho controle o que apresentou o menor escore para este atributo, e no aroma floral a diferença ocorreu entre as amostras SUB15% e SUB5%, sendo o primeiro o que apresentou escores significativamente superior. De modo geral, os vinhos possuem compostos aromáticos em diferentes concentrações e grau de volatilização, fazendo com que sejam percebidos com maior ou menor facilidade (Leonardi, 2022).

**Tabela 6** – Média±desvio padrão dos escores dos atributos sensoriais descritivos dos vinhos analisados no estudo

Atributos Sensoriais	Controle <sup>1</sup>	INC5% <sup>1</sup>	INC10% <sup>1</sup>	INC15% <sup>1</sup>	SUB5% <sup>1</sup>	SUB10% <sup>1</sup>	SUB15% <sup>1</sup>	Valor P <sup>1</sup>
Cor rosa	5,13±2,10 a	4,83±2,24 ab	4,64±2,09 ab	4,07±2,05 bc	3,59±1,85 c	4,63±2,18 ab	2,52±1,94 d	< 0,001
Aroma de uva	4,70±2,35 a	3,79±2,15 b	3,80±2,17 b	3,48±2,01 bc	3,12±1,94 bc	3,14±1,98 bc	2,83±1,99 c	< 0,001
Aroma de álcool	2,56±1,89 d	4,34±2,14 a	3,83±2,14 abc	4,26±2,20 ab	4,17±2,29 abc	3,30±1,92 cd	3,41±2,17 bcd	< 0,001
Aroma floral	4,19±2,26 ab	3,40±1,86 ab	3,60±1,80 ab	3,51±2,15 ab	3,33±2,04 b	4,03±2,41 ab	4,22±2,37 a	0,007
Gosto doce	3,12±2,41 a	2,57±2,06 ab	2,57±2,16 ab	2,17±1,92 b	2,27±1,88 ab	2,35±2,02 ab	1,84±1,77 b	0,001
Gosto amargo	3,89±2,35 c	4,90±2,28 ab	4,32±2,39 bc	4,57±2,53 bc	4,58±2,50 bc	4,83±2,35 abc	5,73±2,40 a	< 0,001
Gosto ácido	3,46±2,14 b	4,40±2,32 a	3,79±2,22 ab	4,21±2,19 a	4,17±2,24 a	4,31±2,29 a	4,12±2,42 a	0,050
Sabor frutado	4,33±2,45 a	3,50±2,17 ab	3,43±2,03 ab	3,34±2,18 b	3,25±1,98 b	3,31±2,18 b	3,41±2,37 ab	0,010
Adstringência	3,01±2,05 a	3,62±2,00 a	3,54±1,93 a	3,63±2,15 a	3,50±2,06 a	3,56±2,06 a	3,87±2,36 a	0,154
Corpo	4,14±2,03 a	4,29±1,96 a	4,05±2,14 a	4,07±2,12 a	4,08±2,10 a	4,29±2,03 a	4,30±2,31 a	0,932
Persistência	4,40±2,09 b	5,07±1,94 ab	4,69±2,08 ab	4,75±2,23 ab	4,54±2,13 ab	5,07±2,04 ab	5,24±2,23 a	0,043

<sup>1</sup>INC5%: incorporação de 5% de trub quente; INC10%: incorporação de 10% de trub quente; INC15%: incorporação de 15% de trub quente; SUB5%: substituição de 5% de trub quente; SUB10%: substituição de 10% de trub quente; SUB15%: substituição de 15% de trub quente. Valor 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.

Os atributos de gosto e sabor apresentaram oscilações entre as amostras. O vinho controle apresentou maior nota para o gosto doce e sabor frutado. O gosto doce apresentou menores escores para os vinhos elaborados com 15% de trub quente na composição, independentemente do modo de inserção (incorporação ou substituição). Já para o sabor frutado, o vinho controle apresentou destaque frente aos vinhos INC15%, SUB5% e SUB10%. O vinho SUB15% apresentou maior intensidade para o gosto amargo e não se diferiu de forma significativa dos vinhos INC5% e SUB10%. Todos os vinhos elaborados com trub quente, independentemente da forma de inserção, apresentaram escores elevados para o gosto ácido, apresentando diferenças significativas com o vinho controle, ou seja, a presença do trub quente na formulação do vinho foi responsável por determinar escores maiores de gosto ácido nos vinhos.

Pressupõe-se que esse amargor possa estar relacionado com a presença de maior quantidade de trub quente, pois além da presença de alguns nutrientes como proteínas, polifenóis e ácidos graxos, ele possui compostos de lúpulo não solubilizados. O lúpulo traz o característico sabor amargo da cerveja. Outra característica importante é a ação antimicrobiana (Prado, 2021). O trub quente é obtido após a fervura do mosto, etapa na qual o lúpulo é adicionado. Nesta etapa os metabólitos secundários do lúpulo são transformados em compostos de amargor e cerca de 85% dos constituintes do lúpulo não são solubilizados no mosto e são descartados no trub quente incluindo lupulinas e  $\beta$ -ácidos. Estes ácidos são responsáveis por determinar a expressiva acidez do trub quente que, quando adicionado ao mosto fermentativo para a elaboração do vinho, são incorporados à bebida (Steenackers; De Cooman; De Vos, 2015; Durello; Silva; Bogusz Jr., 2019). Isso pode explicar o fato de os vinhos elaborados com trub quente apresentarem maiores escores de gosto ácido em relação ao vinho controle.

Não houve diferença significativa nos atributos de adstringência e corpo. Por fim, no atributo persistência, os vinhos elaborados com trub quente apresentaram maior persistência em boca, havendo diferença significativa entre os vinhos SUB15% e controle. Normalmente relacionada a qualidade, espera-se que a persistência do sabor seja longa e equilibrada.

#### *5.4.2 Análise sensorial de aceitação*

A Tabela 7 mostra os resultados dos atributos sensoriais de aceitação.

**Tabela 7** – Média  $\pm$  desvio padrão das determinações sensoriais de aceitação dos vinhos elaborados

Bebidas Fermentadas <sup>1</sup>	Atributos sensoriais <sup>2</sup>					
	Aparência	Aroma	Corpo	Sabor	Aceitação Global	Intenção de compra
Controle	7,19 $\pm$ 1,53 a	6,77 $\pm$ 1,77 a	6,03 $\pm$ 1,74 a	5,82 $\pm$ 2,17 a	6,05 $\pm$ 1,90 a	3,32 $\pm$ 1,17 a
INC5%	6,66 $\pm$ 1,79 ab	5,98 $\pm$ 1,95 abc	5,51 $\pm$ 1,87 ab	4,87 $\pm$ 2,33 b	5,33 $\pm$ 2,04 ab	2,73 $\pm$ 1,22 b
INC10%	6,66 $\pm$ 1,80 ab	6,32 $\pm$ 1,94 ab	5,63 $\pm$ 1,75 ab	5,06 $\pm$ 2,28 ab	5,35 $\pm$ 2,15 ab	2,78 $\pm$ 1,12 b
INC15%	6,49 $\pm$ 1,71 ab	5,99 $\pm$ 1,77 abc	5,54 $\pm$ 1,87 ab	4,90 $\pm$ 2,29 ab	5,26 $\pm$ 2,18 ab	2,64 $\pm$ 1,23 b
SUB5%	6,21 $\pm$ 1,73 b	5,48 $\pm$ 1,86 cd	5,47 $\pm$ 1,94 ab	4,72 $\pm$ 2,20 b	5,21 $\pm$ 1,99 ab	2,66 $\pm$ 1,24 b
SUB10%	6,87 $\pm$ 1,70 ab	5,89 $\pm$ 1,99 bcd	5,67 $\pm$ 1,60 ab	4,92 $\pm$ 2,24 ab	5,36 $\pm$ 2,22 ab	2,72 $\pm$ 1,26 b
SUB15%	5,41 $\pm$ 2,21 c	5,11 $\pm$ 2,26 d	5,07 $\pm$ 1,94 b	4,41 $\pm$ 2,35 b	4,50 $\pm$ 2,25 b	2,35 $\pm$ 1,23 b
Valor P <sup>2</sup>	<0,001	<0,001	0,023	0,001	<0,001	<0,001

<sup>1</sup>INC5%: incorporação de 5% de trub quente; INC10%: incorporação de 10% de trub quente; INC15%: incorporação de 15% de trub quente; SUB5%: substituição de 5% de trub quente; SUB10%: substituição de 10% de trub quente; SUB15%: substituição de 15% de trub quente. <sup>2</sup> Valor P referente ao teste de Análise de Variância (ANOVA) a  $P < 0,05$ . Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla post-hoc de Tukey a  $P < 0,05$ . Os atributos de aparência, aroma, corpo, sabor e aceitação global foram avaliados utilizando escala estruturada de 1 a 9 pontos. A intenção de compra foi avaliada utilizando escala estruturada de 1 a 5 pontos.

De acordo com os resultados da análise estatística da Tabela 7, pode-se observar que houve diferenças significativas para a aceitação das amostras em relação à aparência, aroma, corpo, sabor, aceitação global e intenção de compra. Em todos os atributos sensoriais de aceitação a amostra controle se destacou como a que apresentou maiores escores, diferindo significativamente de algumas amostras em determinados atributos. É importante ressaltar que o perfil de provadores conforme o sexo e o consumo de vinho estão descritos na tabela 8. Tais características podem influenciar na preferência de alguns atributos sensoriais.

**Tabela 8** – Perfil de consumo de vinho dos provadores

Consumo de vinho (taças/ml)	Masculino (n°)	Feminino (n°)
Consumo muito pouco vinho (menos de 1 taça por mês ou menos de 150 mL)	16 (31,4%)	17 (34,7%)
Consumo pouco (cerca de 1 taça por mês ou 150 mL)	11 (21,6%)	5 (10,2%)
Consumo ocasionalmente (2 taças por mês ou 300 mL)	11 (21,6%)	14 (28,6%)
Consumo moderadamente (até 4 taças por mês ou 600 mL)	7 (13,7%)	8 (16,3%)
Consumo maior (mais de 4 taças por mês ou mais de 600 mL)	6 (11,8%)	5 (10,2%)

Em relação à aparência, o vinho controle não apresentou diferenças significativas em relação às amostras INC5%, INC10%, INC15% e SUB10%, diferindo significativamente das amostras SUB5% e SUB15%. Estando diretamente relacionada à aparência do vinho, a cor é o primeiro contato do avaliador e um dos atributos mais importantes, permitindo especular possíveis defeitos existentes na bebida, apresentando ainda forte influência sobre a percepção de outros atributos sensoriais, como o aroma e o gosto doce (Morrot; Brochet; Dubourdieu, 2001; Oliveira; Souza; Mamede, 2011).

Na aceitação do aroma, o vinho controle, que apresentou o maior escore, não se diferiu de forma significativa dos vinhos que foram elaborados por incorporação de trub quente, sendo os vinhos elaborados por substituição da uva pelo trub quente os que apresentaram menores escores para este atributo. A média do valor referente ao atributo aroma para o vinho controle foi 6,77, valor inferior ao obtido por Rosa (2017), que alcançou média de 7,0 na análise sensorial. Características como solo de cultivo, tipo de uva, pH, o ser humano e outros influenciam na percepção de aromas diferenciados para cada vinho, ou seja, nenhum vinho terá o mesmo aroma ou sabor, pois isto é diferenciado seja na hora da prática da vinícola ou nas alterações feitas durante o processo de fermentação (Vianna, 2016).

A aceitação do corpo mostrou que a diferença significativa se deu entre o vinho controle e o vinho SUB15%, ou seja, o vinho elaborado por substituição da uva pelo trub quente a 15% apresentou a menor aceitação do corpo. O vinho controle apresentou maior escore de aceitação do sabor, com média de 5,82, mas não se diferenciou de forma significativa das amostras INC10% (escore 5,06), INC15% (escore 4,90) e SUB10% (escore 4,92), evidenciando o potencial de aceitação do sabor nos vinhos elaborados com trub quente. Resultado semelhante foi encontrado por Reis (2016), que ao fazer a análise sensorial de vinhos (*Vitis spp.*) de região subtropical obteve

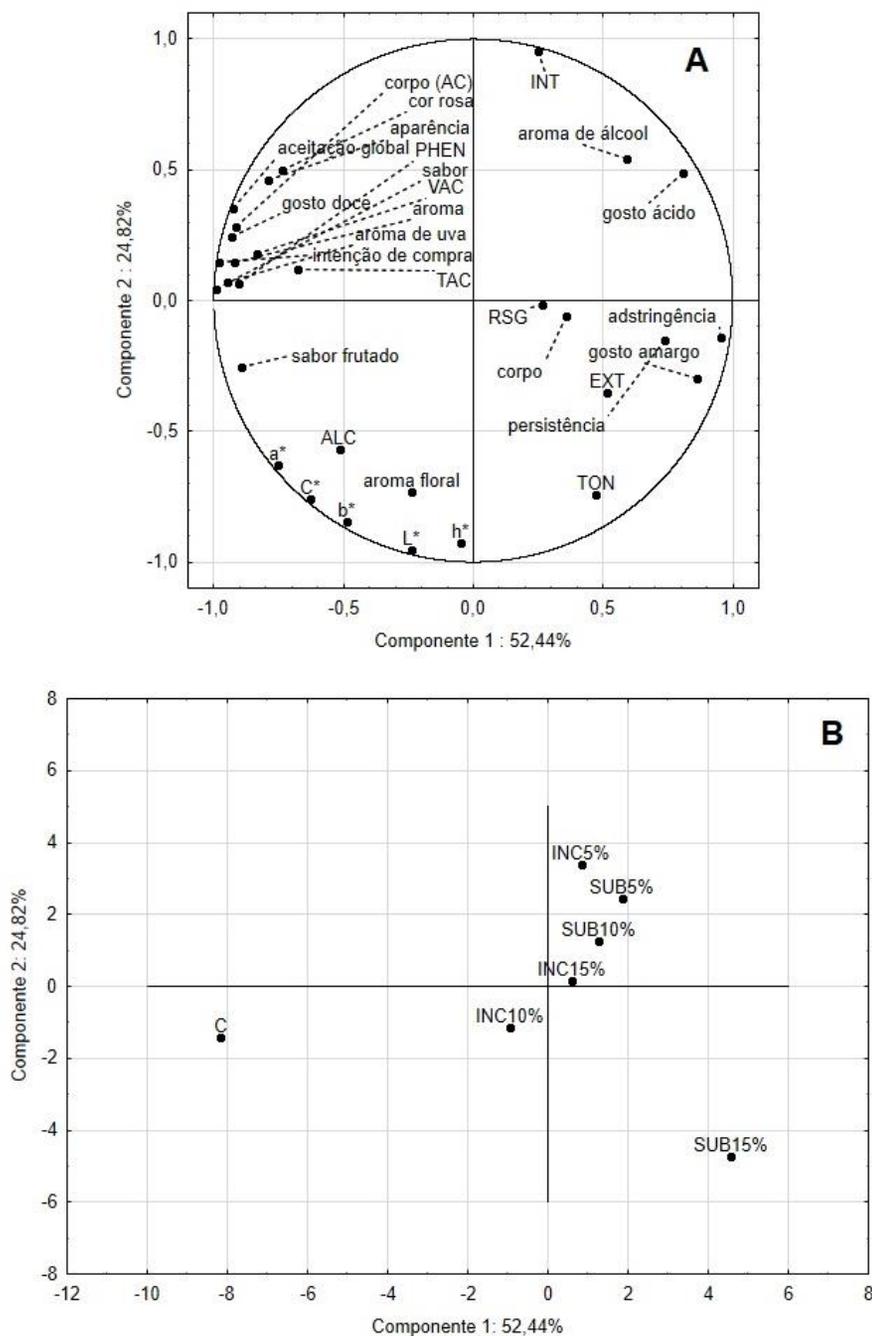
notas médias entre 4,56 e 6,12.

Todos os vinhos apresentaram aceitação global estatisticamente semelhante, exceto o vinho SUB15% que apresentou o menor escore para aceitação global se diferenciando de forma significativa da amostra de vinho controle. A intenção de compra dos vinhos elaborados com trub quente foi significativamente inferior que o vinho controle. Reis (2016) também encontrou resultado similar na produção de vinhos secos, com aceitação global entre 2,18 e 3,12. Por outro lado, Rosa (2017) produziu vinhos classificados como levemente doce, onde 36% dos provadores "certamente comprariam", 30% "provavelmente comprariam" 28% "talvez comprariam" e 6% "certamente não comprariam" e nenhum dos avaliadores "provavelmente não comprariam". Diante do exposto, pressupõe-se que exista uma preferência por vinhos mais adocicados.

### **5.5 Relação entre as propriedades físico-químicas e sensoriais**

As propriedades físico-químicas, os escores sensoriais de aceitação e descritivos foram relacionados através da aplicação da ferramenta multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP). Esta análise teve por objetivo otimizar o caráter exploratório dos dados considerando a influência de todas as variáveis analisadas no estudo. A Figura 7 ilustra, de acordo com a ferramenta de Análise de Componentes Principais, a projeção dos parâmetros físico-químicos, sensoriais descritivos e sensoriais de aceitação (A) e das amostras de bebidas fermentadas (B). Pode-se observar que as duas primeiras componentes principais explicaram 77,26% do total da variação dos dados, desse total a componente 1 explicou 52,44% e a componente 2 explicou 24,82% da variação total dos dados.

Dois grupos de variáveis explicaram a PC1 (Fig. 7A). O primeiro grupo (eixo PC1 positivo) foi composto por quatro descritores sensoriais: gosto amargo, gosto ácido, adstringência e persistência, sendo estes relacionados com a amostra SUB15%. O segundo grupo (eixo PC1 negativo) de variáveis foi composto por acidez total (TAC), acidez volátil (VAC), fenólicos totais (PHEN), coordenada a (a\*), cor rosa, aroma de uva, gosto doce, sabor frutado e atributos de aceitação sensorial, aparência, aroma, corpo, sabor, aceitação global e intenção de compra, sendo estes relacionados com a amostra controle.



**Figura 7** - Projeção dos parâmetros físico-químicos, sensoriais descritivos e sensoriais de aceitação (A) e das amostras de bebidas fermentadas (B) de acordo com a ferramenta de Análise de Componentes Principais. ALC: teor alcoólico; TAC: acidez total; VAC: acidez volátil; RSG: açúcar redutor; EXT: extrato seco; 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. INC5%: incorporação de 5% de trub quente; INC10%: incorporação de 10% de trub quente; INC15%: incorporação de 15% de trub quente; SUB5%: substituição de 5% de trub

quente; SUB10%: substituição de 10% de trub quente; SUB15%: substituição de 15% de trub quente.

A PC2 também foi explicada por dois grupos de variáveis. O primeiro grupo (eixo PC2 negativo) foi composto por luminosidade ( $L^*$ ), Chroma ( $C^*$ ), ângulo de tonalidade ( $h^*$ ), coordenada b ( $b^*$ ), tonalidade e aroma floral, sendo estes relacionados com a amostra SUB15%. O segundo grupo (eixo PC2 positivo) foi composto de somente uma variável: intensidade de cor, relacionado com a amostra INC5%. O teor alcoólico, extrato seco, açúcares redutores, aroma de álcool e corpo (descritivo) não foram relacionados com as componentes principais analisadas, não havendo relação com as amostras avaliadas no estudo.

A amostra controle se destacou frente às demais amostras pelo fato de apresentar os maiores escores de aceitação sensorial para todos os atributos avaliados. Além disso, descritores como cor rosa, aroma de uva, gosto doce e sabor frutado foram relacionados com esta amostra evidenciando a preferência dos consumidores brasileiros por vinhos mais doces e frutados.

Os atributos de aceitação sensorial e descritivos citados foram relacionados com a elevada acidez da amostra controle e com a elevada concentração de fenólicos totais. Os fenólicos totais, em vinhos, assumem uma posição importante na caracterização do vinho, pois está diretamente relacionado com a cor e aparência devido à presença das antocianinas. As antocianinas, assim como os demais compostos fenólicos que participam de reações de copigmentação, respondem positivamente pela elevada aceitação da aparência dos vinhos e pela elevada coloração, visto que o vinho controle foi relacionado com o descritor cor rosa e com elevados valores positivos da coordenada  $a^*$  (cor vermelha). Compostos como os flavan-3-óis participam no aumento do corpo e da textura do vinho (De Castilhos *et al.*, 2016; De Castilhos *et al.*, 2015). A acidez é um parâmetro químico que está diretamente relacionado com a aceitação do sabor, principalmente a acidez volátil do vinho que otimiza o desprendimento de compostos aromáticos que impactam positivamente na aceitação do aroma e do sabor do vinho (De Castilhos *et al.*, 2016).

A amostra SUB15% apresentou a menor aceitação sensorial dentre as amostras analisadas devido a sua relação com os descritores gosto amargo, gosto ácido, adstringência e persistência (PC1 positivo) e luminosidade ( $L^*$ ), Chroma ( $C^*$ ), ângulo de tonalidade ( $h^*$ ), coordenada b ( $b^*$ ), tonalidade e aroma floral (PC2 negativo). A amostra SUB15% foi descrita sensorialmente como uma amostra com elevado gosto amargo, gosto ácido, adstringência e persistência, atributos que

não são bem aceitos pelos consumidores brasileiros de vinhos. A amostra ainda apresentou elevada luminosidade e saturação com o maior ângulo de tonalidade e coordenada b (b\*) evidenciando tons amarelos mais evidentes que as demais amostras. O aroma floral também descreveu a amostra SUB15%, sendo este um descritor que pode estar vinculado à baixa aceitação da amostra. Zampini *et al.* (2008) reportaram que as características visuais podem influenciar diretamente na elevada aceitação do vinho, entretanto foi possível observar neste estudo que somente a coordenada a (a\*) apresentou impacto positivo na aceitação, discordando dos resultados obtidos no estudo citado.

A amostra INC5% apresentou maior intensidade de cor, mas este atributo não se relacionou de forma significativa com nenhuma propriedade físico-química e nenhum atributo de aceitação sensorial. De uma forma geral foi possível observar que a inserção de trub quente na elaboração de vinhos não resultou em elevada aceitação pelos consumidores que participaram da avaliação sensorial, já que a amostra controle se destacou frente às demais amostras. Desconsiderando a amostra controle, as amostras em que o trub quente foi incorporado ao mosto fermentativo foram as que apresentaram maior aceitação global, destacando, também, as amostras em que o trub quente substituiu a uva no mosto fermentativo a 5% e 10% (m/m). A amostra SUB15% foi a menos aceita dentre as amostras avaliadas.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, todas as propriedades físico-químicas foram influenciadas pela inserção de trub quente na vinificação, sendo as amostras de incorporação de trub quente ao mosto fermentativo as que se destacaram, apresentando valores superiores em algumas propriedades físico-químicas importantes como acidez total, extrato seco, açúcares redutores, teor de fenólicos totais e intensidade de cor.

A amostra controle foi a que apresentou maior aceitação sensorial, seguida das amostras de incorporação e as amostras SUB5% e SUB10% que apresentaram valores inferiores de aceitação global em comparação com a amostra controle, porém não se diferiram de forma significativa. Os descritores de gosto amargo, gosto ácido, adstringência e persistência foram os responsáveis por determinar a menor aceitação da amostra SUB15%.

Os resultados obtidos nesse projeto serviram de base para elucidar o potencial da inserção do resíduo cervejeiro trub quente como adjunto fermentativo junto ao processo de vinificação em tinto de uvas americanas, sendo que o uso do trub quente na vinificação não afetou de forma significativa os parâmetros de aceitação sensorial, sendo que em alguns deles como a aceitação do aroma, os vinhos elaborados por incorporação do trub quente foram mais aceitos que os vinhos elaborados por substituição das uvas pelo trub quente.

Nesse contexto, o uso do resíduo cervejeiro tem potencial para elaborar vinhos com características pontuais, sendo uma alternativa de manter e preservar o meio ambiente, ao mesmo tempo em que se atende às necessidades humanas de forma sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. N.; BRAGAGNOLO, C.; CHAGAS, A. L. S. A. Demanda por Vinho no Brasil: elasticidades no consumo das famílias e determinantes da importação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 433-454, 2015.
- AOAC - Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**. Washington: AOAC International, 2005.
- ARENHART, M. **Caracterização físico-química, fenólica e sensorial da CV. Marselan de diferentes regiões do Rio Grande do Sul**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria-RS, 2015.
- ARES, G.; PICALLO, A.; COSTE, B.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; JAEGER, S. R. A comparison of RATA questions with descriptive analysis: Insights from three studies with complex/similar products. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 5, p. 6038-6045, 2018.
- ASEVEDO, S. M. L.; FONTOURA, C. R. O.; SANTOS, L. M. R. Avaliação dos efeitos da adição de trub na fermentação de uma cerveja do tipo Pilsen. **Cadernos UniFOA**, v. 15, n. 42, 2020.
- AYALA, F.; ECHAVARRI, J. F.; NEGUERUELA, A. I. **MSCV 7.1 software**, 2012.
- BARBOSA, D. C. **Obtenção e caracterização do vinho e vinagre de manga (Mangifera indica L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte-MG, 2014.
- BARCHET, R. Hot trub: formation and removal. **Brewing Techniques**, v. 1, n. 4, 1993.
- 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. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Botucatu-SP, 2006.
- BARTOWSKY, E. J.; HENSCHKE, P. A. Acetic acid bacteria spoilage of bottled red wine - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 125, n. 1, p. 60-70, 2008.

BECKETT, N. **1001 vinhos para beber antes de morrer**. Rio de Janeiro: Sextante, 2008.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Food Science and Technology**, v. 20, p. 60-67, 2000.

BINDON, K.; VARELA, C.; KENNEDY, J.; HOLT, H.; HERDERICH, M. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 1. Grape and wine chemistry. **Food chemistry**, v. 138, n. 2-3, p. 1696-1705, 2013.

BORAZAN, A. A.; BOZAN, B. The influence of pectolytic enzyme addition and prefermentative mash heating during the winemaking process on the phenolic composition of Okuzgozu red wine. **Food Chemistry**, v. 138, p. 389-95, 2013.

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

BRASIL, V. C. B.; GUIMARÃES, B. P.; EVARISTO, R. B. W.; CARMO, T. S.; GHESTI, G. F. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* moench) characterization as adjunct in beer brewing. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 265–272, 2021.

BRASIL. Instrução Normativa nº 48 de 31 de agosto de 2018. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. **DOU**: Brasília, 2018.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. **Brewing Science and Practice**. Flórida: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Limited, 2004.

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J-B; VIDAL, S.; CHEYNIER, V. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, p. 35-42, 2010.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta, nova variedade de uva para suco e vinho de mesa**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 8p. (Comunicado Técnico, 63).

COLOMBO, R. C.; ROBERTO, S. R.; CRUZ, M. A.; CARVALHO, D. U.; YAMAMOTO, L. Y.; NIXDORF, S. L.; PÉREZ-NAVARRO, J.; GÓMEZ-ALONSO, S.; SHAHAB, M.; AHMED, S.; GONÇALVES, L. S. A.; SOUZA, R. T.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Characterization of the phenolic ripening development of 'BRS Vitoria' seedless table grapes using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 95, p. 103693, 2021.

CÔRTE REAL, M. **Degustação de vinhos: uma iniciação à análise sensorial**. 6 ed. Porto Alegre: AGE, 2001.

DAL'OSTO, M. C. **Emprego da maceração a frio na extração e estabilização de compostos fenólicos em vinhos de Syrah cultivadas em ciclo de outono-inverno**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Piracicaba-SP, 2012.

DE CARVALHO, E. S. S.; OLIVEIRA, I. G.; NUNES, G. S.; MARQUES, A.T. B. Caracterização físico-química e colorimétrica dos vinhos tintos elaborados com a cv. 'touriga nacional' em diferentes tempos de maceração. **Jornada de Iniciação Científica e Extensão**, v. 14, n. 1, p. 123, 2019.

DE CASTILHOS, M. B. M.; CATTELAN, M. G.; CONTI-SILVA, A. C.; DEL BIANCHI, V. L. Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines. **LWT-Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 360-366, 2013.

DE CASTILHOS, M. B. M.; CONTI-SILVA, A. C.; DEL BIANCHI, V. L. Effect of grape pre-drying and static pomace contact on physicochemical properties and sensory acceptance of Brazilian (Bordô and Isabel) red wines. **European Food Research and Technology**, v. 235, p. 345-354, 2012.

DE CASTILHOS, M. B. M.; CORRÊA, O. L. S.; ZANUS, M. C.; MAIA, J. D. G.; GÓMEZ-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, 2015.

DE CASTILHOS, M. B. M.; MAIA, J. D. G.; 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. **LWT – Food Science and Technology**, v. 69, p. 82-90, 2016.

DE CASTILHOS, M. B. M.; DEL BIANCHI, V. L. Vinhos. *In*: MORAES, I. O. (Org). **Biotecnologia na produção de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2021, p. 37-76.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Analysis of total and reducing sugar in foods. A comparative study between colorimetric and titration techniques. **Exact and Soil Sciences, Agrarian Sci and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 65–78, 2002.

DURELLO, R.; SILVA, L.; BOGUSZ JR., S. Química do lúpulo. **Química Nova**, v. 42, n. 8, p. 900–919, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170412>.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2013.

FAVRE, G.; PEÑA-NEIRA, A.; BALDI, C.; HERNÁNDEZ, N.; TRAVERSO, S.; GIL, G.; GONZÁLEZ-NEVES, G. Low molecular-weight phenols in Tannat wines made by alternative winemaking procedures. **Food Chemistry**, v. 158, p. 504-512, 2014.

FELIPPETO, J.; CALIARI, V.; GUERRA, C. C. Perfil físico-químico dos vinhos finos produzidos nas Regiões de altitude de Santa Catarina. 2020.

FUCK, M. P.; VILHA, A. M. Inovação tecnológica: da definição à ação. **Contemporâneos – Revista de Artes e Humanidades**, n. 9, p. 1-21, 2011.

GRANATO, D.; MARGRAF, T.; BROTZAKIS, I.; CAPUANO, E.; VAN RUTH, S. M. Characterization of conventional, biodynamic, and organic purple grape juices by chemical markers, antioxidant capacity, and instrumental taste profile. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 1, p. 55-65, 2015.

GUARCHE, E. R. R. **Comportamento dos consumidores de vinho no município de Sant`ana do Livramento/RS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enologia) – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2016.

GUERRA, C. C. Vinho tinto. *In*: VENTURINI FILHO, W. G. (Org.). **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010, p. 209-236.

GUERRA, C.C.; BARNABÉ, D. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6 ed. São Paulo: Bookman, 2009.

HOUGH, J. S. **Biotecnologia de la cerveza y de la malta**. Zaragoza: Acribia, 1990.

JACKSON, R. S. **Wine science: Principles and applications**. 4 ed. San Diego: Academic Press, 2014.

JACKSON, R. S. **Wine science: Principles, practice and perception**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 2020.

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.

KILMARTIN, P. A. The oxidation of red and white wines and its impact on wine aroma. **Chemistry in New Zealand**, v.73, p. 18-22, 2009.

KREGER-VAN RIJ, N. J. W. **The yeasts: a taxonomic study**. 3 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1984.

KUDO, M.; SODEYAMA, M. Weight distribution of red wine polyphenols affected by length of maceration. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, p. 332A, 2002.

KÜHBECK, F.; MÜLLER, M.; BACK, W.; KURZ, T.; KROTTENTHALER, M. Effect of hot trub and particle addition on fermentation performance of *Saccharomyces cerevisiae*. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 41, p. 711-720, 2007.

LEÃO, P. C. S.; NUNES, B. T. G.; NASCIMENTO, J. H. B.; SOUZA, M. C.; REGO, J. I. S. 'BRS Vitória': a new seedless table-grape cultivar for the São Francisco Valley, northeast Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 1248, p. 275–280, 2019.

LEÃO, P. C. D. S.; NASCIMENTO, J. H. B. D.; MORAES, D. S. D.; SOUZA, E. R. D. Rootstocks for the new seedless table grape 'BRS Vitória' under tropical semi-arid conditions of São Francisco Valley. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, e025119, 2020.

LEE, S. J.; LEE, J. E.; KIM, H. W.; KIM, S. S.; KOH, K. H. Development of Korean red wines using *Vitis labrusca* varieties: instrumental and sensory characterization. **Food Chemistry**, v. 94, p. 385-393, 2006.

LEONARDI, M. R. **Vinhos, arte e ciência da degustação**. 2 ed. Florianópolis: Edição do Autor, 2022.

LIU, S. A review: malolactic fermentation in wine – beyond deacidification. **Journal of Applied Microbiology**, v. 92, p. 589-601, 2002.

LONVAUD-FUNEL, A. Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 76. p. 317-331, 1999.

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.

LOVATO, M. A.; WAGNER, R. Avaliação da qualidade do vinho de mesa suave por análises físico-químicas. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 8, p. 168–178, 2008.

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M.; NAVES, R. D. L.; GIRARDI, C. L. **'BRS Vitória': nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao míldio**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 12p. (Comunicado Técnico, 126).

MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M.; NAVES, R. D. L.; GIRARDI, C. L. 'BRS Vitória' – a novel seedless table grape cultivar exhibiting. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 14, n. 3, p. 204-206, 2014.

MAIA, I. D. C. **Avaliação de compostos bioativos de bagaço de malte de cervejaria artesanal e a influência da fermentação em estado sólido**. 2020. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição,) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro-RJ, 2020.

MANFROI, V. **Degustação de vinhos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

MANFROI, V.; RIZZON, L. A.; GUERRA, C. C.; FIALHO, F. B.; DALL'AGNOL, I.; FERRI,

V. C.; ROMBALDI, C. V. Influência de taninos enológicos em diferentes dosagens e épocas distintas de aplicação nas características físico-químicas do vinho Cabernet Sauvignon. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 127-135, 2010.

MARIANI, J. A. **Fenologia e produtividade de cultivares de videiras para suco em sistema agroecológico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos-PR, 2017.

MARQUES, R. D. C. **Avaliação da composição físico-química da cv. BRS Vitória para a elaboração de vinho tinto**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Téclogo em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina, 2020.

MARSON, G. V.; DE CASTRO, R. J. S. D; BELLEVILLE, M. P.; HUBINGER, M. D. Spent brewer's yeast as a source of high added value molecules: a systematic review on its characteristics, processing and potential applications. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 36, n. 95, p. 1–22, 2020.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M. D.; SERVULO, E. F. C. Caracterização de resíduos cervejeiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: COBEC, 2014. p. 1-8.

MCGOVERN, P. E. **Ancient Wine**: The Search for the Origins of Viniculture. Princeton: Princeton University Press, 2013.

MIELE, A. **Técnicas de análise sensorial de vinhos e espumantes**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

MILANI, C. A. **Evolução dos polifenóis do vinho tinto merlot durante a maturação em barricas de carvalho francês**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Instrução Normativa nº 01/2002, de 01 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre características de Identidade e de Qualidade para fins de classificação da Uva Fina de Mesa destinada ao consumo in natura.

Brasília: **MAPA**, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Anuário da Cerveja 2020. 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf> . Acesso em 05 mai. 2023.

MONAGAS, M.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinífera* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v. 95, p. 405–412, 2006.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. Winemaking biochemistry and microbiology: current knowledge and future trends. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n.4 p. 265-286, 2005.

MONTEIRO, T.; SARAIVA, B. R.; ANJO, F. A.; BARBOZA, T. F.; DADA, A. P.; SALES, G. L. D. M.; PINTRO, T. M. Uso de resíduo agroindustrial nutritivo em gelado comestível. *In*: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - EAIC, 28., 2019, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: UEM, 2019, p. 1-4.

MORROT, G.; BROCHET, F.; DUBOURDIEU, D. The color of odors. **Brain and language**, v. 79, n. 2, p. 309-320, 2001.

MUDURA, E.; COLDEA, T. Hop-derived prenylflavonoids and their importance in brewing technology: a review. **BUASVM Food Science and Technology**, v. 72, n. 1, p. 1-10, 2015.

MÜLLER, R. E. **Potencial enológico de novas variedades cultivadas na campanha gaúcha**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre-RS, 2016.

NIEROP, M. J. R. M. **The evolution of the Brazilian wine industry**. Utrecht: Utrecht University, 2011.

NOGUEIRA, T. Y. K. **Vinhos de BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21): efeitos da adição de carvalhos e fermentação na composição fenólica e nos parâmetros de cor na produção sustentável**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Bociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

São José do Rio Preto-SP, 2021.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **State of the World Vine and Wine Sector in 2021**. 2022.

OIV. International Organisation of Vine and Wine. **State of the World Vine and Wine Sector in 2022**. 2023.

OLAJIRE, A. A. The brewing industry and environmental challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 30, p. 1-21, 2012.

OLIVEIRA, L. C. D.; SOUZA, S. O. D.; MAMEDE, M. E. D. O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 158-167, 2011.

OLIVEIRA, C. M.; FERREIRA, A. C. S.; DE FREITAS, V.; SILVA, A. M. S. Oxidation mechanisms occurring in wines. **Food Research International**, v. 44, p. 1115-1126, 2011.

PHILLIPS, R. **Uma breve história do vinho**. Rio de Janeiro: Record, 2020.

PRADO, M. B. D. **Avaliação do trub quente como potencial ingrediente para a produção de cosméticos**. 2021. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Química, Ponta Grossa, 2021.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. 2 ed. Flórida: CRC Press and Taylor & Francis Group, 2006.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; DE MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e pólos emergentes. **Informe Agropecuário**, v. 7, p. 7 -15, 2006.

RABELO, S. C. V.; BRAGA, C. J. M. Nada Convencional Porém Sensacional, Harmonização de Vinhos Brasileiros e Gastronomia Regional. **Vinus Brasilis**, n. 5, p. 78-82, 2017.

REIS, T. A. **Elaboração, caracterização e análise sensorial de vinhos (Vitis spp.) de região**

**subtropical**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras – Lavras-MG, 2016.

REISCHT, B. I.; PRATT, C. Grapes. *In*: JANICK, J.; MOORE, J. N. (org). **Fruit breeding: vine and small fruits**. John Wiley: New York, 1996, p. 297-369.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments**. 2 ed. Chichester: JohnWiley & Sons, 2006.

RITSCHER, P. S., MAIA, J. D. G., CAMARGO, U. A., SOUZA, R. T., FAJARDO, T. V. M., NAVES, R. D. L.; GIRARDI, C. L. '**BRS Isis**' nova cultivar de uva de mesa vermelha, sem sementes e tolerante ao míldio. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. 20p. (Comunicado Técnico, 143).

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília: Embrapa, 2010.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de mosto e suco de uva**. Brasília: Embrapa, 2010.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. A acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Correção do mosto da uva Isabel com diferentes produtos na Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 450-454, 2005.

RIZZON, L. A.; MANFROI, L. **Sistema de produção de vinho tinto: fermentação**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Sistema de produção de vinho tinto: estabilização do vinho**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

RIZZON, L. A.; ZANUS, C. M.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1994.

ROSA, R. Z. **Elaboração de vinho de mesa rosé a partir da uva niágara rosada**

**(vitislabrusca) produzidas no estado de rondônia: parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, Ariquemes, 2017.

SANTOS, F. L. D.; COSTA, R. R. D.; LIMA, C. A. M. D. Qualidade durante a maturação da uva “BRS Magna” cultivada sobre o porta-enxerto “IAC313”: Quarto ciclo de produção. *In: II JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO*, 2., 2017, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017, p. 197.

SANTOS, R. D. A. D. **Análise estratégica do panorama das vinícolas brasileiras em um cenário de competitividade internacional.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

SEBRAE. **Potencial de Consumo de Cervejas no Brasil. 2014.** Disponível em: [http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014\\_05\\_20\\_RT\\_Mar\\_Agron\\_Cerveja\\_pdf](http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agron_Cerveja_pdf). Acesso em: 22/03/2023

SILVA, M. C.; ALVES, L. C.; SOUSA, S. M. A. D. A produção de vinhos na América do Sul: comparativo entre Brasil e os países produtores de continente. *In: V SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL DA UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL*, 5., 2014, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: UCS, 2014. p.14.

SILVA, G. V. D. A. **Extração e concentração de compostos bioativos a partir de trub quente de cervejaria.** 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis-SC, 2022.

SIQUEIRA, P. B.; BOLINI, H. M. A.; MACEDO, G. A. Beer production and its effects on the presence of polyphenols/O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. **Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 19, n. 4, p. 491-499, 2008.

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.

STEENACKERS, B.; DE COOMAN, L.; DE VOS, D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: A review. **Food Chemistry**, v. 172, p. 742–756, 2015.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.139>

STEIDEL, O. F. T.; DEMETRIO, K. E.; KRAUSS, N. M.; SOUZA, E. V.; PALINGUER, R.; WURZ, D. Tempo de maceração influencia a composição fenólica do vinho elaborado com a variedade 'Bordô'. **FRUSUL-Simpósio de Fruticultura da Região Sul-ISSN 2526-9909**, v. 3, n. 1, 2022.

TÁVORA, L. E. D. M.; CAVALCANTI, A. V. D. A. **Arranjo produtivo de viticultura, vinhos e derivados em Pernambuco**: plano de melhoria da competitividade. Recife: SECTI/PE, Secretariade Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco, 2017.

UNWIN, T. **Wine and the vine**: na historical geography of viticulture and the wine trade. London: Routledge, 2005.

USTULIN, L. S. **Demandas e perspectivas do cultivo de Vitis vinifera para produção de vinho no Estado de São Paulo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo - São Paulo-SP, 2018.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

VIANNA, D. A importância do PH no vinho. **Revista Adega**, 2016. Disponível em: [http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-importancia-do-ph-no-vinho\\_1552.html](http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-importancia-do-ph-no-vinho_1552.html). Acesso 01 de set de 2024.

WANNENMACHER, J.; GASTL, M.; BECKER, T. Phenolic Substances in Beer: Structural Diversity, Reactive Potential and Relevance for Brewing Process and Beer Quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 4, p. 953–988, 2018.

WURZ, D. A.; JASTROMBEK, J. M.; MACIEL, T. A. S.; ALMEIDA, R. S.; KOWAL, A. N. Caracterização físico-químico de vinhos de mesa tintos elaborados na região do Planalto Norte Catarinense, safra 2019. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 7, p. 1-16, 2021.

ZAMPINI, M.; WANTLING, E.; PHILLIPS, N.; SPENCE, C. Multisensory flavor perception: assessing the influence of fruit acids and color cues on the perception of fruit-flavored beverages. **Food Quality and Preference**, v. 19, p. 335-343, 2008.

ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v.186, p. 207-212, 2015.

ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; NUNES, C. A.; SCHNITZLER, E.; VAN RUTH, S. M.; GRANATO, D. Chemical composition, sensory properties, provenance, and bioactivity of fruit juices as assessed by chemometrics: a critical review and guideline. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 300-316, 2014.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de caracterização dos julgadores.

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Você tem histórico de alergia à uva, ao etanol (álcool do vinho) ou a algum componente do vinho? ( ) Sim ( ) Não

Assinale a opção que representa sua frequência de consumo de vinho. Considere a dose padrão de 150 mL de vinho, segundo a CISA (Centro de Informações sobre Saúde e Álcool).

- ( ) Consumo muito pouco (menos de 1 taça por mês, equivalente a menos de 150 mL)  
 ( ) Consumo pouco (1 taça por mês, equivalente a 150 mL)  
 ( ) Consumo ocasionalmente (2 taças por mês, equivalente a 300 mL)  
 ( ) Consumo moderadamente (até 4 taças por mês, equivalente a 600 mL)  
 ( ) Consumo muito (mais de 4 taças por mês, equivale a mais de 600 mL)

### Anexo 2. Ficha sensorial de aceitação dos vinhos.

#### TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

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

Número da Amostra:		
9	- Gostei extremamente	Aparência:
8	- Gostei muito	Aroma:
7	- Gostei moderadamente	Corpo:
6	- Gostei ligeiramente	Sabor:
5	- Não gostei nem desgostei	Aceitação global:
4	- Desgostei ligeiramente	
3	- Desgostei moderadamente	
2	- Desgostei muito	
1	- Desgostei extremamente	

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

5. Certamente compraria ( )  
 4. Provavelmente compraria ( )  
 3. Tenho dúvidas se compraria ( )  
 2. Provavelmente não compraria ( )  
 1. Certamente não compraria ( )

Comentários: \_\_\_\_\_

**Anexo 3. Ficha sensorial descritiva dos vinhos.  
TESTE DESCRITIVO PARA VINHO**

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:** \_\_\_\_\_

Fraco ↙ assinalar na escala ↘ Forte

Cor rosa	Fraco	_____	Forte
Aroma de uva	Nenhum	_____	Forte
Aroma de álcool	Nenhum	_____	Forte
Aroma floral	Nenhum	_____	Forte
Gosto doce	Fraco	_____	Forte
Gosto amargo	Fraco	_____	Forte
Gosto ácido	Fraco	_____	Forte
Sabor frutado	Fraco	_____	Forte
Adstringência	Fraco	_____	Forte
Corpo	Fraco	_____	Forte
Persistência	Fraca	_____	Forte

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

## Anexo 4. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Eu, *Leticia Barbosa de Melo*, aluna do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Minas Gerais, unidade Frutal, portador(a) do RG MG-15680342, residente à *Rua José Garcia Lopes, 468, Loteamento Pio XII, CEP 38200-306*, sendo meu telefone de contato *34 996590756*, vou desenvolver uma pesquisa cujo título é **APLICAÇÃO DO TRUB QUENTE CERVEJEIRO NA PRODUÇÃO DE VINHO: INFLUÊNCIA NOS PERFIS QUÍMICO E SENSORIAL** e cujo objetivo deste estudo é elaborar vinho de uva BRS Vitória com a utilização do *trub* quente no processo de fermentação alcoólica a fim de verificar a influência da presença deste resíduo nos perfis físico-químico e sensorial.

Para a realização deste estudo, adotaremos os seguintes procedimentos: os vinhos serão preparados mediante processo já consagrado na literatura que consiste no esmagamento e liberação do suco da uva para posterior fermentação. A fermentação alcoólica durará 7 dias, seguida da descuba. Após 10 dias de estabilização os vinhos serão trasfegados com 10 dias de intervalo entre as trasfegas. Após a segunda trasfega, os vinhos serão filtrados a vácuo, engarrafados, arrolhados e guardados na posição horizontal em ambiente seco até o momento da análise. O *trub* cervejeiro será incluído nos vinhos durante a fermentação alcoólica em proporções pré-estabelecidas para observar a influência da sua presença nas propriedades físico-químicas e sensoriais da bebida produzida.

A pesquisa respeitará todas as exigências da Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Gostaria de convidar você a colaborar de forma **VOLUNTÁRIA** com esta pesquisa.

Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Os produtos foram produzidos e manipulados seguindo as Boas Práticas de Fabricação/Manipulação, entretanto, há riscos de haver algum tipo de reação alérgica a algum componente da bebida (uva, metabissulfito de potássio e etanol). No caso de eventual efeito adverso, como alergia a algum componente da bebida, por exemplo, você terá assistência integral com custos exclusivos do pesquisador. Serão excluídos da análise sensorial menores de 18 anos e quaisquer indivíduos que possuam patologias associadas a esses ingredientes.

A pesquisa trará benefícios para os produtores de vinho no Brasil pelo fato de angariar informações sobre a utilização de um resíduo da cervejaria como adjunto de vinificação para agregar valor ao vinho produzido. Como a grande maioria dos vitivinicultores buscam a produção de vinhos com características ímpares, a utilização de um resíduo com elevado aporte fenólico e sensorial pode trazer características pontuais ao vinho produzido, trazendo uma identidade regional para a bebida, sendo esta passível de apresentar elevado potencial de mercado. A análise sensorial que irá embasar tal resultado. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

Não existe outra forma de obter dados com relação ao procedimento em questão e que possa ser mais vantajoso do que o usado nesta pesquisa. Eu, *Leticia Barbosa de Melo*, como responsável pela condução desta pesquisa, tratarei os seus dados com o devido profissionalismo e sigilo, garantindo a segurança da sua privacidade. O(a) senhor(a) tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa, e, caso seja solicitado, darei todas as informações que o(a) senhor(a) quiser saber. O(a) senhor(a) também poderá consultar a qualquer momento o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), responsável pela autorização para a realização deste estudo.

Não existirão despesas ou compensações pessoais para nenhum participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas, se necessário. Se existir qualquer despesa adicional, esta será absorvida pelo próprio pesquisador. É garantido ainda o seu direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Eu me comprometo a utilizar os dados coletados somente para pesquisa, e os resultados deverão ser veiculados por meio de artigos científicos em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tornar possível sua identificação. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão.

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP/UEMG**

Contato: (37) 3229-3583 / [cep.divinopolis@uemg.br](mailto:cep.divinopolis@uemg.br)

Horário de funcionamento: de segunda a sexta-feira, das 8h às 12h e das 13h às 17h

Avenida Paraná, 3.001, bloco 1, sala 116 – Jardim Belvedere – Divinópolis (MG) – CEP 35501-170



Em anexo, está o consentimento livre e esclarecido para ser assinado. Caso não tenha ficado qualquer dúvida, este termo de consentimento será impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra, fornecida a você.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo *APLICAÇÃO DO TRUB QUENTE CERVEJEIRO NA PRODUÇÃO DE VINHO: INFLUÊNCIA NOS PERFIS QUÍMICO E SENSORIAL*, com o objetivo de elaborar vinho de uva BRS Vitória com a utilização do *trub* quente no processo de fermentação alcoólica a fim de verificar a influência da presença deste resíduo nos perfis físico-químico e sensorial.

Eu tirei todas as minhas dúvidas sobre o estudo e minha forma de participação com o(a) pesquisador(a) *Leticia Barbosa de Melo*, responsável pelo estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, os riscos e benefícios e a garantia de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro, também, que minha participação é isenta de despesas ou gratificações e que tenho garantia do acesso aos resultados, nos quais os meus dados apenas serão divulgados com a minha autorização. Concordo voluntariamente em participar deste estudo sabendo que poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o estudo, sem penalidade, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido anteriormente ao estudo.

**DADOS DO VOLUNTÁRIO DA PESQUISA:**

Nome completo:  
Endereço:  
RG:  
Fone:  
E-mail:

**Assinatura do voluntário**

*Frutal, 22 e 24 de julho de 2024.*

**DADOS DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL:**

Nome completo: *Leticia Barbosa de Melo*  
Endereço: *Avenida Escócia, 1001. Cidade das Águas, Frutal, MG.*  
*38202-436*  
RG: *MG-15680342*  
Fone: *(34 ) 3423-2700*  
E-mail: *letnutricao@hotmail.com*

**Assinatura do pesquisador**

*Frutal, 22 e 24 de julho de 2024.*