



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

ISLAINE SANTOS SILVA

**INFLUÊNCIA DE AGENTES CLARIFICANTES NA
QUALIDADE DE VINHOS BRANCOS CV. CHENIN BLANC
PRODUZIDOS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

Salvador-BA

2020

ISLAINE SANTOS SILVA

**INFLUÊNCIA DE AGENTES CLARIFICANTES NA
QUALIDADE DE VINHOS BRANCOS CV. CHENIN BLANC
PRODUZIDOS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Aline Telles Biasoto Marques

Salvador-BA
2020

Silva, Islaine Santos.

Influência de agentes clarificantes na qualidade de vinhos brancos CV. Chenin Blanc produzidos no submédio do Vale do São Francisco / Islaine Santos Silva. - 2020.

99 f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Aline Telles Biasoto Marques.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador, 2020.

1. Vinho e vinificação - Análise. 2. Vinho e vinificação - São Francisco, Rio, Vale. 3. Compostos bioativos. I. Marques, Aline Telles Biasoto. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD - 641.22
CDU - 663.2



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS



TERMO DE APROVAÇÃO

ISLAINE SANTOS SILVA

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE AGENTES CLARIFICANTES NA QUALIDADE
DE VINHOS BRANCOS CV. CHENIN BLANC PRODUZIDOS NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 16 de outubro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Dr.ª. Aline Camarão Telles Biasoto
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA Semiárido
Orientadora

Dr.ª. Carolina Oliveira de Souza
Universidade Federal da Bahia

Dr. Fábio Laner Lenk
Instituto Federal de São Paulo

A Deus, meu guia e protetor, que nunca me deixa desanimar e perder a fé. A tia Vera (in memoriam) com todo meu amor e gratidão. E a minha família e amigos, em especial a minha mãe, minha maior fonte de motivação e força.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por todas as glórias até aqui alcançadas e por toda a força nos momentos que minha fé foi colocada à prova.

Agradeço à Universidade Federal da Bahia pela oportunidade de uma pós-graduação gratuita e de qualidade, e a todos os professores pela troca do conhecimento.

À minha orientadora, Dra. Aline Biasoto Marques Telles, pela orientação e compreensão ao longo dessa jornada, e por toda troca de conhecimento desde a graduação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano pela oportunidade de afastamento das minhas atividades como servidora para conseguir realizar uma pós-graduação. E a minha amiga de trabalho, Renata, por ter aceitado assumir as minhas atividades durante esses dois anos de afastamento.

À Embrapa Semiárido por todo o apoio técnico-científico, e a todos do Laboratório de Enologia pela colaboração para realização do presente trabalho, em especial a Grace e a Naiane, que se tornaram grandes amigas e me auxiliaram bastante durante todo esse processo.

Agradeço às minhas amigas Andressa, Dani e Mayara pelo acolhimento em Salvador e por sempre terem feito toda diferença na minha vida. Vocês me inspiram, me ensinam e me mostram o verdadeiro significado da amizade.

Agradeço à minha colega de trabalho, orientadora de TCC e agora uma amiga muito especial, pró Ana Paula, por todo apoio, inspiração e incentivo durante a minha vida acadêmica.

À Vinícola Santa Maria (Rio Sol) pela concessão das uvas utilizadas no experimento.

A todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica, meus mais sinceros agradecimentos.

À minha família, em especial a minha mãe, por todo amor incondicional, pelo apoio de sempre, e por toda a força que sempre me impulsiona a prosseguir.

A todos que contribuíram direto ou indiretamente para meu crescimento pessoal e profissional.

Meu muito obrigada!

“O vinho molha e tempera os espíritos e acalma as preocupações da mente...ele reaviva nossas alegrias e é o óleo para a chama da vida que se apaga. Se você bebe moderadamente em pequenos goles de cada vez o vinho gotejará em seus pulmões como o mais doce orvalho da manhã... Assim, então, o vinho não viola a razão, mas sim convida gentilmente à uma agradável alegria”.
(SÓCRATES)

RESUMO

A clarificação é uma prática enológica fundamental para a produção de vinhos brancos de qualidade. O processo de clarificação consiste na adição de agentes clarificantes, que induzem a floculação e sedimentação em vinhos turvos ou com instabilidade coloidal, garantindo a limpidez em longo prazo e prevenindo a formação de depósitos na garrafa durante o armazenamento. Entretanto, essa operação altera a composição do vinho, uma vez que remove compostos fenólicos e voláteis além de outras substâncias, podendo influenciar no perfil sensorial da bebida. Uma variedade de agentes clarificantes proteicos de origem animal tem sido mundialmente utilizada para elaboração de vinhos brancos, contudo, com o surgimento da encefalopatia espongiforme bovina nos anos 80, devido a natureza alergênica de certas proteínas, e aumento pela procura de dietas veganas, surgiu um interesse considerável por parte das vinícolas pela substituição dessas proteínas de origem animal e uso de agentes clarificantes alternativos. A eficácia do agente clarificante dependerá da composição físico-química da bebida, incluindo pH, nível de CO₂ dissolvido e conteúdo de minerais, dosagem, temperatura do meio, bem como a da escolha da etapa de adição durante a vinificação. Nesse sentido, este estudo avaliou o efeito de agentes clarificantes de origens animal, sintética e mineral, aplicados em etapas distintas da vinificação, sobre a composição físico-química, coloração, conteúdo de compostos fenólicos, potencial antioxidante e perfil sensorial do vinho branco da cultivar 'Chenin Blanc', com a pretensão de otimizar a operação de clarificação para a indústria vitivinícola da região do Submédio do Vale do São Francisco. Foram elaborados cinco tratamentos: controle (sem utilização de clarificantes), T₁ - com utilização de bentonite na *débourbage* (0,3 g L⁻¹) e na estabilização (0,4 g L⁻¹), T₂ - com bentonite na estabilização (0,7 g L⁻¹), T₃ - com polivinilpirrolidona (0,05 g L⁻¹) e bentonite (0,1 g L⁻¹) na fermentação alcoólica (FA) e bentonite (0,6 g L⁻¹) na estabilização e T₄ - com gelatina (2 mL L⁻¹) e bentonite (0,1 g L⁻¹) na FA e bentonite (0,6 g L⁻¹) na estabilização. Realizou-se análises físico químicas de pH, acidez total, densidade, álcool, açúcar redutor, extrato seco, SO₂ livre e total. A cor foi avaliada por leitura da absorbância no comprimento de 420nm, correspondente a cor amarela, e por colorimetria (CIELab CIEL*C*h). Vinte e um compostos fenólicos foram quantificados por HPLC-DAD-FD e o potencial antioxidante analisado por três métodos de ensaio *in vitro* (DPPH, ABTS e FRAP). Para descrição do perfil sensorial das amostras foi utilizada a técnica CATA. Adicionalmente, os consumidores avaliaram a aceitação global dos vinhos a partir da escala hedônica tradicional de nove pontos. De maneira geral constatou-se que o emprego de agentes clarificantes além de melhorar a qualidade visual dos vinhos brancos, em especial a luminosidade (L*), expressou também efeito positivo sobre a composição fenólica do produto. Destacando a aplicação de bentonite na *débourbage* e na estabilização (tratamento T₁), que proporcionou maiores concentrações de ácidos fenólicos ao vinho branco, sobretudo de ácido caftárico (47,211 mg L⁻¹), além de quercetina-3-β-D-glucosídeo (0,446 mg L⁻¹), isorhamnetin-3-O-glucosídeo (0,144 mg L⁻¹), e kaempferol-3-O-glucosídeo (0,177 mg L⁻¹), estando entre os tratamentos com atividade antioxidante mais elevada (0,984 mM TEAC pelo método ABTS). Adicionalmente, esse estudo evidenciou que o emprego dos agentes clarificantes testados não promoveu efeito negativo sobre a qualidade sensorial do vinho branco.

PALAVRAS-CHAVE: HPLC-DAD-FD, vinho tropical, clarificação, compostos bioativos, CATA (*Check-all-that-apply*).

ABSTRACT

Clarification is a fundamental oenological practice for the production of quality white wines. The clarification process consists of the addition of clarifying agents, which consists of the addition of substances, called clarifying agents, which induce flocculation and sedimentation in cloudy wines or with colloidal instability, ensuring long-term clarity and preventing the formation of deposits in the bottle during storage. However, this function alters the composition of the wine, since it removes phenolic and volatile compounds in addition to other substances, which can affect the sensory profile of the drink. A variety of protein clarifying agents of animal origin have been used worldwide for the preparation of white wines, however, with the appearance of bovine spongiform encephalopathy in the 1980s, due to the allergenic nature of certain proteins, and an increase in the demand for vegan diets, a The wineries are interested in replacing these proteins of animal origin and using alternative clarifying agents. The effectiveness of the clarifying agent will depend on the physical-chemical composition of the drink, including pH, dissolved CO₂ level and mineral content, dosage, temperature of the medium, as well as the choice of the addition addition stage during vinification. In this sense, this study evaluated the effect of clarifying agents of animal, synthetic and mineral origins, necessary in different stages of winemaking, on the physical-chemical composition, color, content of phenolic compounds, antioxidant potential and sensory profile of the white wine of the cultivar 'Chenin Blanc', with the intention of optimizing a clarification operation for the wine industry in the Sub-middle São Francisco Valley region. Five treatments were developed: control (without the use of clarifiers), T₁ - with the use of bentonite for *débourbage* (0,3 g L⁻¹) and for the stabilization (0,4 g L⁻¹), T₂ - with bentonite for stabilization (0,7 g L⁻¹), T₃ - with PVPP (0,05 g L⁻¹) and bentonite (0,1 g L⁻¹) in alcoholic fermentation (FA) and bentonite (0,6 g L⁻¹) in stabilization and T₄ - with gelatin (2 mL L⁻¹) and bentonite (0,1 g L⁻¹) in FA and bentonite (0,6 g L⁻¹) in stabilization. Physical analyzes of pH, total acidity, density, alcohol, sugar reducer, dry extract, free and total SO₂ were carried out. The color was evaluated by reading the absorbance at 420nm in length, corresponding to the yellow color, and by colorimetry (CIELab CIEL*C*h). Twenty-one phenolic compounds were quantified by HPLC-DAD-FD and the antioxidant potential was analyzed by three in vitro test methods (DPPH, ABTS and FRAP). For description of the sensory profile of those used for the CATA technique. In addition, consumers assessed the global acceptance of wines based on the traditional hedonic scale of nine points. In general, it was found that the use of clarifying agents in addition to improving the visual quality of white wines, especially the luminosity (L*), also expressed a positive effect on the phenolic composition of the product. Highlighting the application of bentonite in *débourbage* and stabilization (T₁ treatment), which provided higher concentrations of phenolic acids in white wine, especially caffeic acid (47,211 mg L⁻¹), in addition to quercetin-3-β-D-glucoside (0,446 mg L⁻¹), isorhamnetin-3-O-glucoside (0,144 mg L⁻¹), and kaempferol-3-O-glucoside (0,177 mg L⁻¹), being among the treatments with the highest antioxidant activity (0,984 mM TEAC by the ABTS method). Additionally, this study showed that the use of the clarifying agents tested did not have a negative effect on the sensory quality of white wine.

KEY WORDS: HPLC-DAD-FD, tropical wine, clarification, bioactive compounds, CATA (*Check-all-that-apply*).

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Cacho de uva da cultivar Chenin Blanc.	22
Figura 2. Estrutura básica dos flavonóides.....	28
Figura 3. Estrutura geral dos flavonóides e seus principais derivados com a substituição dos radicais.....	29
Figura 4. Estrutura dos compostos não-flavonóides e seus principais derivados.....	31
Figura 5. Operações básicas para elaboração de vinho branco tranquilo.....	34
Figura 6. Equação da fermentação alcoólica.....	38
Figura 7. Estrutura química do PVPP	50
Figura 8. Adsorção de catequinas por PVPP através de pontes de hidrogênio.....	51

CAPÍTULO II

Figura 1. Análise de Componentes Principais (PCA) obtida com a análise instrumental da cor dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (<i>débourbage</i> , fermentação alcoólica e estabilização).....	84
Figura 2. Médias da atividade antioxidante dos vinhos brancos Chenin Blanc testadas por três ensaios (DPPH, ABTS e FRAP).....	89
Figura 3 (A) (B). Análise de Componentes Principais (PCA) obtida da quantificação de compostos fenólicos (n = 21) dos vinhos brancos Chenin Blanc por HPLC-DAD-FD com o potencial antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP).....	92
Figura 4. Análise de Correspondência (AC) obtida da caracterização sensorial dos vinhos brancos Chenin Blanc utilizando a metodologia CATA.	94

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Descrição dos tratamentos empregados com os diferentes agentes clarificantes, com a respectiva concentração e etapa de adição na vinificação.77
- Tabela 2.** Características físico-químicas e análises instrumentais da cor dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes de clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização).....83
- Tabela 3.** Quantificação de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD na vinificação de vinhos brancos Chenin Blanc com a adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização)..... 85
- Tabela 4.** Frequência de menção de cada atributo CATA para o perfil dos vinhos brancos Chenin Blanc elaborados com adição de diferentes agentes clarificantes nas três fases do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização)..... 94
- Tabela 5.** Médias de aceitação global dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização)..... 95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABTS - 2,2'- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
- ACP – Análise dos Componentes Principais
- CATA - *Check-all-that-apply*
- CIELAB - *Commission Internationale de l'Eclairage*
- CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
- Cv. - Cultivar
- DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
- FA – Fermentação alcoólica
- FRAP - *Ferric Reducing Antioxidant Power*
- IPT - Índice de Polifenóis Totais
- MMT- Montmorilonita
- OIV - Organização Internacional da Vinha e do Vinho
- pH - Potencial Hidrogeniônico
- PVPP - polivinilpolipirrolidona
- TCa - Tartarato de cálcio
- THK - Bitartarato de potássio
- TK₂ - Tartarato de potássio
- SVSF - Submédio do Vale do São Francisco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.1 PRODUÇÃO DE VINHOS NO BRASIL	19
1.2 PRODUÇÃO DE VINHO BRANCO NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO	20
1.3 CARACTERÍSTICAS DA VARIEDADE CHENIN BLANC	21
1.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO VINHO BRANCO	23
1.4.1 <i>Composição fenólica</i>	27
1.4.1.1 Flavonóides	27
1.4.1.2 Não-flavonóides	30
1.4.2 <i>Potencial antioxidante</i>	32
1.5 ELABORAÇÃO DE VINHOS BRANCOS	33
1.5.1 <i>Matéria-prima</i>	35
1.5.2 <i>Desengace/Esmagamento</i>	35
1.5.3 <i>Prensagem</i>	36
1.5.4 <i>Débourbage</i>	37
1.5.5 <i>Fermentação alcoólica</i>	38
1.6 ESTABILIDADE DE VINHOS BRANCOS	39
1.6.1 <i>Estabilidade proteica</i>	40
1.6.2 <i>Estabilidade tartárica</i>	43
1.7 CLARIFICAÇÃO DE VINHOS BRANCOS.....	45
1.7.1 <i>Agentes de clarificação</i>	47
1.7.1.1 Gelatina	47
1.7.1.2 Bentonite	48
1.7.1.3 Polivilpolipirrolidona (PVPP).....	50
1.8 INFLUÊNCIA DA CLARIFICAÇÃO NA QUALIDADE SENSORIAL DO VINHO BRANCO.....	51
1.9 ANÁLISE SENSORIAL	54
1.9.1 <i>Check-all-that-apply (CATA)</i>	54
1.9.2 <i>Teste de aceitação</i>	57
REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO II

EMPREGO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES EM ETAPAS DISTINTAS DA VINIFICAÇÃO E IMPACTO NA QUALIDADE DE VINHOS BRANCOS 73

1. Introdução	74
2. Material e Métodos	76
2.1 <i>Uvas</i>	76
2.2 <i>Tratamentos dos vinhos</i>	76
2.3 <i>Elaboração dos vinhos</i>	77
2.4 <i>Determinações analíticas</i>	78
2.4.1 <i>Parâmetros físico-químicos</i>	78
2.4.2 <i>Análise instrumental da cor</i>	78
2.4.3. <i>Análise de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD</i>	79
2.4.4 <i>Determinação do potencial antioxidante</i>	80
2.5 <i>Avaliação sensorial</i>	81
2.6 <i>Análise estatística</i>	81
3. Resultados e Discussão	82
3.1 <i>Parâmetros físico-químicos e coloração</i>	82
3.2. <i>Análise de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD</i>	85
3.3 <i>Potencial antioxidante</i>	88
3.4 <i>Correlação entre potencial antioxidante e compostos fenólicos</i>	90
3.5 <i>Análise sensorial</i>	93
4. Conclusão	96
Referências	97

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Submédio do Vale do São Francisco (SVSF), Nordeste do Brasil, produz-se vinhos tropicais há mais de trinta anos. A vitivinicultura da região é uma das mais tecnificadas do mundo, pois exige alto grau de conhecimento dos viticultores e técnicos, em termos de manejo do campo, assim como diferentes conhecimentos dos enólogos durante as vinificações. Atualmente, a região elabora cerca de 4 milhões de litros de vinhos finos por ano, contando com uma área de vinhedo de aproximadamente 400 hectares. Desta produção, cerca de 70% do volume são de espumantes, dos quais cerca de 50% são moscatéis (doces), enquanto que os outros 50% são espumantes finos *brut* (secos) ou *démi-secs* (meio doces), podendo ser brancos ou rosados. Além destes, cerca de 29% dos vinhos são tintos, entre vinhos jovens e de guarda, secos ou suaves, com apenas 1% de vinhos brancos, entre secos e suaves (PEREIRA et al., 2018).

Para elaboração de vinhos brancos na região do SVSF as cultivares de videira empregadas são, essencialmente, as francesas Chenin Blanc, Sauvignon Blanc e Viognier, a espanhola Verdejo e a Moscato Canelli, proveniente da Itália. Neste contexto, a cultivar Chenin Blanc ganha destaque devido à sua boa adaptação à região, e vem sendo bastante utilizada para a elaboração de espumantes e vinhos tranquilos, representando cerca de 60% do volume dos vinhos brancos tranquilos elaborados na região (PEREIRA, 2013; PEREIRA; BIASOTO, 2015; PEREIRA et al., 2018).

A limpidez é uma das qualidades mais apreciadas e requeridas pelo consumidor de vinhos brancos. É um aspecto importante do primeiro contato do consumidor com este tipo de vinho e um elemento chave para sua satisfação visual. Indiretamente, a intensidade de limpidez remete a uma qualidade gustativa positiva, pela inexistência de partículas em suspensão na bebida (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Após o processo de prensagem e fermentação os vinhos brancos ainda contêm partículas da uva, além de leveduras, bactérias, sais de minerais, e outras substâncias coloidais, como proteínas. Fatores externos, tais como temperatura, oxigênio e taninos elágicos, podem promover ou inibir a precipitação desses compostos e/ou microrganismos. A finalização de vinhos brancos jovens para o mercado ocorre de forma relativamente rápida, em um tempo inferior do que o necessário para a obtenção de uma estabilização espontânea. Dessa forma, a limpidez e estabilidade do produto podem ser obtidas através da ação de agentes clarificantes (TSCHIERSCH et al., 2010).

A clarificação consiste na adição de agentes clarificantes que induzem a floculação e

sedimentação em vinhos turvos ou com instabilidade coloidal, garantindo a limpidez em longo prazo e prevenindo a formação de depósitos na garrafa durante seu armazenamento (YOKOTSUKA; SINGLETON, 1995; MARCHAL et al., 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Segundo Navarre (2007), a clarificação é uma das operações empregadas na vinificação com a finalidade de favorecer a estabilização do vinho branco e melhorar as características sensoriais. Entretanto, essa operação altera a composição do vinho, uma vez que remove substâncias fenólicas, podendo influenciar sobre as características de cor e intervir também no perfil aromático do vinho (DONER; BECARD; IRWIN, 1993; SIMS; EASTRIDGE; BATES, 1995; SARNI-MANCHADO et al., 1999; GOMEZ-PLAZA et al., 2000; MAURY et al., 2001).

Produtos clarificantes utilizados são, quase sempre, uma mistura de proteínas desnaturadas que capturam as partículas responsáveis pela turbidez ou instabilidade nos vinhos, clarificando-o e estabilizando-o. Tais substâncias precipitam em contato com taninos, cátions ou ácidos. Os clarificantes podem ser também de origem mineral e flocular as partículas junto aos cátions do vinho. Comercialmente, várias substâncias estão disponíveis como agentes clarificantes, tais como a gelatina, caseína, albumina do ovo, carvão ativado, bentonite, polivinilpolipirrolidona (PVPP) e proteínas vegetais (BOULTON et al., 2002; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Entre os clarificantes proteicos comercialmente mais difundidos, destacam-se a albumina e a gelatina. Porém, a descoberta da natureza transmissível da encefalopatia espongiforme bovina e preocupações sobre o risco potencial de alergias e intolerância alimentar, devido ao consumo de produtos de origem animal, juntamente com o veganismo, impulsionaram a busca das vinícolas por clarificantes alternativos (TSCHIRSCH et al., 2010), como é o caso do polivinilpolipirrolidona (PVPP) e da bentonite.

A escolha do clarificante dependerá da variedade de uva utilizada, e da quantidade de compostos que se deseja remover durante o processo de vinificação, e deve também, ser baseada na manutenção das características do produto, de modo que garanta uma maior estabilidade da bebida, independente das condições de armazenamento, e tenha efeitos mínimos sobre a sua composição físico-química e qualidade sensorial (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; TOGORES, 2011; FICAGNA et al., 2014).

A eficácia do agente clarificante dependerá da composição físico-química da bebida, incluindo pH, nível de CO₂ dissolvido e conteúdo de minerais, dosagem, temperatura do meio, bem como da escolha da etapa de adição durante a vinificação e da realização de tratamentos prévios de clarificação no mosto, como a etapa de *débourbage* (Resolução OIV-OENO 520-2014). Nessa lógica, a principal hipótese deste trabalho foi a de que uma combinação de agentes

clarificantes, empregados em etapas específicas e distintas da vinificação, pode atuar com mais eficiência sobre o vinho, sendo capaz de reduzir a dose necessária e possivelmente contribuir para a preservação ou melhoria de importantes parâmetros físico-químicos e sensoriais da qualidade da bebida.

Nesse sentido, este estudo testou diferentes agentes clarificantes (de origens animal, sintética e mineral) aplicados em etapas distintas da vinificação, para avaliar o efeito desses agentes sobre a composição físico-química, a coloração, o conteúdo de compostos fenólicos, o potencial antioxidante e o perfil sensorial do vinho branco da cultivar ‘Chenin Blanc’, com a pretensão de otimizar a operação de clarificação para a indústria vitivinícola, ao escolher os agentes e as etapas que serão adicionados, mais adequados ao produto final, bem como, avaliar a eficácia dos clarificantes alternativos aos de origem animal.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de diferentes agentes clarificantes, empregados em etapas distintas da vinificação (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização) sobre a qualidade de vinhos brancos da cultivar ‘Chenin Blanc’ elaborados no Vale do Submédio São Francisco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar vinhos brancos cv. Chenin Blanc com diferentes agentes clarificantes e adicionados em etapas distintas da vinificação;
- Realizar caracterização físico-química e análises de cor dos vinhos elaborados;
- Realizar a identificação e quantificação de compostos fenólicos nos vinhos elaborados utilizando a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE);
- Avaliar o potencial antioxidante dos vinhos elaborados por diferentes métodos *in vitro*;
- Avaliar a aceitação dos vinhos elaborados junto aos consumidores e caracterizar o perfil sensorial das bebidas.

CAPÍTULO I
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 PRODUÇÃO DE VINHOS NO BRASIL

Segundo Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV) a produção global de vinho totalizou 26 bilhões de litros em 2019. Onde pouco mais da metade do vinho do mundo é produzido por quatro países - Itália, França, Espanha e EUA; o Brasil aparece na 18ª posição no ranking dos maiores produtores do mundo (OIV, 2020).

No Brasil a produção total de vinho em 2016 foi de aproximadamente 310 milhões de litros, desse total, 270 milhões de litros são de vinho de mesa produzidos com uvas *Vitis labrusca*, o que representa aproximadamente 88% da produção, e outros 35 milhões de litros de vinhos finos, elaborados a partir de castas europeias (*Vitis vinifera* L.) (PEREIRA et al., 2016). Em 2019 o Brasil registrou uma redução notável na sua produção de vinho em mais de 100 milhões de litros (-34 % em comparação a 2018). Exceto em 2016, quando El Niño devastou a colheita, este é o nível de menor produção registrado no Brasil desde o início deste século e pode ser atribuído principalmente às condições climáticas adversas, principalmente provenientes de Primavera (OIV, 2020).

O vinho brasileiro ainda é pouco competitivo no mercado interno devido à tributação incidente na cadeia produtiva ser elevada. Os tributos representam 50% do valor de uma garrafa de vinho produzida no Brasil (IBRAVIN, 2018). Aliado a isso, a baixa competitividade do vinho nacional dá-se, principalmente, pela entrada maciça de vinhos chilenos e argentinos, beneficiados pelo acordo do Mercosul, que isenta à cobrança tarifárias para a entrada desses produtos no país (SATO, 2009).

No Brasil existem 32 milhões de consumidores regulares de vinho, sendo os maiores consumos nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do país. O consumo *per capita* de vinhos no Brasil é de cerca de 2 litros/ano, valor pouco expressivo quando comparado ao consumo de cerveja que é de 70 litros *per capita* e da cachaça, que é de 11 litros (INBRAVIN, 2018; PEREIRA et al., 2016). O maior consumidor mundial de vinho é Portugal, com o consumo de 54 litros por habitante, seguidos da França, com 51,8 litros, e a Itália, com 41,5 litros. Entre os países da América do Sul, os principais consumidores são a Argentina, com 31,6 litros, e o Chile, com 14,7 litros (IBRAVIN, 2018).

No Brasil, no segmento dos vinhos finos (elaborados a partir de uvas de variedades *Vitis vinifera*), produz-se essencialmente vinhos tranquilos (tintos, brancos e rosados) e espumantes

(tradicionalis e moscatéis). Outros tipos de vinho, como leves, licorosos, de colheita tardia, etc., são ainda pouco expressivos em termos de volume de produção (GUERRA, 2017).

1.2 PRODUÇÃO DE VINHO BRANCO NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

A região vitícola do Submédio do Vale do São Francisco, situado no semiárido nordestino brasileiro, encontra-se na zona intertropical que fica entre os estados de Pernambuco e Bahia. Geograficamente localiza-se em latitude 9° S, longitude 40° W e altitude média de 350 m. Apresenta indicadores climáticos médios anuais de 500 mm de precipitação pluvial, temperatura de 26 °C, evapotranspiração de referência de 2100 mm, insolação de 2800 horas, aproximadamente 300 dias de sol por ano, e umidade relativa do ar de 50% (CUNHA et al., 2008; TONIETTO et al., 2012; SOUZA; CORDEIRO, 2014).

As características edafoclimáticas, associadas à ausência de inverno e disponibilidade de água constante, permitem o escalonamento da produção de uvas ao longo do ano inteiro, e a colheita de duas a três safras anuais (PEREIRA; GUERRA; MANFROI, 2009). Com isso, estima-se que o SVSF produz cerca de 4 milhões de litros de vinhos finos por ano, contando com uma área de vinhedo de aproximadamente 400 hectares. Desta produção, cerca de 70% do volume são de espumantes (2 milhões e 800 mil litros de vinho), dos quais cerca de 50% (1 milhão e 400 mil litros são moscatéis (doces), enquanto que os outros 50% são espumantes finos *brut* (secos) ou *démi-secs* (meio doces), podendo ser brancos ou rosados. Além destes, cerca de 29% dos vinhos são tintos, entre vinhos jovens e de guarda, secos ou suaves, com apenas 1% de vinhos brancos, entre secos e suaves (PEREIRA et al., 2018).

Os fatores clima, solo e homem, no sentido de escolha do espaçamento, sistema de condução, variedades e porta-enxertos, nutrição, data de colheita, formam o que é descrito como *terroir*, uma palavra francesa que foi adotada por todas as línguas do mundo. Ou seja, em região geográfica qualquer, em algum lugar do mundo, os efeitos do *terroir* são praticamente únicos, singulares, tendo a necessidade de se caracterizar as uvas e vinhos de novas fronteiras vitivinícolas (PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2018; CARBONNEAU et al., 2007).

Os vinhos do Vale do Submédio São Francisco são considerados, em sua maioria, jovens, os quais apresentam características peculiares nos aromas e sabores, considerados como palatáveis e apresentando boa relação comercial, custo-benefício (SOUZA; CORDEIRO, 2014). Mas também, vem produzindo vinhos de guarda, que passam por alguns anos em barricas de carvalho, promovendo uma maior complexidade dos aromas e melhoria na estrutura

dos vinhos (VINHOVASF, 2018).

As vantagens desta região na elaboração de vinhos são excepcionais, produzindo vinhos dentro de um novo conceito – vinho tropical, apresentando alto potencial de qualidade, além do fato de que está localizada em áreas relativamente povoadas, com grande potencial de expansão da vitivinicultura, tanto pelo consumo interno contínuo de vinhos finos, como pelo crescente desenvolvimento de exportações (LIMA, 2010), empregando direta e indiretamente, aproximadamente, 30 mil pessoas (VINHOVASF, 2018).

Na região do SVSF, as cultivares de videira que tem sido empregadas na elaboração de vinhos brancos são, essencialmente, as francesas Chenin Blanc, Sauvignon Blanc e Viognier, a espanhola Verdejo e a Moscato Canelli, proveniente da Itália. A produção de uvas para vinhos brancos no SVFS ocorre em parreirais cultivados em espaldeira ou, principalmente, sob o sistema de condução em latada, devido ao fato de haver uma maior proteção contra os raios solares, que poderiam causar danos oxidativos caso os cachos estivessem expostos (PEREIRA et al., 2018).

Os vinhos brancos tranquilos são elaborados por processos tradicionais, adaptados às particularidades das uvas produzidas nesta região tropical semiárida. São elaborados somente vinhos brancos jovens, com boa acidez, aromas florais e frutados típicos, podendo também ser secos ou doces. Neste contexto, destaca-se a cultivar Chenin Blanc, que se adaptou bem à região e vem sendo bastante utilizada para a elaboração de espumantes e vinhos tranquilos, e representa cerca de 60% do volume dos vinhos brancos tranquilos (PEREIRA et al., 2018; PEREIRA; BIASOTO, 2015).

1.3 CARACTERÍSTICAS DA VARIEDADE CHENIN BLANC

A cultivar de uva branca Chenin Blanc é originária do Vale do Loire, na França, onde tem sido cultivada por milhares de anos e é comumente conhecida como 'Pineau de la Loire' e, menos frequentemente, como 'Pineau d'Anjou' (CAMARGO et al., 2015). Produz uvas brancas, com as quais pode-se elaborar vários tipos de vinhos brancos finos, desde os mais doces até os mais secos, dependendo das condições climáticas e do enólogo (GALET, 1991).

A África do Sul é o maior produtor de vinhos desta cultivar, seguida pela França e pelos Estados Unidos (estado da Califórnia), sendo que no ano de 2015, o país africano deteve a maior produção, com uma área total de cerca de 18 mil hectares de vinhedos, elaborando vinhos simples, suaves, ácidos e frutados. Nesse país, a cultivar é conhecida como 'Steen'. Além da

África do Sul, da França e do estado da Califórnia (EUA), outros países produtores de vinhos oriundos de uvas 'Chenin Blanc' são caracterizados por climas mais quentes, como a Austrália e Nova Zelândia. No Chile, Argentina e México, a cultivar é conhecida como 'Pinot Blanco' (PROFESSIONAL FRIENDS OF WINE, 2016).

A cultivar Chenin Blanc foi introduzida há várias décadas no Brasil, sendo que no Estado do Rio Grande do Sul foram colhidas aproximadamente 173 toneladas desta fruta, em 2015. Seu cultivo vem se expandindo, principalmente nas regiões de climas mais quentes do país, como no Submédio do Vale do São Francisco, onde é cultivada há mais de 20 anos, representando 60% da quantidade total de uvas brancas viníferas produzidas e dos vinhos brancos tranquilos elaborados (CAMARGO et al., 2015).

Os cachos desta cultivar apresentam-se de tamanho médio a grande, de formato cônico ou muitas vezes alado, compactado e com pedúnculos de tamanho curto a médio (Figura 1). As bagas são de cor verde-amarelado, tamanho médio, ovaladas, alongadas e relativamente succulentas. Já as folhas são médias, apresentando de 3 a 5 lóbulos, que, quando jovens, possuem pelagem densa e aparência branco-creme. As pontas dos brotos apresentam gemas em forma de algodão na cor branca (CHRISTENSEN, 2003).

Figura 1. Cacho de uva da cultivar Chenin Blanc.



Fonte: CHRISADA, 2006.

As videiras são vigorosas e muito produtivas, além de apresentarem tendência à brotação precoce e maturação tardia, sendo características que as tornam mais adequadas para

o cultivo em climas quentes do que outras cultivares viníferas. A planta cresce normalmente em vários tipos de solo, mostrando bom vigor tanto em solos argilosos como em arenosos. Considerada uma cultivar de ciclo intermediário, as suas uvas são altamente suscetíveis a podridões dos cachos, sendo, assim, impróprias para produções no período de chuvas (CAMARGO et al., 2015; LEÃO et al., 2009).

Em condições de clima tropical, tem sido obtido, nos frutos maduros da Chenin Blanc, teores médios de sólidos solúveis variando entre 19 e 24°Brix. A acidez titulável das bagas dessa cultivar encontra-se entre 0,60 e 1,00 g de ácido tartárico.100 mL⁻¹ (CAMARGO et al., 2011; JOGAIHAH et al., 2010; HAVINAL et al., 2008), sendo essas variações decorrentes da alternância climática e produtiva entre os ciclos, assim como do manejo da videira utilizado em cada região de cultivo. A utilização desta cultivar permite a elaboração de vários tipos de vinhos brancos, desde os mais suaves até os secos, assim como vinhos tranquilos ou espumantes, a depender das condições climáticas no vinhedo e do objetivo do enólogo (ALEIXANDRE-TUDO et al., 2015).

Os vinhos se destacam pelo aspecto brilhante, tonalidade pouco intensa, amarelo claro, com tons esverdeados e aroma intenso, de paladar harmônico, de bom corpo e acidez marcante (ABE, 2005). Uma característica que favorece a cultivar 'Chenin Blanc' em climas quentes é a tendência a alta acidez dos seus vinhos. Como nessas condições, os vinhos tendem a ser mais neutros, a alta acidez da 'Chenin Blanc' tem como resultado um vinho mais equilibrado (GUERRA; ZANUS, 2007).

1.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO VINHO BRANCO

O vinho é uma bebida de grande complexidade química devido à natureza das moléculas presentes (PEREIRA, 2007). Sua composição não depende somente da matéria-prima, mas também dos fatores agrícolas (clima, solo, maturação) e das técnicas enológicas utilizadas na sua elaboração (AQUARONE et al., 2001; CHEYNIER, 2006).

Os mostos e os vinhos são constituídos por diferentes componentes, como água, glicídios, proteínas, lipídios, elementos minerais e compostos fenólicos. Nos mostos, os constituintes são provenientes principalmente da polpa das bagas. No entanto, a composição do vinho é mais complexa que a do mosto, pois o vinho é obtido através da fermentação alcoólica. Esta fermentação modifica a composição do mosto provocando o desaparecimento dos açúcares fermentescíveis e a formação de álcool junto com produtos secundários como os poliálcoois,

os diversos ácidos orgânicos e os numerosos compostos voláteis que constituem o aroma (FLANZY, 2000).

Segundo definição constante na legislação vitivinícola do Mercosul, “vinho é exclusivamente a bebida que resulta da fermentação alcoólica completa ou parcial da uva fresca, esmagada ou não, ou do mosto simples ou virgem, com um conteúdo de álcool adquirido mínimo de 7% (v/v a 20°C)” (MERCOSUL, 1996). As principais substâncias que constituem o vinho são: água, açúcares, álcoois, ácidos orgânicos, sais de ácidos minerais e orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos, substâncias nitrogenadas, pectinas, gomas e mucilagens, compostos voláteis e aromáticos (ésteres, aldeídos e cetonas), vitaminas, sais e anidrido sulfuroso, sendo este último adicionado ao vinho durante o processamento (SOUZA, 2006; ALI, 2010).

O constituinte majoritário do vinho é a água, representando cerca de 85% do seu volume total, e como principal constituinte exerce um papel fundamental no estabelecimento das características físicas, químicas e sensoriais do vinho. Além de governar as características básicas de escoamento do vinho, a água é um componente essencial presente em muitas reações químicas envolvidas durante o desenvolvimento e crescimento das uvas, a fermentação do mosto e o envelhecimento da bebida (JACKSON, 2008).

Posteriormente à água, o etanol, produzido durante a fermentação alcoólica, é o composto mais abundante e constitui-se como o álcool mais importante do vinho, sendo de fundamental importância para a estabilidade, envelhecimento e para as suas características sensoriais. Além de inibir a ação de microrganismos indesejáveis na fermentação, é capaz de dissolver compostos voláteis durante a fermentação e maturação do vinho, evitando a perda destes compostos durante estes processos (JACKSON, 2008).

Outro parâmetro importante é a concentração de açúcares. Os açúcares redutores apresentam-se como substâncias que não foram transformadas em álcool etílico pela ação das leveduras no processo fermentativo, sendo, em sua maioria, pentoses da classe das xiloses e arabinoses (OUGH; AMERINE, 1986). Esses açúcares são responsáveis pela doçura do vinho que, no caso de vinhos secos, não pode ultrapassar o limite de $4,0 \text{ g L}^{-1}$ (BRASIL, 2018).

Uma outra variável bastante relevante na composição do vinho, e especialmente para os vinhos brancos é a acidez, visto que o frescor desejável nos vinhos brancos é proporcionado por sua composição ácida. Os principais ácidos orgânicos encontrados no vinho são D-tartárico, L-málico e L-cítrico, provenientes da uva, e succínico, láctico e acético, provenientes do processo de fermentação. A acidez é uma variável importante para a determinação da qualidade

do vinho (RIZZON; MIELE; MENEGUZZO, 1999), e a sua divisão em acidez fixa e acidez volátil se faz necessária para distinguir as propriedades sensoriais do vinho (JACKSON, 2008).

Os ácidos tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico formam a acidez fixa dos vinhos, e o ácido acético é o principal componente para a formação da acidez volátil, que se dá principalmente por ser um subproduto da fermentação de leveduras e bactérias (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Além disso, a sanidade do vinho está veiculada aos baixos teores de acidez volátil, indicando a ausência de ataques bacterianos que, porventura, possam promover a oxidação do álcool existente no meio ou a degradação do ácido cítrico, açúcares e glicerol (ZOECKLEIN et al., 1994).

O extrato seco é uma das propriedades físico-químicas dos vinhos que, em geral, se relaciona com os compostos que são responsáveis pelo corpo e estruturação da bebida, e 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 (RIZZON; MIELE, 1996; CASTILHOS; DEL BIANCHI, 2011). O vinho que apresentar menos que 2% de extrato seco é considerado leve ou magro, sendo comparado gustativamente com outro vinho que apresenta extrato seco acima de 3% (AQUARONE et al., 2001).

Dentre as substâncias que compõem o vinho, os sais minerais também estão presentes, e entre eles os principais constituintes de sais minerais inorgânicos são os ânions sulfatos, fosfatos, cloretos, e, os orgânicos, tartarato, malato e lactato, além de alguns cátions como potássio, sódio, cálcio e magnésio. A soma de todos estes elementos minerais do vinho, que provêm essencialmente da película da uva, é expressa pelas cinzas (VENTURINI, 2010).

Os compostos fenólicos, por sua vez, constituem um grande grupo de substâncias complexas que são de particular importância para as características sensoriais e cromáticas do vinho (KILMARTIN, 2009; KARBOWIAK et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011). O perfil dos compostos fenólicos presentes em vinhos depende 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 dos compostos fenólicos e tipo de processo empregado, bem como também são influenciados pelas reações químicas e enzimáticas que se iniciam com o esmagamento das uvas e ocorrem durante todo processo de elaboração, maturação e envelhecimento dos vinhos (FURTADO, 2013).

As proteínas são uma das principais macromoléculas do vinho, juntamente com polissacáridos e polifenóis, estima-se que o vinho branco contém entre 10 a 500 mg L⁻¹ de proteína cuja massa molecular varia entre 9 a 66 kDa e pontos isoeletrônicos de 3 a 9 (MARANGON et al., 2014). Elas têm uma grande influência na qualidade do vinho, pois

apresentam uma variedade de propriedades. Estão envolvidas, por exemplo, na turbidez do vinho branco, nas características sensoriais através da sua interação com compostos aromáticos juntamente com as interações com as quais elas podem estar envolvidas com outros compostos de vinho, como etanol, polifenóis e polissacarídeos, na proteção do vinho contra a precipitação do sal tartárico (MAINENTE et al., 2014).

Os compostos nitrogenados estão presentes nos vinhos na forma inorgânica, como amônia e nitratos, e em diversas formas orgânicas, incluindo, aminas, amidas, aminoácidos, pirazinas, bases nitrogenadas, pirimidinas, ácidos nucleicos e proteínas. (VENTURINI, 2010). As substâncias nitrogenadas apresentam menor interferência no gosto do vinho, contudo são meios nutritivos indispensáveis às leveduras e bactérias (AQUARONE et al., 2001). O nitrogênio é incorporado mais rapidamente na fase de crescimento e divisão celular das leveduras durante a fermentação, pois participa do seu metabolismo (VETURINI, 2010).

Tratando-se de composição aromática, os aldeídos e os ésteres são importantes contribuintes para a qualidade sensorial dos vinhos. A presença dos aldeídos relaciona-se com o grau de aeração a qual foi submetido o vinho. No vinho branco, por exemplo, quando é detectada uma concentração de aldeídos acima de 100 mg L^{-1} , infere-se que este foi arejado ou oxidado (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Os ésteres, por sua vez, são derivados do processo fermentativo e apresentam um importante papel na composição sensorial de vinhos brancos, espumantes e tintos jovens, pois são as primeiras fontes de aromas frutados (GURBUZ; ROUSEF, 2006; UGLIANO; HENSCHKE, 2009).

O dióxido de enxofre (SO_2) é o conservante químico mais utilizado na indústria de vinhos, não faz parte da composição natural do vinho, pois é adicionado durante o processo de vinificação. Devido ao seu efeito antioxidante e antimicrobiano, ele é adicionado inicialmente ao mosto para inibir as enzimas que catalisam reações de oxidação e que, conseqüentemente, causam o escurecimento de vinhos (COETZEE, 2011), e posteriormente é adicionado ao vinho para protegê-lo dos processos oxidativos. O limite de uso de SO_2 é de acordo com a legislação de cada país. No Brasil é permitido o uso de até 350 mg L^{-1} como SO_2 total. O conhecimento do pH é de suma importância, constituindo um importante dado para avaliar a resistência contra infecção bacteriana, tendência a “casse fêrrica” ou porcentagem de SO_2 presente na forma livre (AQUARONE et al., 2001).

1.4.1 Composição fenólica

As uvas estão entre as frutas que mais se destacam como fonte de compostos fenólicos, com importantes características biológicas (atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora) sendo destacadas suas propriedades antioxidantes. Estes compostos se localizam na película, polpa e sementes, com a concentração dos polifenóis variando de acordo com os fatores de produção da planta, variedade da uva, tratos culturais, estágio de maturação, condições climáticas, clone, bem como pelo processo de vinificação (GRANATO et al., 2016).

Do ponto de vista químico, os compostos fenólicos são caracterizados por apresentar um núcleo benzênico, agrupado a um ou vários grupos hidroxilas (DELOIRE et al., 2005). Nos vinhos, esses compostos constituem um parâmetro de qualidade devido à sua contribuição para as características organolépticas: aroma, cor, sabor, amargor e adstringência. Além de estarem relacionados aos benefícios à saúde associados ao consumo de vinho, por apresentarem um expressivo potencial antioxidante, estando diretamente relacionados com a qualidade nutricional da bebida. São produzidos nos vinhos pelo metabolismo das leveduras, extraídos da película e semente durante o período de maceração, assim como são oriundos da madeira durante envelhecimento dos vinhos em barricas (GÓMEZ-ALONSO; GARCÍA-ROMERO; HERMOSÍNGUTIÉRREZ, 2007; GARRIDO; BORGES, 2013).

Dentre os parâmetros dos vinhos, os polifenóis, que são metabólitos secundários de plantas, são divididos de maneira simples em dois grupos: não-flavonóides (ácidos fenólicos e estilbenos) e compostos flavonóides (antocianinas, flavonóis e flavanóis) (AUBERT; CHALOT, 2018; GARRIDO; BORGES, 2013).

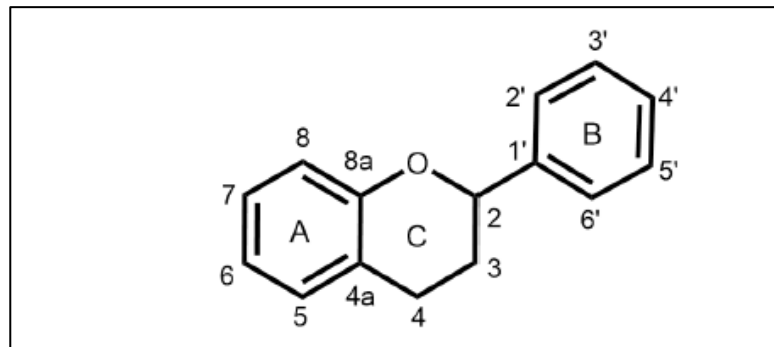
1.4.1.1 Flavonóides

Os flavonóides são compostos fenólicos que se caracterizam por uma estrutura básica e comum C6-C3-C6, sintetizados a partir da combinação dos derivados da fenilalanina (através da rota do ácido chiquímico) e ácido acético (JACKSON, 2008). A estrutura base consiste em dois anéis aromáticos ligados por um anel pirano (Figura 2). Podem ocorrer na forma livre, glicosilada ou acilada. Ao contrário da uva e do vinho tinto, nas variedades brancas os flavonóides correspondem a uma concentração menor que 20% do teor total de compostos fenólicos, uma vez que o processo de fermentação ocorre na ausência das partes sólidas da uva (BURIN, 2014).

A composição de compostos flavonóides no vinho depende não somente dos compostos presentes na uva, mas também da extração desses compostos e subseqüentes reações durante o

processo de vinificação. Dessa forma, vinhos brancos obtidos através da prensagem direta, com o mínimo de contato com a película contêm, em sua maioria, os compostos flavonóides presentes somente na polpa. A composição também é afetada por fatores pré-fermentativos, como a clarificação, que pode diminuir a concentração destes compostos no mosto através da precipitação das substâncias insolúveis do meio (CHEYNIER; SILVA, 1991; BADERSCHNEIDER; WINTERHALTER, 2001).

Figura 2. Estrutura básica dos flavonóides



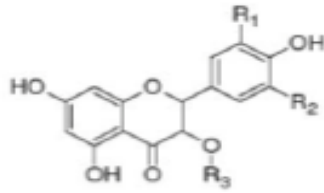
Fonte: Adaptada de LAGO-VANZELA et al., 2015.

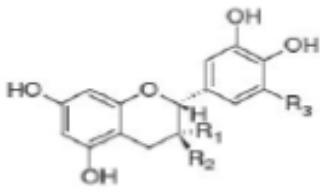
Na classe dos flavonóides, tem os flavonóis, os flavanóis e as antocianidinas (Figura 3). As antocianinas estão presentes na película das uvas tintas e são responsáveis pela sua coloração, não estão presentes em uva e vinho branco (BURIN, 2014).

Os flavonóis estão presentes em maior concentração em uvas e vinhos brancos. Nas uvas, estes compostos são sintetizados principalmente na película e exercem papel importante na proteção contra as radiações ultravioletas. A quercetina é o flavonol majoritário nas uvas tintas e brancas, e nas variedades brancas o campferol é encontrado em menor concentração (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Cada variedade de uva apresenta perfil específico de flavonóis e o seu conteúdo depende da exposição das uvas ao sol, da fertilização nitrogenada e do estado hídrico das variedades (CANTOS et al., 2000; MATTIVI et al., 2006).

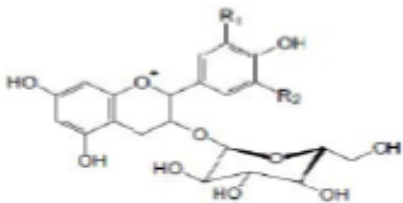
Os flavanóis presentes nas uvas são representados por flavanóis e proantocianidinas. O primeiro grupo encontra-se principalmente na forma livre, representado por (+)-catequina e (-)-epicatequina, sendo a catequina o composto majoritário, tanto nas variedades brancas como nas tintas. Estes compostos são extraídos da película e sementes da uva durante o processo de vinificação e durante o envelhecimento do vinho sofrem transformações estruturais através de reações de oxidação e condensação que influenciam na adstringência e cor dos vinhos (MATEUS et al., 2003).

Figura 3. Estrutura geral dos flavonóides e seus principais derivados com a substituição dos radicais.

Flavonóis		Flavonol	Grupos substituintes		
			<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
		Quercetina	H	H	H
		Miricetina	OH	OH	H
		Camferol	H	H	H

Flavanóis		Flavanol	Grupos substituintes		
			<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
		(+) -Catequina	H	OH	H
		(-) -Epicatequina	OH	H	H
		(-) -Galato-epicatequina	H	H	O-G
		(-) -Galato-epigallocatequina	OH	O-G	H

G*: ácido gálico

Antonianinas		Antocianinas	Grupos substituintes	
			<i>R1</i>	<i>R2</i>
		Pelargonidina	H	H
		Cianidina	OH	H
		Delfinidina	OH	OH
		Malvidina	OCH ₃	OCH ₃

Fonte: Adaptada de LAGO-VANZELA et al., 2015.

Vinhos brancos produzidos sem a etapa de maceração (contato com a película) apresentam pequenas concentrações de flavanóis, uma vez que estes estão presentes na película. As proantocianidinas, também denominadas de taninos condensados, são oligômeros e polímeros de catequina e epicatequina, com destaque para a proantocianidina B1. Em uvas e vinhos brancos a concentração de proantocianidina é na ordem de traços, aproximadamente 20 vezes menor que em variedades tintas (JACKSON, 2008).

Várias propriedades terapêuticas dos flavonóides, principalmente da quercetina, têm sido estudadas nas últimas décadas, destacando-se o potencial antioxidante, anticarcinogênico e seus efeitos protetores aos sistemas renal, cardiovascular e hepático (BEHLING et al., 2004).

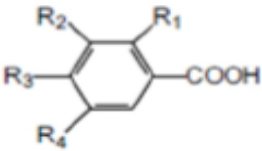
1.4.1.2 Não-flavonóides

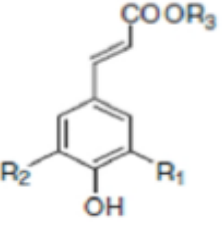
Os compostos não-flavonóides são sintetizados nas uvas a partir da fenilalanina, e àqueles originados durante o processo de vinificação, através da ação das leveduras, são sintetizados a partir do ácido acético (JACKSON, 2008). Ao grupo de compostos fenólicos não-flavonóides pertencem os ácidos fenólicos (derivados do ácido hidroxibenzóico e do ácido hidroxicinâmico) e outros derivados fenólicos como os estilbenos (*cis* e *trans* resveratrol) e o tirosol (Figura 4). Na uva e no vinho os não-flavonóides mais comuns são os derivados do ácido hidroxicinâmico, que se encontram na película e polpa, principalmente sob a forma de ésteres tartáricos, também denominados de hidroxicinamatos (ácidos caftárico, ferrúlico e ρ -cumárico). Os ácidos cinâmicos são sintetizados nas uvas a partir da fenilalanina pela via do ácido chiquímico, onde o aminoácido é convertido até o ácido *trans*cinâmico por ação enzimática (RENTZSCH; WILKENS; WINTERHALTER, 2009).

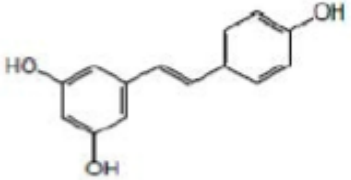
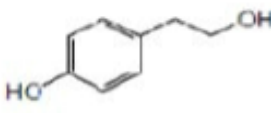
Em mostos no início do processo de maceração e nos vinhos, devido à ocorrência de reações enzimáticas hidrolíticas, também encontram-se as formas livres (ácidos caftárico, ferrúlico, e ρ -cumárico) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006; SPÁCIL; NOVÀKOVÁ; SOLIDH, 2008). Dentre estes compostos, o ácido caftárico é encontrado em maior concentração em mostos e vinhos de variedades brancas. A principal função dos ácidos hidroxicinâmicos é a participação nas reações de oxidação que conduzem ao acastanhamento de mostos e vinhos, principalmente nas variedades brancas, com destaque para o ácido caftárico, (JACKSON, 2008).

Embora não exerçam influência direta no gosto dos vinhos, os ácidos hidroxicinâmicos estão envolvidos no aparecimento de fenóis voláteis com consequentes alterações aromáticas (VRHOVSEK, 1998). As concentrações dos ácidos caftárico e ρ -cumárico diminuem durante a fermentação do vinho, porém durante o envelhecimento essas perdas ocorrem com menor intensidade. Diferentes concentrações destes compostos no vinho são descritas na literatura, a qual está relacionada a fatores referentes à variedade da uva, às condições climáticas, a fatores pré-fermentativos e ao processamento durante a vinificação (BETÉS-SAURA; ANDRÉS-LACUEVA; LAMUELA-RAVENTÓS, 1996; FERNÁNDEZ-ZURBANO, 1999).

Figura 4. Estrutura dos compostos não-flavonóides e seus principais derivados.

Ácidos hidroxibenzoicos					
	Benzóicos	Grupos substituintes			
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>
	Ác. gálico	H	OH	OH	OH
	Ác. vanílico	H	OCH ₃	OH	H
	Ác. siríngico	H	OCH ₃	OH	OCH ₃

Ácidos hidroxicinâmicos				
	Cinâmicos	Grupos substituintes		
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
	Ác. cafeico	OH	H	H
	Ác. ferrúlico	OCH ₃	H	H
	Ác. <i>p</i> -cumárico	H	H	H
	Ác. caftárico	OH	H	C ₄ H ₅ O ₅

Trans-resveratrol	Tirosol
	

Fonte: SPACIL; NOVÁKOVÁ; SOLIDH, 2008.

Entre os compostos derivados do ácido benzóico presentes na uva e no vinho destacam-se os ácidos gálico, siríngico, vanílico, *p*-hidroxibenzoico e protocatéico. O ácido gálico pode estar presente em vinhos em altas concentrações, pois além de ser proveniente das uvas, também é formado durante a hidrólise dos taninos condensados que pode ocorrer durante o período de armazenamento do vinho. Os ácidos hidroxibenzoicos estão presentes nas uvas na forma de éster e durante a vinificação são lentamente hidrolisados, apresentando-se na forma de compostos livres (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Dentre os estilbenos, destacam-se os seus monômeros: *cis* e *trans* resveratrol. Esses compostos são fitoalexinas, sintetizados pela videira em resposta a uma situação de estresse. Resveratrol e seus derivados concentram-se na película das uvas, por isso vinhos tintos apresentam maior concentração (MATTIVI, 1993). O *trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4- trihidroxi

estilbeno) é o composto mais estudado devido a seu potencial benéfico para a saúde humana e é encontrado principalmente em vinhos tintos em concentrações muito variadas. Vinhos brancos apresentam menor concentração de estilbenos que os tintos. O isômero *cis* é formado a partir da isomerização do *trans*-resveratrol ou a partir da quebra de polímeros de resveratrol durante a fermentação do vinho. As formas glicosiladas (*piceid*) do resveratrol são constituintes naturais de uvas (MATTIVI, 1993).

O metabolismo das leveduras pode produzir adicionais compostos não-flavonóides, sendo que o mais prevalente é o tirosol. O tirosol (2-4-hidroxifenol etilalcool) é um composto presente nos vinhos, tintos e brancos, produzido a partir da tirosina (4-hidroxifenil-Lfenilalanina) pelas leveduras durante a fermentação do mosto, é o único composto fenólico produzido em quantidades significativas a partir de precursores não fenólicos (COVAS et al., 2003; JACKSON, 2008). A concentração de tirosol no vinho foi relatada ser independente da variedade de uva e do envelhecimento do vinho (DI STEFANO, 1999).

1.4.2 Potencial antioxidante

O potencial antioxidante de vinhos e de seus compostos fenólicos são bastante estudados e acredita-se que seja a principal responsável pelos efeitos benéficos comprovados pelo consumo moderado de vinho (FLANZY, 2000; JACKSON, 2008; GÜLÇİN, 2010)

Conforme Xia et al., (2010) as uvas e derivados contêm grande quantidade de compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, que exibem uma considerável ação antioxidante. Os compostos fenólicos das uvas têm merecido atenção não somente devido ao seu importante papel na elaboração de produtos derivados da uva, mas também pelos seus potenciais efeitos benéficos à saúde. Estes efeitos benéficos estão relacionados com propriedades bioquímicas e farmacológicas, incluindo atividades antioxidante *in vivo* (GRIS et al., 2011) e *in vitro* (CIMINO et al., 2007; BURIN et al., 2011), propriedades antiinflamatória, anticarcinogênicas e proteção contra doenças cardiovasculares (FRANKEL et al., 1998).

Um antioxidante pode ser definido como uma biomolécula que inibe, impede, retarda ou elimina danos oxidativos a uma molécula-alvo retardando ou impedindo consideravelmente danos às células (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Segundo Dumitriu et al. (2015) os compostos fenólicos desempenham importante papel na proteção celular, pois são capazes de sequestrar ou inibir as diversas espécies de oxigênio reativo, transferir elétrons para radicais livres, ativar enzimas antioxidantes e inibir enzimas oxidases.

O potencial antioxidante dos polifenóis é dependente da sua estrutura química. Para os ácidos fenólicos a atividade antioxidante depende do número e posição de grupos hidroxilas em relação ao grupo carboxila, assim como da natureza da glicosilação destes grupos. Ácidos monohidroxibenzoicos com o grupo hidroxila ligado na posição *meta* apresentam efetiva atividade antioxidante, o que não é verificado para as posições *orto* e *para*. A capacidade antioxidante aumenta com o aumento do grau de hidroxilação, no entanto, substituição do grupo hidroxila nas posições 3 e 5 por metoxilas, reduz esta atividade. Os compostos flavonóides apresentam a capacidade antioxidante relacionada principalmente, com as substituições no anel B e C. Estes compostos apresentam maior capacidade antioxidante conforme aumenta o grau de hidroxilação do anel B, assim como quando possuem ligações duplas entre C2 e C3 combinado com grupo OH na posição 3 do anel C (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996).

Muitas pesquisas têm sido realizadas avaliando os efeitos antioxidantes dos compostos fenólicos presentes no vinho. O interesse de estudos com estes compostos iniciaram a partir dos questionamentos relacionados à dieta francesa, que apesar de rica em gorduras de origem animal, parece associada à baixa incidência de doenças cardiovasculares, fenômeno conhecido como Paradoxo Francês (ABE et al., 2007). A atividade antioxidante dos vinhos já foi comprovada em diversos trabalhos *in vitro* e *in vivo*, sendo essa bioatividade associada ao seu conteúdo de compostos fenólicos (DUTRA et al., 2018; LIMA et al., 2014; PADILHA et al., 2017; GRANATO et al., 2016).

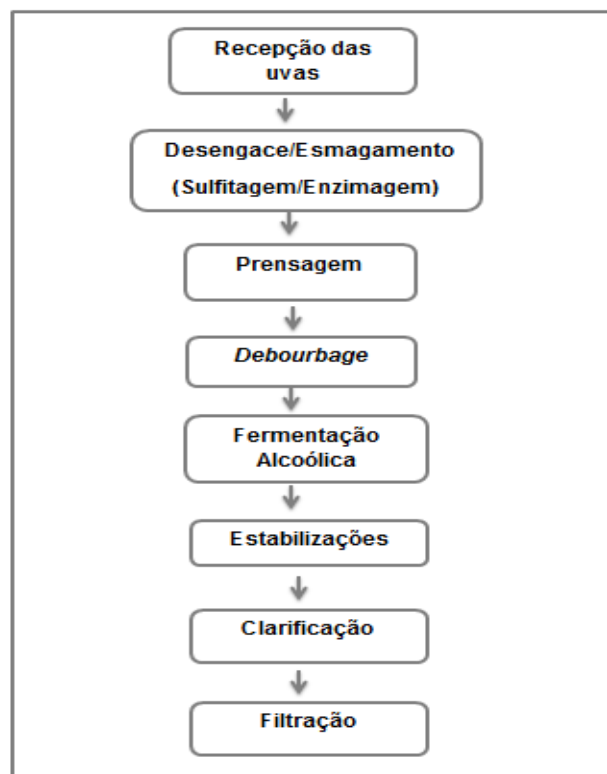
1.5 ELABORAÇÃO DE VINHOS BRANCOS

O vinho é uma bebida proveniente da fermentação alcoólica do mosto simples de uva sã, fresca e madura ou suco de uva fresca (BRASIL, 1988), sendo sua qualidade fortemente influenciada pela variedade utilizada, origem geográfica e condições edafoclimáticas de cultivo e tecnologias aplicadas no processo de vinificação (SANTOS et al., 2010).

Para a elaboração de vinhos brancos é importante observar os estritos critérios de qualidade. Entre eles, o uso de técnicas de vinificação adequadas às características das diferentes uvas, o uso de tratamentos durante o processo, mantendo o caráter absolutamente natural dos vinhos e a adoção de rígidas normas de higiene. As técnicas de produção de vinho branco contemplam a cuidadosa extração do mosto da uva pela prensagem da baga, direta e delicada ou mediante prévio desengace e esmagamento, seguido de prensagem (AZEVEDO; VELLOSO, 2006).

Geralmente, o vinho branco é elaborado com uva branca, mas pode ser feito também com uva tinta, desde que o mosto seja separado da película o quanto antes, para evitar a passagem da matéria corante. Nesse caso, o vinho branco é elaborado com uma participação menor da película da uva em relação ao vinho tinto. Na elaboração do vinho tinto, a maceração é uma das etapas mais importantes desse processo. Já no caso do vinho branco, as etapas pré-fermentativas, como extração e clarificação do mosto, são fundamentais. Portanto, para se obter vinho branco de qualidade, depende muito da maneira com que se manipulam a uva e o mosto, antes da fermentação alcoólica (RIZZON; DALL'AGNOL, 2009). As principais etapas do processo de elaboração do vinho branco são indicadas na Figura 5.

Figura 5. Operações básicas para elaboração de vinho branco tranquilo.



Fonte: Adaptado de VENTURINI, 2010.

1.5.1 Matéria-prima

A composição das uvas influencia a estrutura do vinho, não apenas por sua quantidade de açúcar, mas também pelo teor de potássio, pelo seu potencial hidrogeniônico (pH), seus aromas vegetativos e outros aspectos (ZOECKLEIN, 2001).

As uvas para elaboração de vinhos devem apresentar características próprias para esta finalidade, e para o tipo de vinho que se deseja produzir (vinhos tranquilos, espumantes, fortificados), tais como: coloração, teor de açúcares e acidez equilibrada. A qualidade do vinho dependerá das características da uva e das condições edafoclimáticas de cada região produtora, que conferem um *terroir* característico, como também as técnicas de elaboração adotadas (SOARES; LEÃO, 2009).

Segundo Flanzy (2000), a maturação das uvas é o principal fator que condiciona a qualidade dos vinhos, e ela encontra-se condicionada a ação do enólogo, a fim de determinar a data mais apropriada da vindima, de acordo com o estilo de vinho que se deseja produzir.

1.5.2 Desengace/Esmagamento

O desengace corresponde à retirada dos engaços, a fim de evitar que eles estejam presentes no momento da fermentação. Sua presença provoca a liberação de substâncias adstringentes como o tanino verde, que aumenta consideravelmente a adstringência dos vinhos e acentua os gostos herbáceos. Quando triturado, é responsável por uma diluição do mosto, além de interferir, principalmente, na composição mineral do mesmo. O engaço não alcança um nível adequado de maturação, e a separação antecipada é fundamental para a qualidade do vinho. Além da separação, ocorre um leve esmagamento da uva para obtenção do mosto. (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

O esmagamento, por sua vez, realiza a primeira separação entre o mosto e as partes sólidas (película e semente), dos taninos, e dos compostos, ocorrendo assim a liberação do mosto, facilitando a posterior clarificação do mesmo (VENTURINI, 2010).

Dentro dos processos de desengace e esmagamento ocorrem a sulfitagem e a enzimagem do mosto. Na sulfitagem, o do dióxido de enxofre, anidrido sulfuroso, ou simplesmente gás sulfuroso (SO₂) é bastante empregado na elaboração e conservação de vinhos, cumprindo uma série de ações benéficas aos mesmos. O SO₂ pode-se apresentar na forma livre (molecular) ou combinada, e a soma destas gera o SO₂ total, cujo teor máximo permitido pela legislação brasileira é de 350 mg L⁻¹ (BRASIL, 2019), o qual é elevado, visto que valores próximos a este limite legal inviabilizariam o consumo do produto do ponto de vista sensorial. Portanto, boa

parte do SO₂ adicionado se combina com outros compostos, como oxigênio, os açúcares e os aldeídos, e somente o SO₂ livre é que permanece ativo, impedindo futuras oxidações no mosto, e principalmente no vinho acabado (VENTURINI, 2010).

O emprego do SO₂ tem como objetivo selecionar o meio fermentativo, impedindo a ação de microrganismos nativos. Deste modo, protege os aromas florais e frutados, atuando também como antimicrobiano, antioxidante, antisséptico, possui ação inibitória de enzimas oxidásicas, ação solubilizante, auxilia na limpidez de mostos e vinhos e possui ação reguladora de temperatura, onde sua eficácia depende da quantidade de açúcar, acetaldeído, pH e temperatura do mosto (GIOVANNINI; MANFROI, 2009).

De forma alternada ao SO₂, ocorre o processo de enzimação. Considerando-se que a atividade da maioria das enzimas, em especial as pectolíticas, é parcialmente inibida pelas doses elevadas de SO₂, os produtores de preparados enzimáticos aconselham adicionar a enzima antes do SO₂, ou após no mínimo 1 a 2 horas, de modo a dar tempo o SO₂ de se combinar com os açúcares e oxigênio. O uso de enzimas assegura maior rendimento do mosto, pela sua atuação nos compostos fibrosos das bagas, diminuindo assim a viscosidade do mosto, beneficiam também a extração de compostos, em específico, os responsáveis pela cor e pelo extrato dos vinhos, e consentem incrementar a intensidade aromática, por favorecer a liberação de aromas da película (VENTURINI, 2010).

1.5.3 Prensagem

A extração do mosto consiste em separar o líquido (mosto) da parte sólida da uva (película e semente) por meio da prensagem. Trata-se de uma operação muito importante na elaboração do vinho branco, pois dela depende a qualidade do mosto para vinificação. Assim, os melhores mostos são aqueles obtidos de prensagens lentas, as quais permitem controlar o rendimento e a turbidez do mosto, que é avaliada de acordo com a porcentagem de borra, que deve ser inferior a 10% (RIZZON; DALL'AGNOL, 2009).

Essa operação pode ser feita de diversas maneiras, dependendo, principalmente, do volume de uva processado e dos equipamentos disponíveis: prensas descontínuas horizontais de prato, prensas descontínuas verticais, prensas pneumáticas, esgotador dinâmico de mosto, esgotador estático de mosto (tipo *poter*), entre outros. A prensagem das uvas antes da fermentação é realizada, quase que exclusivamente, na vinificação em branco, já que nesse caso, a mesma ocorre apenas com o líquido, sem a presença das partes sólidas (GIOVANNINI; MANFROI, 2009), e pode ser realizada diretamente na uva inteira, na uva desengaçada e

esmagada, e ainda na uva desengaçada e esmagada cujo mosto foi previamente escorrido (VENTURINI, 2010).

1.5.4 *Débourbage*

A *débourbage* é um processo de sedimentação e clarificação prévia do mosto cujos objetivos consistem na eliminação de partículas terrosas e orgânicas, nas reduções da flora microbiana indígena, do teor de colóides e da turbidez. Tal operação pode ser realizada de forma estática, pela sedimentação espontânea com submissão do mosto a baixas temperaturas e/ou com auxílio de substâncias autorizadas, como também da forma dinâmica, por meio de filtração ou centrifugação (BRASIL, 2010).

A sedimentação ocorre com mais êxito, quando o emprego do frio (temperaturas de 5°C a 10 °C por um período de 12 a 30 horas, dependendo da qualidade e das características do mosto) está associado à ação das enzimas pectolíticas ocorrendo, dessa forma, uma *débourbage* estática. A utilização de enzimas pectolíticas a baixas doses, permite modificar a estrutura das matérias pécicas que participam da estrutura coloidal dos mostos. A eliminação destas matérias facilita a floculação, aumenta a velocidade de queda das partículas e permite uma melhor separação entre o mosto limpo e as borras durante a *débourbage* (FLANZY, 2000).

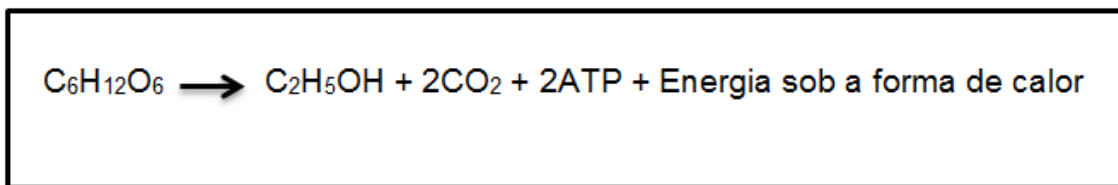
Esse processo serve para limitar os efeitos negativos da maceração (quando houver) e, especialmente, para abolir as partículas (grande maioria) em suspensão no mosto, capazes de imprimir características prejudiciais ao vinho (GIOVANNINI; MANFROI, 2009). O mosto com menor conteúdo destas substâncias induz a formação, pelas leveduras, de concentrações menores álcoois superiores e ácidos graxos voláteis, compostos que contribuem negativamente para a qualidade do vinho e, por outro lado, produzem concentrações mais elevadas de acetato de álcoois superiores e ésteres de ácidos graxos, que possuem um papel positivo na qualidade do aroma (MANFROI; LIMA, 2008).

Vinhos que tiverem esta etapa no processo de elaboração apresentam em geral, um maior frescor e uma acidez equilibrada, com aromas frescos e estáveis às condições externas, com coloração mais clara e estável (GIOVANNINI; MANFROI, 2009). Os vinhos que se originam de mostos com quantidade de borras demasiadamente altas possuem aromas pesados, herbáceos e sabor amargo, com coloração mais intensa, mais ricos em compostos fenólicos e sua cor é menos estável a oxidação. Ao final da fermentação, apresentam defeitos olfativos de reduzido (MANFROI; LIMA, 2008).

1.5.5 Fermentação alcoólica

A fermentação alcoólica pode ser definida como a transformação dos açúcares do mosto da uva madura (glicose e frutose) em álcool etílico, gás carbônico (CO₂) e outros compostos (glicerol, acetaldeído, ácido acético, ácido lático) pela ação das leveduras. A transformação do açúcar em álcool é dada pela seguinte equação (Figura 6), conhecida com equação de Gay Lussac (VENTURINI, 2010):

Figura 6. Equação da fermentação alcoólica



Fonte: VENTURINI, 2010.

A fermentação alcoólica é considerada um metabolismo secundário, uma alternativa da célula para a falta de energia ocasionada pela falta de oxigênio. Consiste numa série de reações de isomerização e fosforilação, em que o equilíbrio é deslocado para gliceraldeído-3P (ÁVILA, 2004).

O processo fermentativo completo ocorre com o auxílio de diversas transformações enzimáticas, e estima-se que pelo menos dois mil sistemas enzimáticos, ativos ou parcialmente ativos, estejam presentes nas células das leveduras, o que supõe que a síntese de determinados produtos secundários seja favorecida, diminuída ou inibida, por determinadas temperaturas. Para a fermentação alcoólica de vinho branco utiliza-se normalmente temperaturas no intervalo 15 a 18°C (DE ROSA, 1979; MANFROI, 2009).

Leveduras são os microrganismos predominantes na fermentação alcoólica do vinho e participam na produção de aromas e outras propriedades por uma gama de mecanismos e atividades (PRETORIUS et al., 1999). A enologia moderna utiliza *Saccharomyces cerevisiae* ou *Saccharomyces bayanus* como leveduras selecionadas para conduzir a fermentação alcoólica, devendo-se dosar entre 10 a 30 g hL⁻¹ de levedura liofilizada hidratada para se obter as melhores características sensoriais do vinho. Existem diversas cepas da levedura que apresentam maiores aptidões para a produção de tipos específicos de vinhos (RIBÉREAU-GAYON; SUDRAUD, 1991; GUERRA; BARNABÉ, 2005).

No processo enológico, cepas específicas de *Saccharomyces* foram selecionadas e usadas em inoculações durante décadas, e mais de 200 destas cepas estão disponíveis. Tais

cepas comerciais selecionadas em vinícolas ou em vinhedos apresentam atributos específicos, como tolerância a etanol, tolerância de dióxido de enxofre, tolerância à carência de nitrogênio, baixa produção de compostos indesejáveis (como acetatos e sulfeto de hidrogênio (H₂S)), produção de ésteres e habilidade para dominar condições de fermentação diversas (EHSANI, 2007).

Em condições enológicas, a fermentação alcoólica é conduzida em ambiente anaeróbico ou microaerofílico, com concentrações de oxigênio limitadas (< 10 mg L⁻¹ de O₂). O mosto de uva é caracterizado por ter uma grande concentração de açúcares fermentescíveis (glicose e frutose) em concentração de 140 até 260 g L⁻¹, dependendo da maturação da uva. No geral, o mosto apresenta um pH ácido (2,9 – 3,6), quantidades limitadas de nitrogênio e nutrientes (lipídios, vitaminas) e a presença de inibidores como SO₂ (antioxidante e agente antimicrobiano) em quantidades de 40 a 100 mg L⁻¹ (TONET, 2007). O metabolismo da *Sacharomyces cerevisiae* nessas condições é principalmente fermentativo. A fermentação completa do mosto produz de 8 a 15% v/v de etanol (dependendo da concentração de açúcar) e outros produtos secundários como glicerol (6 a 8 g L⁻¹), ácidos orgânicos, acetatos, succinato e piruvato, em quantidades menores (<1 g L⁻¹), além disso álcoois superiores e ésteres (FLEET; HEARD, 1993).

As substâncias voláteis formadas durante a fermentação alcoólica apresentam um importante papel na definição do aroma dos vinhos resultantes. A composição aromática destes vinhos é determinada pelos constituintes voláteis provenientes das uvas e da vinificação, essencialmente trata-se de álcoois superiores, ácidos e ésteres (FLANZY, 2000).

1.6 ESTABILIDADE DE VINHOS BRANCOS

A estabilização é a fase que sucede à fermentação alcoólica e malolática (se houver). Nessa etapa diversos elementos originários da uva ou da autólise das leveduras são neutralizados e/ou induzidos à sedimentação via métodos químicos ou físicos (GUERRA; BARNABÉ, 2005). Uma característica fundamental do vinho branco é apresentar estabilidade adequada, por isso não deve conter quantidade elevada de substâncias proteicas e elementos minerais, especialmente ferro e cobre, que provocam turvações. Além disso, também é importante reduzir o teor de potássio, ácido tartárico e de seus respectivos sais através do emprego de baixas temperaturas (RIZZON; MENEGUZZO; ABARZUA, 2000).

O vinho novo contém grande número de partículas sólidas em suspensão. Essas

partículas apresentam os mais diversos tamanhos, formas e pesos específicos. As mais volumosas, e com maior peso específico, formam um precipitado (aglomerado sólido), formando borras no fundo do recipiente, ao passo que as menores (e mais leves) demoram mais para sedimentar. No caso dos vinhos brancos, a maior parte dos problemas de turvação é causada por substâncias proteicas (RIZZON, 2009).

Para vinhos brancos a estabilização proteica geralmente é realizada com o emprego de bentonite, com a finalidade de promover a estabilidade das proteínas presentes no vinho. A estabilidade tartárica geralmente ocorre com emprego de temperaturas abaixo de zero nos vinhos, ocorre o processo de formação de sais de potássio ou cálcio, a partir da reação dos cátions com o ácido tartárico. Tal procedimento evita a formação de sais na garrafa e reduz a acidez fixa do vinho (GUERRA; BARNABÉ, 2005), e sua realização é importante porque esses sais presentes no vinho prejudicam a qualidade visual do produto. São recomendados testes laboratoriais para assegurar que a estabilização a frio e a clarificação foram eficientes (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 2003).

1.6.1 Estabilidade proteica

As proteínas estão envolvidas em vários aspectos, alguns deles que podem prejudicar a aceitação do vinho pelos consumidores, como é o caso da formação de turvação nos vinhos brancos e rosados durante o armazenamento na garrafa. Este fenômeno é normalmente observado após o engarrafamento quando o vinho é exposto a condições desfavoráveis como temperaturas elevadas durante o armazenamento ou transporte que levam à desnaturação lenta das proteínas do vinho originando a agregação de proteínas e floculação numa suspensão turva, levando ao aparecimento de uma névoa ou depósito no vinho engarrafado (WATERS et al., 2005).

Estas proteínas podem surgir de diversas fontes, através da adição no vinho de agentes à base de proteínas, como a caseína, a cola de peixe e a albumina, que são utilizados para melhorar o aroma do vinho e a sensação na boca, bem como através das leveduras que libertam manoproteínas durante a fermentação como resultado da lise celular (JAECKELS et al., 2017). Estas últimas são moléculas glicosiladas com um teor de proteína de 1-9 % e que são discutidas como benéficas para o vinho, por exemplo, no que diz respeito à textura e estabilidade (CARIDI, 2006). Embora sejam detectadas proteínas de leveduras como de *Saccharomyces cerevisiae* e fungos filamentosos como *Botrytis cinérea* nos vinhos, estudos comprovaram que a maioria das proteínas do vinho provêm da polpa de uva (BATISTA et al., 2009).

A diversidade de proteínas que podem ser encontradas nos mostos e vinhos é muito menor do que nas uvas, uma vez que apenas proteínas solúveis são extraídas durante o processo de vinificação, diminuição essa que se deve à atividade proteolítica, à precipitação por polifenóis e a condições desfavoráveis relacionadas aos baixos pHs e ao aumento dos teores em etanol. Outros fatores podem também afetar o conteúdo final de proteína como a variedade da uva, a maturidade e o processo de vinificação (SAUVAGE et al., 2010).

Os mecanismos associados à formação de turvação nos vinhos não são bem compreendidos e ainda são frequentemente citados como um processo de duas fases (VAN SLUYTER et al., 2015). Imediatamente após vinificação e clarificação, as proteínas do vinho são estáveis, dobradas no seu estado nativo e o vinho é translúcido (MARANGON et al., 2014).

Numa primeira fase, as proteínas do vinho desdobram-se em resposta a estímulos como elevadas temperaturas de armazenamento, resultando na exposição de cadeias laterais de aminoácidos que normalmente estão escondidas no núcleo da proteína. As cadeias laterais recém-expostas são então livres para se associarem com proteínas vizinhas ou com outros componentes do vinho para formar agregados (MARANGON et al., 2014). O mecanismo de desdobramento de proteínas é amplamente influenciado pela temperatura, visto que temperaturas mais altas levam a um desdobramento mais rápido da proteína. Numa segunda fase, as proteínas instáveis começam-se a auto-agregar por meio de interações hidrofóbicas (VAN SLUYTER et al., 2015).

Van Sluyter et al. (2015) referem ainda a existência de uma terceira fase que consiste na ligação cruzada de diferentes agregados de proteína em que os agregados se tornam gradualmente reticulados devido à ação dos sulfitos e polifenóis causando assim uma união entre os agregados de proteínas.

Segundo Waters et al. (1996), as proteínas responsáveis por esta turvação nos vinhos foram identificadas como sendo proteínas relacionadas com a patogenicidade da uva, como proteínas semelhantes a taumatinas (TLPs) e quitinases que se encontram na faixa de 20 a 30 kDa com pontos isoelétricos (pi) entre 3 e 5 e são proteínas ácidas (MESQUITA et al., 2001). Estas proteínas normalmente surgem no vinho branco juntamente com outras proteínas de ocorrência menor, como por exemplo, invertases, β -1,3-glucanases e proteínas de transferência de lipídios (MARANGON et al., 2012).

Esta classe de proteínas, relacionadas com a patogenicidade, são sintetizadas na uva durante o amadurecimento e constituem um mecanismo de defesa das plantas contra o ataque fúngico sendo expressos em plantas saudáveis e expressos em resposta a stresses bióticos ou abióticos (MARANGON et al., 2014). Elas são capazes de persistir durante todo o processo de

vinificação, principalmente devido à sua resistência à proteólise e à sua estabilidade em pH ácido (LAMBRI et al., 2012). Nesse sentido, a quantidade de polipeptídeos que se acumulam nas uvas maduras e vinhos é determinado pelas condições ambientais e patológicas que prevalecem durante o crescimento vegetativo (FERREIRA et al., 2004).

A presença de proteína no vinho é claramente um pré-requisito para a formação de turvação e geralmente quanto maior o teor de proteína total no vinho, maior a sua tendência para se tornar instável (MESQUITA et al., 2001). No entanto, outros estudos mostraram que a instabilidade proteica não se correlaciona bem com o teor de proteína total do vinho e, portanto, o potencial do vinho em desenvolver a turvação não é previsível a partir da sua concentração de proteína. Investigações revelam que cada tipo de proteína se comporta de uma forma diferente em relação à sensibilidade ao calor devido às propriedades moleculares das mesmas, o que influencia a sua tendência natural para precipitar, mostrando desta forma que apenas uma parte das proteínas são responsáveis pela instabilidade (BATISTA et al., 2009).

As proteínas semelhantes a taumatinas (TLPs) e quitinases podem sofrer alterações na sua integridade estrutural sob certas condições, contudo nas mesmas condições ambas reagem de formas diferentes. Em termos de comparação, nas mesmas condições, as quitinases são mais instáveis ao calor e mais propensas a agregar do que as TLPs (FALCONER et al., 2010), visto que se desdobram a uma temperatura mais baixa que as TLPs, a 55 e 62 °C, respectivamente (VAN SLUYTER et al., 2015). Além disso, as quitinases uma vez desdobradas pelo calor não recuperaram a sua estrutura original após arrefecimento, ao contrário de algumas isoformas de TLPs (MARANGON et al., 2014). Este desdobramento irreversível (desnaturação) mostrou conduzir à agregação de proteínas e subsequente precipitação de quitinases e das isoformas de TLPs que desnaturam (VAN SLUYTER et al., 2015). Alguns estudos também relatam a alta sensibilidade ao calor das β -glucanases, no entanto esta última classe de proteína nem sempre é encontrada em vinhos brancos (POCOCK; RANKINE, 1973)

A formação de turvação nos vinhos tem sido descrita como um processo multifatorial, e além das proteínas, alguns fatores não proteicos contribuintes têm sido propostos, como por exemplo, alguns minerais, oligoelementos, polifenóis, polissacáridos e sulfitos, bem como diferentes condições ambientais, nomeadamente pH, teor alcoólico, temperatura e força iônica (BATISTA et al., 2009).

Chagas et al. (2016), identificaram o dióxido de enxofre adicionado durante o processo de vinificação como um modulador no aparecimento de turvação, visto que a adição de dióxido de enxofre em concentrações crescentes à proteína de vinho isolada, em solução modelo de vinho, desencadeou agregação proteica proporcional e turvação da solução por aquecimento.

Em contrapartida, acredita-se que polissacarídeos de alto peso molecular, como as manoproteínas, têm função protetora na formação de turvação (JAECKELS et al., 2016).

1.6.2 Estabilidade tartárica

A instabilidade tartárica é um sério problema enológico nos vinhos engarrafados, visto que esta instabilidade pode causar a formação de precipitados no fundo da garrafa (MALACARNE et al., 2013). Embora o aparecimento desses cristais em garrafas de vinho seja um processo natural, que não afeta nem o sabor nem o odor, é considerado indesejável tanto pelos consumidores como pelos produtores, por afetar a qualidade visual (ARTIGAS et al., 2003).

Uma causa frequente da perda de estabilidade de um vinho é a formação de sais cristalinos provenientes do ácido tartárico, que na presença de cátions K^+ e Ca^{2+} podem surgir na forma de bitartarato de potássio (THK), tartarato de potássio (TK_2), tartarato de cálcio (TCa) e ainda na forma de tartromalato de cálcio (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). No entanto, o bitartarato de potássio e, em menor grau, o tartarato de cálcio, são a causa mais comum desta instabilidade (LASANTA; GÓMEZ, 2012).

O hidrogenotartarato de potássio (THK), geralmente conhecido como bitartarato de potássio é um constituinte natural da uva. A fermentação alcoólica durante a produção de vinho leva a uma diminuição na solubilidade deste sal devido à presença de etanol (GONÇALVES et al., 2003), pois enquanto o bitartarato de potássio é muito solúvel em água, é relativamente insolúvel em álcool. Assim, numa solução alcoólica diluída a 10 % v/v e a 20 °C, a sua solubilidade é de apenas 2,9 g L⁻¹. Como a concentração de potássio no vinho é geralmente tão elevada como 780 mg L⁻¹, isto é, 3,76 g L⁻¹ de THK, a concentração do sal é superior à sua solubilidade, o que leva a que uma parte fique solúvel e a restante precipitável (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Assim, a formação dos cristais envolve três fases: a fase de sobressaturação, fase de nucleação e a fase de crescimento (SALGUES et al., 1982).

A fase de sobressaturação, ocorre quando o produto de concentrações ultrapassa o valor do produto de solubilidade, passando a existir assim uma solução sobressaturada onde ocorre a precipitação de cristais. Contudo a sobressaturação é necessária, mas não suficiente para a ocorrência de fenômenos de nucleação e cristalização espontânea, sendo precisa também energia. A fase de nucleação consiste na formação de um pequeno cristal, conhecido como núcleo, numa fase líquida, que corresponde à criação de uma interface entre estas duas fases.

Isto requer uma grande quantidade de energia, conhecida como energia superficial interfacial (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Em sobressaturações típicas do vinho, a precipitação é induzida por nucleação heterogénea (MCKINNON et al., 1994).

A fase de crescimento, como o nome indica, é a fase em que após a formação de núcleos estáveis, os cristais se desenvolvem por ligação de íons potássio e bitartarato de potássio, nos pontos ativos das superfícies dos núcleos de cristalização já formados (BOULTON, 1982). Os principais fatores que influenciam a cinética de cristalização do bitartarato de potássio (THK) no vinho são o teor alcoólico, a temperatura, o pH e a matéria coloidal embora a força iônica também tenha um papel significativo (MALACARNE et al., 2013).

O teor de álcool presente no vinho é um fator condicionante na formação de bitartarato de potássio, pois estas duas variáveis são inversamente proporcionais, ou seja, à medida que o teor alcoólico aumenta, a solubilidade do bitartarato de potássio (THK) diminui (RATSIMBA et al., 1989). Desta forma, o teor de álcool no vinho aumenta durante a fermentação alcoólica o que provoca assim uma diminuição da solubilidade do bitartarato de potássio.

As temperaturas de armazenamento podem também ser decisivas no desencadeamento da cristalização do bitartarato, dado que a taxa de precipitação é maior quando o vinho é submetido a baixas temperaturas (ZOECKLEIN, 1988; RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Um vinho sobressaturado será muito mais sensível a uma diminuição da temperatura, levando à precipitação do bitartarato de potássio (LUBBERS et al., 1993).

A taxa e a extensão da precipitação também dependem do pH inicial do vinho (MCKINNON et al., 1994). Contudo, também coexistem no vinho diferentes equilíbrios relacionados com a dissociação do ácido tartárico (TH₂) e a precipitação do bitartarato de potássio (THK) e do tartarato de cálcio (TCa), equilíbrios esses que dependem do pH (LASANTA; GÓMEZ, 2012). Por exemplo, a percentagem de tartarato presente na forma de bitartarato de potássio (THK) é máxima a pH 3,7 que, em conjunto com outros fatores referidos anteriormente, faz com que a precipitação seja maior neste ponto (ZOECKLEIN, 1988).

Assim, qualquer tratamento a que vinho seja sujeito, que cause alterações no pH, tais como a ocorrência de uma fermentação malolática pode provocar a precipitação de bitartarato. Esta é a principal razão pela qual a estabilidade do bitartarato de potássio deve ser verificada após o armazenamento, imediatamente antes do engarrafamento (ZOECKLEIN, 1988).

A presença de determinadas macromoléculas no vinho pode também inibir o crescimento de núcleos e a consequente cristalização do THK. Estas macromoléculas, conhecidas como "colóides protetores", incluem taninos condensados e proteínas, e também glícidos poliméricos, tais como pectinas e gomas, isto é, polissacáridos neutros. Além destas

macromoléculas químicas, existem também polímeros mais complexos que podem ser responsáveis pela inibição da cristalização, como glicoproteínas, como por exemplo, manoproteínas provenientes de leveduras (LUBBERS et al., 1993).

O tartarato de cálcio (TCa) é um sal relativamente insolúvel, dez vezes menos solúvel do que o bitartarato de potássio. A estabilização dos vinhos para evitar a precipitação do tartarato de cálcio não é um processo fácil, pois a cristalização do bitartarato de potássio não induz a do tartarato de cálcio, pelo contrário, a cristalização do TCa pode induzir a do THK. Além disso, a prevenção da precipitação de tartarato de cálcio é ainda mais complicada pelo fato de a solubilidade de TCa não ser muito sensível à temperatura. Embora a cinética de cristalização do TCa seja maior que a da THK, o tempo necessário para a nucleação espontânea do TCa é muito maior. Portanto, isto leva a que a precipitação de tartarato de cálcio geralmente ocorra no vinho após vários anos de envelhecimento (RIBÉREAU-GAYON et al. 2006).

De forma a combater estas precipitações tartáricas, foram desenvolvidas diversas técnicas que são aplicadas atualmente durante o processo de vinificação para evitar a formação destes depósitos, reduzindo assim a concentração de potássio e ácido tartárico nos vinhos (BOSSO et al., 2015).

1.7 CLARIFICAÇÃO DE VINHOS BRANCOS

As operações de clarificação permitem alcançar limpidez e brilho, importantes aspectos para os vinhos brancos, pois a primeira impressão visual afeta fortemente toda a percepção da qualidade do vinho. Névoas e sedimentos, mesmo quando não afetam o paladar, têm um impacto negativo: a maioria dos consumidores rejeita o produto. A clarificação também contribui para diminuir populações de microrganismos. Tratamentos de estabilização são necessários para preservar as características e a qualidade dos vinhos desde o engarrafamento até o consumo, independentemente das condições de transporte e armazenamento. Eles têm objetivos diferentes: evitar a formação de neblinas ou depósitos em vinhos engarrafados e, assim, preservar a limpidez e impedir alterações qualitativas de sabor ou cor relacionadas à deterioração por microrganismos ou a alterações químicas negativas (VERNHET, 2019).

O vinho pode ser considerado como um meio hidroalcoólico, onde determinadas substâncias se encontram em forma de solução verdadeira, e outras sobre forma de dispersão coloidal, de tal forma que seu grau de limpidez é condicionado pela sua composição e por uma possível insolubilização de determinadas substâncias, bem como por potenciais

desenvolvimentos microbianos que ocorrem no vinho, exercendo então, os fenômenos coloidais, um importante papel na estabilidade ou instabilidade da turbidez, e assim no aspecto visual do vinho (TOGORES, 2011).

A limpidez e estabilidade podem ser obtidas através de agentes clarificantes, uma prática enológica amplamente empregada (TSCHIERSCH et al., 2010). O termo clarificação em enologia é definido como a operação que consiste na adição ao mosto ou vinho de determinadas substâncias (chamadas clarificantes ou colas) que são capazes de flocular e sedimentar, arrastando desta forma as partículas que estão em suspensão (TOGORES, 2011; ÚBEDA, 2000).

O processo de clarificação consiste na incorporação de uma substância capaz de induzir a floculação e arrastar consigo todas as partículas grandes em suspensão, em vinhos turvos ou com instabilidade coloidal de forma que, quaisquer que sejam as condições de armazenamento, os vinhos permaneçam estabilizados (BRÁS, 2016). Esse processo quando bem conduzido, e utilizando produtos de boa qualidade, suficientemente puros, em doses adequadas, não modifica as qualidades organolépticas dos vinhos, pelo contrário pode melhorá-los (ÚBEDA, 2000).

A clarificação pode ser realizada através de processo dinâmico, como por exemplo, a centrifugação e a filtração a vácuo, ou de maneira estática sob temperatura controlada. De acordo com pesquisas, a clarificação dinâmica do mosto induz a maior perda de substâncias insolúveis no meio o que acarreta em vinhos com menor concentração de compostos aromáticos (FERRANDO; GÜELL; LÓPEZ, 1998; MOIO et al., 2004). Assim, dentre todas as técnicas, a clarificação estática é a mais utilizada (LOSADA et al., 2011; VALDÉS et al., 2011), onde o mosto é mantido a uma temperatura de refrigeração (4 °C) durante todo o processo.

Como se sabe, os vinhos depois de um certo tempo tem tendência a clarificar espontaneamente, por ação da queda das partículas em suspensão e precipitações químicas ou físico-químicas. Mas esse processo é insuficiente e requer vários anos para que provavelmente o vinho alcance uma boa limpidez e estabilidade desejada. Em consequência, a limpidez e estabilidade dos vinhos não é uma simples questão de repouso e trafegas. É necessário intervir com o conhecimento das causas que dão origem aos fenômenos de turvamento e/ou precipitação com os meios mais adequados. O primeiro tratamento que recebe o vinho, uma vez terminada sua fermentação é a trasfega e a clarificação (ÚBEDA, 2000).

Os agentes de clarificantes ou colas são normalmente misturas de proteínas desnaturadas que precipitam, dependendo de diferentes fatores, como os taninos, cátions, temperatura, colóides protetores ou devido a acidez (possibilidade de sobrecolagem). Entre eles temos: gelatina, albumina, caseína e cola de peixe. Podem também ser de origem mineral e flocular

em contato com os cátions do vinho, como o caso da bentonite; ou também de origem sintética, como é o caso do polivinilpolipirrolidona (PVPP). Comportam-se de maneira diferente dependendo da composição, origem e modo de preparação, sendo desta forma indispensável conhecer as suas características para entender os mecanismos de clarificação para se obter os objetivos propostos (BRÁS, 2016).

1.7.1 Agentes de clarificação

Tradicionalmente, os produtos utilizados para a clarificação são proteínas de origem animal: albumina de ovo, albumina de sangue, caseína (leite), ictiocola e gelatinas (colágeno). Vários produtos inorgânicos (bentonite, sílica) e sintéticos (PVPP) também são utilizados na clarificação e estabilização. Todo produto utilizado na clarificação de proteínas tem uma ação específica, de acordo com sua origem e, portanto, sua composição (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

1.7.1.1 Gelatina

As gelatinas são produzidas pela quase completa hidrólise de colágeno de peles de porco e ossos de animais. São obtidas por cozimento prolongado em autoclave de substâncias colágenas: ossos, cartilagens e peles e a fonte alternativa é a pele de peixes marinhos. Seus principais componentes são: glicina, prolina, hidroxiprolina e ácido glutâmico. A produção industrial data do início do século XVIII e vários tipos diferentes estão agora disponíveis, produzidos por hidrólise ácida, alcalina e enzimática. Estas gelatinas industriais são classificadas de acordo com poder gelificante (entre 50 e 300 unidades Bloom) e solubilidade (RIBÉREAU GAYON et al., 2006; VENTURINI, 2010; KARIM; BHAT, 2009; LV et al., 2019).

Durante o processamento de vinhos, a gelatina ajuda na clarificação através da formação de flocos nos líquidos. O ponto isoelétrico da gelatina é pH 4,7 e, portanto, carrega carga positiva no vinho e, assim, atrai as substâncias fenólicas carregadas negativamente e partículas, o que causa a neutralização e resolução de flocos pesados. Esses flocos pesados são posteriormente removidos por sedimentação, centrifugação ou qualquer outra técnica de filtração (MORRIS; MAIN, 1996).

A reação primária que ocorre com a gelatina é uma formação complexa entre polifenóis no vinho e a proteína da gelatina para obter o precipitado flocular desejado. A segunda reação, menos compreendida, mas igualmente importante, é a formação complexa entre as proteínas

naturais do vinho e a proteína adicionada, isto é, gelatina (MARCHAL; WATERS, 2002.).

Toda clarificação com proteínas leva consigo uma modificação química do vinho com diminuição dos compostos fenólicos, matéria corante, extrato seco e cinzas (ÚBEDA, 2000). Segundo Strohm et al. (1987) a gelatina em baixas concentrações leva a perdas significativas de proantocianidinas. A partir de 50g hL^{-1} , toda nova adição de gelatina não há mais precipitação de proancianidinas. O percentual de perda permanece constante. Pelo contrário, o efeito pode ser revertido, podendo alcançar no vinho tratado a concentração inicial de proantocianidinas (ÚBEDA, 2000).

1.7.1.2 Bentonite

Atualmente, a maneira mais eficaz de prevenir o aparecimento de turvação nos vinhos brancos e rosados é o tratamento com bentonite (MIERCZYNSKA-VASILEV et al., 2017). Este tratamento que tem por base a troca catiônica, tem sido o mais amplamente utilizado na enologia desde a década de 1930 (SAYWELL, 1934).

Bentonites são silicatos de alumínio hidratados, consistindo principalmente de montmorilonitas com fórmulas simplificadas ($\text{Al}_2\text{O}_3, 4\text{SiO}_2, n\text{H}_2\text{O}$). Além disso, bentonites contêm cátions trocáveis ($\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$) que desempenham um papel importante em suas propriedades (RIBÉREAU-GAYON et al., 1977). A montmorilonita é estruturada em flocos separados (MAUJEAN, 1993), distinguindo-a da caulinita mais compacta, e também conferindo-lhe propriedades coloidais notáveis. A montmorilonita, que incha consideravelmente em meio aquoso, tem uma grande superfície de adsorção e uma forte carga negativa (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A bentonite é uma argila carregada negativamente no pH do vinho, que interage electrostaticamente com as proteínas carregadas positivamente, ligando-se a elas e induzindo a sua floculação, arrastando estas para o fundo dos depósitos (LAMBRI et al., 2012). Este agente clarificante é composto principalmente por cerca de 75% de montmorilonita. A montmorilonita (MMT) possui uma estrutura multicamada de plaquetas formadoras de hidrosilicato de alumínio (MIERCZYNSKA-VASILEV et al., 2017).

A bentonite de sódio tem uma alta capacidade de adsorção de proteínas e também é relativamente inerte quimicamente. Pode liberar algumas dezenas de mg L^{-1} de Na^+ , mas isso não tem nenhum impacto organoléptico, pelo menos em doses moderadas. Todos os vinhos brancos contêm proteínas da uva naturalmente, que pode causar turvação e depósito se eles flocularem. Existem testes para prever a instabilidade e definir se o tratamento é necessário.

Bentonite é o tratamento mais amplamente utilizado para eliminar excesso de proteínas em mostos e vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A bentonite também atrai outras cargas positivas, tais como antocianinas, compostos fenólicos e nitrogenados. Esse agente clarificante também pode adsorver, indiretamente, alguns componentes fenólicos através da ligação com proteínas que foram complexadas com os compostos fenólicos. Ela é conhecida por afetar a cor de vinhos tintos e pode levar a mais de 15% na remoção da cor (ZOECLKEIN, 2001). A bentonite também adsorve a maior parte das polifenoxidasas (lacase e tirosinase) presentes sobretudo nas uvas deterioradas, permitindo trabalhar com doses mais baixas de SO₂. Ela também diminui o teor de aminoácidos não nobres, responsáveis por gostos desagradáveis (VENTURINI, 2010).

A forte carga elétrica negativa da bentonite e sua distribuição superficial exercem uma importante ação sobre as proteínas do vinho. A presença de cargas positivas nas proteínas dissolvidas no vinho torna possível a sua floculação pela bentonite. Neste caso, o pH desempenha um importante papel e seu valor explica a causa do tratamento estabilizante dos vinhos e sucos serem mais eficazes do que em outras bebidas, como a cerveja (ÚBEDA, 2000).

Tendo em vista o envolvimento de um suporte de proteína na floculação do colóide que ocorre na casse de cobre do vinho branco, a bentonite pode ser usada para tratar esse problema, desde que a concentração de cobre não exceda 1 mg L⁻¹. O mesmo não acontece com a casse fêrrica, pois as proteínas não estão envolvidas, então a bentonite é ineficaz (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Daudt e Durante (1986), adicionaram bentonite em mostos de vinhos brancos logo após a multiplicação de leveduras e início da fermentação, observando uma limpeza do vinho final. A bentonite ajudou na precipitação das proteínas e leveduras logo após o término da fermentação, obtendo a limpeza rapidamente. Ribéreau-Gayon et al. (1999) afirmaram que o único tratamento eficaz para evitar a complexação proteica é o tratamento com bentonite. No entanto, a utilização de bentonite para eliminar esse risco pode gerar uma perda de aromas (LEDOUX; DUBORDIEU, 1994). Segundo Venturini (2010), é melhor adicionar a bentonite no mosto para extrair as proteínas do que no vinho, uma vez que no mosto ainda não estão formados os compostos voláteis que têm origem na fermentação.

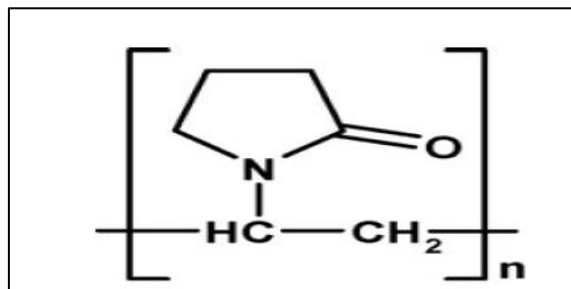
1.7.1.3 Polivilpolipirrolidona (PVPP)

A polivinilpolipirrolidona (Figura 7) tem origem na polimerização da vinilpirrolidona, sendo o produto obtido, formado por macromoléculas em rede. É admitida a adição de PVPP ao vinho, em dose não superior a 80 g hL^{-1} , com o objetivo, explicitamente referido de diminuir o teor de taninos e outros polifenóis, a fim de evitar o seu acastanhamento, reduzir sua adstringência e, mesmo, ajustar a cor dos vinhos brancos (CURVELA-GARCIA, 2005).

De acordo com Rojas-Garcez (1996), o PVPP vem despertando grande interesse na indústria vinícola por sua inatividade química com o vinho e sua seletividade na eliminação dos compostos fenólicos.

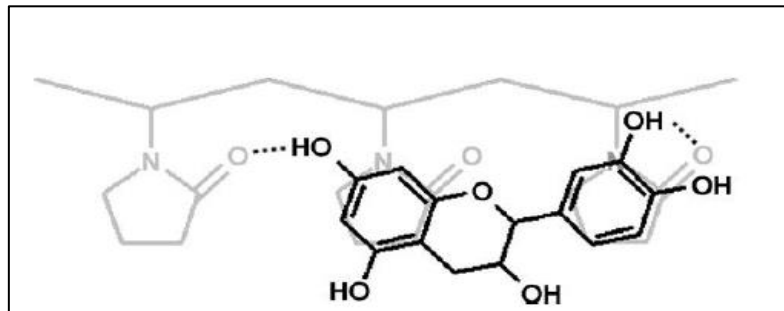
O PVPP é comumente utilizado em bebidas para remoção dos polifenólicos a fim de evitar a formação de turbidez na bebida. Este adsorvente é bioquimicamente inerte e não se tem conhecimento de perigos associados. A adsorção de polifenóis por PVPP é através de hidrogênio, vínculo entre o doador de prótons do polifenol e grupo carbonila de PVPP, juntamente com sobreposição (elétrons deslocalizados), interações polares e hidrofóbicas entre o anel aromático do polifenol e o anel de PVPP (LABORDE, 2006), como demonstrado na Figura 8. A insolubilidade do PVPP em água é a razão mais importante para a sua aceitação na indústria de bebidas (MAGALHÃES et al., 2010).

Figura 7. Estrutura química do PVPP



Fonte: MAGALHÃES et al., 2010.

Figura 8. Adsorção de catequinas por PVPP através de pontes de hidrogênio.



Fonte: MAGALHÃES et al., 2010.

O PVPP pode ser empregado antes, durante ou após a fermentação alcoólica. Empregando o PVPP antes ou durante a fermentação, previne o acastanhamento dos vinhos brancos ao atuar seletivamente sobre os ácidos fenólicos, as catequinas polimerizadas e as proantocianidinas não polimerizadas. Determinados compostos fenólicos dos vinhos sofrem oxidações enzimáticas dando lugar a quinonas, compostos altamente reativos, e a aplicação do PVPP pode eliminar, nos vinhos brancos, os produtos da oxidação dos polifenóis e os pigmentos castanhos formados (ÚBEDA, 2000).

1.8 INFLUÊNCIA DA CLARIFICAÇÃO NA QUALIDADE SENSORIAL DO VINHO BRANCO.

Durante o processo de vinificação de vinhos brancos (fermentação da fase líquida, sem contato com as cascas), a fração sólida desempenha importante papel no processo de fermentação. Esta fração é composta principalmente por substâncias sólidas, que são mantidas na parte líquida após a prensagem das uvas, contendo compostos nitrogenados, polissacarídeos e lipídeos (UGLIANO; HENSCHKE, 2009). Estes compostos são normalmente eliminados antes da fermentação alcoólica em diferentes concentrações durante o processo de clarificação do mosto, com o objetivo de aumentar a qualidade dos vinhos (RIBEREAU-GAYON; LAFON-LAFOURCADE; BERTRAND, 1975).

A clarificação do mosto é uma etapa pré-fermentativa que tem como principal função precipitar os compostos insolúveis presentes no meio. Agentes clarificantes são adicionados neste processo para aumentar a eficiência da clarificação. Dentre os compostos eliminados com

a clarificação estão os compostos nitrogenados, importantes nutrientes para as leveduras durante a fermentação, os quais influenciam a composição final do vinho (BURIN et al., 2014).

Para um adequado desenvolvimento da fermentação alcoólica é requerido que os mostos apresentem determinada quantidade de compostos nitrogenados, o que possibilita uma rápida multiplicação das leveduras logo no início da fermentação, estimulando as leveduras a sintetizar os compostos presentes no vinho. Alterações no teor e na composição nitrogenada do mosto exercem impacto, tanto positivo como negativo, na composição volátil e não volátil do vinho (BELL; HENSCHKE, 2005).

Insuficiente concentração de compostos nitrogenados no mosto resulta na diminuição da produção de biomassa e conseqüentemente em taxas fermentativas mais lentas podendo originar fermentações incompletas, e vinhos com menor concentração de aromas varietais, que muitas vezes são mascarados pelos produtos da fermentação. Por outro lado, mostos com alta concentração de nitrogênio podem originar vinhos com predomínio de aromas herbáceos e até o desenvolvimento de aromas indesejáveis denominados de *off flavours* (RIBÉREAU-GAYON; LAFON-LAFOURCADE; BERTRAND, 1975; ANCÍN; AYESTARAN; GARRIDO, 1996; BELL; HENSCHKE, 2005).

Os compostos fenólicos são importantes constituintes das uvas e dos vinhos. Estão relacionados com as propriedades sensoriais, incluindo cor, sabor e sensações gustativas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006) como também contribuem para a atividade antioxidante, sendo responsáveis por diversos efeitos benéficos à saúde (GRIS et al., 2011). A concentração dos polifenóis no vinho depende de vários fatores relacionados ao local de produção, à variedade de uva, como também das técnicas de vinificação empregadas. Uma das etapas essenciais na vinificação de variedades de uvas brancas é a clarificação do mosto que reflete na qualidade final do vinho (CHEYNIER; SILVA, 1991; GÓMEZ-MÍGUEZ et al., 2007).

Algumas partículas em suspensão presentes no vinho são capazes de formar uma turvação que afeta não só a sua aparência como também o seu sabor. Esta turvação pode ser removida através de uma clarificação, que promove a precipitação de alguns dos polifenóis do vinho mais reativos ou instáveis. Os três principais mecanismos responsáveis pela eliminação de polifenóis do vinho de natureza coloidal são as interações eletrostáticas, a formação de ligações químicas e fenômenos de absorção/adsorção, todos eles potenciados pela adição de agentes clarificantes. Este processo de clarificação ocorre devido à capacidade de interação polifenol-proteína que leva à formação de agregados insolúveis, permitindo a obtenção de vinhos mais límpidos e estáveis num curto período de tempo (GRANATO et al, 2014; MARTÍNEZ-LAPUENTE et al, 2017).

A remoção de alguns polifenóis pode resultar em uma melhoria significativa das características organolépticas dos vinhos ou até mesmo resultar numa perda de qualidade dos mesmos caso os polifenóis sejam excessivamente removidos. Flavanóis monoméricos, bem como procianidinas diméricas e triméricas não são afetadas pelo processo de clarificação. A clarificação elimina as moléculas de tanino que reagem mais prontamente com proteínas e são os mais agressivo do ponto de vista organoléptico. A clarificação também remove moléculas que contribuem para a impressão de corpo e volume no palato. A presença de complexos solúveis após a clarificação corresponde a uma desativação dos taninos e é benéfico para a qualidade. Deve-se realizar testes preliminares com diferentes doses de vários agentes clarificantes antes da clarificação em escala real (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Segundo Lubbers et al. (1993), as perdas de compostos voláteis durante a clarificação são relativamente limitadas e quase imperceptíveis. Eles dependem do vinho, do tipo de agente clarificante e a dose usada. Cada agente tem uma particular afinidade para certos compostos aromáticos. Pode também ter um efeito indireto, ao fixar substâncias que atuam como suportes para compostos aromáticos: β -ionona, octanoato de etila. A clarificação pode causar uma diminuição perceptível na intensidade aromática, mas isso é compensado por maior finesse. De acordo com Siegrist (1996), variações em compostos voláteis devido à clarificação são na ordem de 8% para gelatina e albumina de ovo e 11% para albumina sanguínea.

Balík et al. (2008) avaliaram o efeito da clarificação do mosto de variedades de uvas brancas Neuburger, Gruner Veltliner, Welschrieslinge Palava, adicionado de diferentes concentrações de gelatina quanto ao teor de polifenóis totais, ácido gálico, catequina, ácido caftárico e de *trans*-resveratrol glicosilado. Os autores observaram que somente para polifenóis totais houve uma relação inversa entre a concentração e a dose do agente clarificante utilizada (BALÍK et al., 2008). Escassos estudos são apresentados na literatura sobre a influência dos tratamentos pré- fermentativos, como a clarificação do mosto, no perfil de compostos fenólicos. No entanto, a maior parte das pesquisas que são realizadas com agentes clarificantes, avaliam o efeito destes agentes quando adicionados diretamente no vinho após a fermentação alcoólica.

Pesquisadores demonstraram que a adição de agentes clarificantes em vinhos brancos e tintos no final da fermentação alcoólica induz a uma diminuição no conteúdo fenólico e na coloração dos vinhos tintos (SIMS; EASTRIDGE; BATES, 1995; CASTILLO-SÁNCHEZ et al., 2008). Villaño et al. (2006) demonstraram que diferentes processos de clarificação do vinho não afetaram significativamente a composição fenólica dos vinhos brancos da variedade Palomino.

1.9 ANÁLISE SENSORIAL

A Associação Brasileira de Normas Técnicas define análise sensorial como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993).

Considerada um importante instrumento de feedback para as indústrias alimentícias, a análise sensorial torna possível o acesso a valiosas informações, tais como: características e aceitação mercadológica de um determinado produto. Com o passar do tempo, os testes sensoriais deixaram de ser exceção e se tornaram regra, pois o setor de alimentos sempre se preocupou com a qualidade sensorial de seus produtos, todavia o que antigamente era na maioria das vezes definido pelo dono ou encarregado da indústria (qualidade sensorial do produto), hoje é conduzido por uma banca de provadores (BEHRENS, 2010).

A análise sensorial é considerada uma análise subjetiva, uma vez que depende do julgamento de humanos por meio dos órgãos do sentido, sendo influenciada pela experiência e capacidade do julgador; além de fatores externos, como o local da análise, estado emocional e de saúde do julgador e condições e formas de apresentação da amostra-teste, dentre outros. Contudo, a utilização correta da tecnologia sensorial disponível leva à obtenção de resultados reprodutíveis, com precisão e exatidão comparáveis às dos métodos denominados objetivos (CHAVES; SPROESSER, 2006).

1.9.1 Check-all-that-apply (CATA)

A análise sensorial descritiva é uma das ferramentas mais poderosas, sofisticadas e amplamente utilizadas na ciência sensorial. A sua aplicação tem crescido continuamente no final do século XX e no início do XXI. Essa metodologia permite mensurar a reação sensorial aos estímulos decorrentes do consumo de um produto, fornecendo uma descrição dos aspectos qualitativos e quantitativos da percepção humana, e permitindo correlações com outros parâmetros (LAWLESS; HEYMANN, 2010; MOUSSAOUI; VARELA, 2010 ; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001; STONE; SIDEL, 2004).

A descrição sensorial de vinho não é uma tarefa fácil ou consensual, mesmo quando se empregam métodos amplamente aceitos. A diferença de sensibilidades e gostos, além do nível de especialização, podem ser razões suficientes para explicar por que o mesmo vinho pode ser avaliado de forma muito diferente mesmo por especialistas. A análise descritiva convencional

é o método mais amplamente utilizado para estabelecer diferenças quantitativas e qualitativas entre amostras de vinho e obter seus perfis sensoriais (LOUREIRO et al., 2016).

Os métodos descritivos de avaliação com consumidores sem nenhum treinamento fazem parte de uma nova proposta de análise sensorial, cujo objetivo é reduzir os custos do teste sensorial e o tempo para obtenção dos resultados, bem como a identificação de fatores que não são tradicionalmente detectados nas avaliações descritivas, como aceitabilidade, preferência, emoção, satisfação e intenção de compra, denominadas características afetivas. Dentre esses métodos ditos rápidos, têm-se o *Check-All-That-Apply* (CATA) (MINIM; SILVA, 2016).

O uso de testes *Check-All-That-Apply* (CATA) para caracterizações sensoriais foi utilizado por Adams, Williams, Lancaster e Foley (2007) e desde então vem sendo utilizado em inúmeras aplicações. Aos participantes é apresentado um produto para ser analisado e uma lista de descritores a serem avaliados. Os participantes devem provar o produto e selecionar quais os atributos descrevem as suas características, não existindo limite de descritores a serem marcados. Os estudos classificam os testes como rápidos, simples e um método confiável para reunir informações sobre a percepção dos consumidores em relação às características sensoriais dos produtos de natureza alimentar comparado com as mesmas informações obtidas através dos clássicos testes descritivos realizados com consumidores treinados (ARES et al., 2014).

Para a realização do questionário CATA, são necessárias três etapas principais: a) levantamento consensual dos descritores; b) elaboração do questionário CATA; c) avaliação de amostras com consumidores (RASINSKI; MINGAY; BRADBURN, 1994). A pesquisa de atributos sensoriais descritivos pode ser gerada por um painel de avaliadores treinados ou eles podem ser selecionados considerando resultados de grupos de foco anteriores ou de uma lista anterior de quantitativos estudos do consumidor (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

O questionário CATA foi utilizado por Ares et al. (2017) para identificar como os produtos diferem do produto ideal esperado pelos consumidores, incluindo termos no questionário CATA com conotações de intensidade hedônica (por exemplo, não muito doce, muito doce) e aplicando o questionário CATA para caracterizar produtos experientes e ideais (ou idealizados) produtos. A seleção dos descritores e a quantidade de termos que farão parte do questionário CATA são pontos fundamentais e incluem os principais desafios da metodologia.

A caracterização sensorial por meio do questionário CATA utiliza um número de amostras de 1 a 12, dependendo da finalidade específica do estudo e das características sensoriais das amostras (ARES, 2015). No entanto, a fadiga sensorial deve ser levada em consideração. As amostras são apresentadas em sequência monádica, codificadas com números

aleatórios de três dígitos, seguindo uma ordem de randomização balanceada para evitar influência da ordem das amostras (TIEPO et al., 2020).

O formulário de avaliação deve considerar o número de consumidores no estudo, sendo o padrão do número do consumidor para a caracterização sensorial do produto usando o questionário CATA normalmente de 50 a 100 (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010; ARES et al. 2010; PLAETHN, 2012).

Ares et al. (2014a, 2014b) avaliaram a influência do número do consumidor na estabilidade de amostras e configurações de descritores obtidas usando CATA. Os resultados sugeriram que trabalhando com amostras notavelmente diferentes, 60-80 consumidores pode ser considerado um número adequado para obter resultados estatísticos reproduzíveis. No entanto, ainda são necessários estudos para avaliar como o grau de diferença entre as amostras afeta o número mínimo de consumidores necessários para atingir configurações estáveis na análise estatística. Além disso, o número necessário de consumidores pode mudar dependendo do tamanho das diferenças entre as amostras, aumentando se as diferenças da amostra forem pequenas (ARES, 2015).

Os dados do questionário CATA consistem em dados binários, cuja unidade pode assumir apenas dois estados possíveis (tradicionalmente rotulados como 0 e 1) indicando se cada consumidor selecionou (1) ou não (0) um determinado termo para descrever cada uma das amostras incluídas no estudo (ARES, 2015). A relevância de cada termo incluído na questão do CATA para descrever cada amostra é determinada pelo cálculo da frequência de seleção. Os dados são frequentemente resumidos usando tabelas de contingência que contêm o número do consumidor que selecionou cada termo para descrever cada amostra. Os dados podem ser exibidos usando contagens ou porcentagens, mas o último é mais comum (MEYNER; CASTURA; CARR, 2013).

O questionário CATA é uma ferramenta simples e versátil para coletar informações sobre a percepção do consumidor em relação às características sensoriais e não sensoriais dos produtos (ALCANTARA; FREITAS-SÁ, 2018). Em comparação com outros métodos sensoriais, o CATA pode ser aplicado para reunir informações sobre as características sensoriais de pequenos conjuntos de amostras ou para avaliar grandes conjuntos de amostras em diferentes sessões devido ao fato da apresentação ser monádica (ARES, 2015). Outra vantagem do questionário CATA é que não requer processamento cognitivo profundo, o que o torna um método fácil e preferido de execução (JAEGER et al., 2013).

Uma das limitações do CATA é que ele não fornece informações quantitativas, apenas dados de frequência (quantas vezes um termo foi escolhido pelos avaliadores) que são respostas

binárias (1/0), o que pode levar a menos dados analíticos, não permitindo uma medição da intensidade dos atributos sensoriais avaliados, o que dificulta descrições detalhadas e discriminação do produto principalmente quando as amostras apresentam diferenças sutis em termos de seus atributos sensoriais característicos (VARELA; ARES, 2012; DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010; ARES; JAEGER, 2015; ANTÚNEZ et al., 2017; VIDAL et al., 2018).

1.9.2 Teste de aceitação

Os testes afetivos têm como principal função medir atitudes subjetivas, como aceitação ou preferência dos produtos, de forma individual ou em relação a outros produtos, por consumidores ou potenciais consumidores do produto (CHAVES; SPROESSER, 1999; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006). Nesses testes, os julgadores expressam seu estado emocional por um ou mais produtos. Esses julgadores não precisam ser treinados, bastando apenas serem consumidores frequentes do produto em avaliação (BRASIL, 2005).

Também utilizados para avaliar a manutenção das características de um produto, melhora/otimização de produtos, desenvolvimento de novos produtos e avaliação de mercado potencial, os testes afetivos podem ser classificados em duas categorias: de preferência (escolha) e de aceitação (categoria). O teste de aceitação é realizado para avaliar o quanto o consumidor gosta ou desgosta do produto. A partir dos resultados do teste de aceitação é possível inferir a preferência, ou seja, a amostra de maior pontuação pode ser considerada como a preferida (BRASIL, 2005; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006).

Método mais utilizado em testes sensoriais afetivos, devido ao caráter informativo dos seus resultados. Com os dados obtidos pelo teste de aceitação por escala hedônica, é possível calcular a média e a magnitude da diferença em aceitação entre produtos, construir a distribuição de frequência dos valores hedônicos, na forma de histogramas, e verificar possíveis segmentações de opinião dos consumidores (STONE; SIDEL, 1992). Nesse teste, o provador expressa o grau de gostar ou desgostar de um determinado produto, de forma globalizada, ou em relação a um atributo específico. As escalas mais empregadas para os testes de aceitação são as escalas de intensidade, a hedônica, do ideal e de atitude ou de intenção. Estruturadas ou não (termos definidos situados ou não), as escalas mais usuais são as estruturadas de 7 e 9 pontos, sendo essencial o equilíbrio das escalas de categorias para o gostar e desgostar (BRASIL, 2005).

REFERÊNCIAS

ABE, L.T.; DA MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinífera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, p. 394-400, 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12806: análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, fev. 1993. 8 p.

ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. **Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks**. In: 7th Pangborn Sensory Science Symposium. Minneapolis, USA, 12– 16 August, 2007.

ALCANTARA, M. D.; FREITAS-SÁ, D. D. G. C. Rapid and versatile sensory descriptive methods—an updating of sensory science. **Brazilian Journal of Food Technology** **21**, e2016179, 2018.

ALEIXANDRE, M.; SANTOS, J. P.; SAYAGO, I.; CABELLOS, J. M.; ARROYO, T.; HORRILLO, M. C. A wireless and portable electronic nose to differentiate musts of different ripeness degree and grape varieties. **Sensors**, v. 15, n. 4, p. 8429-8443, 2015.

ALI, K. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. **Phytochemistry Reviews**, v. 9, n. 3, 2010.

ANCÍN, C.; AYESTARAN, B.; GARRIDO, J. Clarification by vacuum filtration of Grenache must. Utilization of free amino acids during fermentation and bottle-aging of wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.47, p.313-322, 1996.

ANTÚNEZ, L., VIDAL, L., SALDAMANDO, L., GIMÉNEZ, A., & ARES, G. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: case study with four sample sets of powdered drinks. **Food Quality and Preference** **56**, 149-163, 2017.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotecnologia Industrial – Biotecnologia na produção de alimentos**. V. 4. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

ARES, G.; DAUBER, C.; FERNANDEZ, E.; GIMENEZ, A.; VARELA, P. Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. **Food Quality and Preference** **32**: 65-76, 2014a.

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference** **21**: 417-426, 2010.

ARES, G.; ETCHEMENDY, E.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; JAEGER, S. R. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. **Food Quality and Preference** **32**, 210-220, 2014b.

ARES, G. ;TÁRREGA, A.; IZQUIERDO, L.; JAEGER, S. Investigation of the number of

Consumers Necessary to Obtain Stable and Descriptor Configurations from Check-all-that-apply (CATA) Questions. **Food Quality and Preference Journal**, v.31, p.135-141, 2014.

ARES, G. Methodological challenges in sensory characterization. **Current Opinion in Food Science** 3, 1-5, 2015.

ARES, G.; ANDRADE, J. C.; ANTÚNEZ, L.; ALCAIRE, F.; SWANEY-STUEVE, M., GORDON, S.; JAEGER, S. R. Hedonic product optimization: CATA questions as alternatives to JAR scales. **Food Quality and Preference** 55, 67-78, 2017.

ARES, G.; JAEGER, S. R. **Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome**. In: Delarue J, Lawlor B (eds) Rapid sensory profiling techniques. Woodhead Publishing, Cambridge. pp 227-245, 2015.

ARTIGAS, J.; JIMÉNEZ, C.; DOMÍNGUEZ, C.; MÍNGUEZ, S.; GONZALO, A.; ALONSO, J. Development of a multiparametric analyser based on ISFET sensors applied to process control in the wine industry. **Sensors and Actuators B: Chemical**, 89(1-2), 199-204., 2003.

AUBERT, C.; CHALOT, G. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). **Food chemistry**, 240, 524-533, 2018.

AZEVEDO, A.; VELLOSO, G. **Chandon: a crença no espumante brasileiro de qualidade**. Disponível em : < <https://www.artwine.com.br/edicoes/wine-style-6-chandon-a-crenca-no-espumante-brasileiro-de-qualidade.pdf> > Acesso em: Abr, 2020. Wine Style 6ªed., 2006.

BADERSCHNEIDER, B.; WINTERHALTER, P. Isolation and characterization of novel benzoates, cinnamates, flavonoids and lignans from Riesling wine and screening for antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, p.2788-2798, 2001.

BALÍK, J.; KYSELÁKOVÁ, M.; TRÍSKA, J.; VRCHOTOVÁ, N.; VEVERKA, J.; HÍC, P.; TOTUŠEK, J.; LEFNEROVÁ, D. The Changes of Selected Phenolic Substances in Wine Technology. **Czech Journal of Food Sciences**, v.2, S3-S12, 2008.

BARROS, A. P. A. **Influência da cepa de levedura na composição fenólica e aromática de vinhos da cv. Syrah no Vale do Submédio São Francisco**. 2013. 96f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

BATISTA, L.; MONTEIRO, S.; LOUREIRO, V. B.; TEIXEIRA, A. R.; FERREIRA, R. B. The complexity of protein haze formation in wines. **Food Chemistry**, 112(1), 169-177, 2009.

BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M. G.; BIANCHI, M. L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BELL, S.J.; HENSCHKE, P.A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.11, p.242-295, 2005.

BETÉS-SAURA, C.; ANDRÉS-LACUEVA.; LAMUELARAVENTÓS, R. M. Phenolics in white free run juices wines from Penedès by High-Performance Liquid Chromatography: Changes during vinification. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.3040-3046, 1996.

BEHRENS, J. H. **Fundamentos e técnicas em análise sensorial**. p. 1–37, 2010.

BOSSO, A.; PANERO, L.; PETROZZIELLO, M.; SOLLAZZO, M.; ASPROUDI, A.; MOTTA, S.; GUAITA, M. Use of polyaspartate as inhibitor of tartaric precipitations in wines. **Food chemistry**, 185, 1-6, 2015.

BOULTON, R. La cinétique de la précipitation du bitartrate de potassium des vins. **Revue Française D'oenologie**, 87, 97-100, 1982.

BOULTON, R.; SINGLETON, V.; BISSON, L.; KUNKEE, R. **Principles and Practices of Winemaking**. New York: Chapman & Hall. 636p., 2002.

BRÁS, J. C. **Estudo do efeito da aplicação de diferentes colas comerciais na composição polifenólica de vinhos do porto**. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Viticultura e Enologia, Lisboa, 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (1988). **Lei Nº 7.678, de 8 de novembro de 1988**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtosvegetal/legislaca1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/lei-no-7-678-de-8-de-novembro-de-1988.pdf>>. Acesso em: Março de 2020.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Portaria nº 299 de 17 de junho de 2010**.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1018 p., 2005.

BURIN, V. M. **Processo de clarificação do mosto: Influência na composição fenólica, nitrogenada e no perfil volátil de vinhos. Compostos heterocíclicos – N, S, O, glutationa e aminoácidos, contribuição para o 'bouquet'**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

BURIN, V. M.; COSTA, L. L. F.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Cabernet Sauvignon wines from two different clones, characterization and evolution during bottle ageing. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.1931-1938, 2011.

C.; FREITAS, V. A new class of blue anthocyanins-derived pigments isolated from red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.1919-1923, 2003.

CAMARGO, U. A.; PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C. Wine grape cultivars adaptation and selection for tropical regions. **Acta Horticulturae**, n. 910, p. 121-129, 2011.

CAMARGO, U.A.; Maia, J.D.M.; Ritschel, P.S. **Cultivares de videira para processamento**. p. 25-40. In: Silveira, S.M.; Hoffmann, A.; Garrido, L.R., eds. Produção integrada de uvas para processamento: implantação do vinhedo, cultivares e manejo da planta. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2015.

CANTOS, E.; GARCÍA-VIGUERA, C.; DE PASCUAL-TERESA, S.; TOMÁS-BARBERÁ, F.A. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv. Napoleon table grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.4606-4612, 2000.

CARBONNEAU, A.; DELOIRE, A.; JAILLARD, B. **Viticulture**. La vigne: physiologie, terroir, culture. Dunod: Paris, 441 p., 2007.

CARIDI, A. **Enological functions of parietal yeast mannoproteins**. Antonie Van Leeuwenhoek, 89 (3-4), 417-422, 2006.

CASTILHOS, M.B.M.; DEL BIANCHI, V.L. **Caracterização físico-química e sensorial de vinhos brancos na região Noroeste de São Paulo**. Holos, v.4, 2011.

CASTILLO-SÁNCHEZ, J. X.; GARCÍA-FALCÓN, M. S.; J. GARRIDO, J.; MARTÍNEZ-CARBALLO, E.; MARTINS-DIAS, L. R.; MEJUTO, X. C. Phenolic compounds and colour stability of Vinhão wines: Influence of wine-making protocol and fining agents. **Food Chemistry**, v.106, p.18-26, 2008.

CHAGAS, R., FERREIRA, L. M., LAIA, C. A., MONTEIRO, S., & FERREIRA, R. B. **The challenging SO₂-mediated chemical build-up of protein aggregates in wines**. Food Chemistry, **192**, 460-469, 2016.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. (Cadernos didáticos, 66). Viçosa: UFV. p. 45-46, 1999.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 81 p., 2006.

CHEYNIER, V. **Flavonoids in Wine**. In: ANDERSEN, O. M.; MARKHAM, K. Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications. London New York. Taylor ; Francis Group, 2006.

CHEYNIER, V.; SILVA, J. M. R. Oxidation of grape procyanidins in model solutions containing trans-caffeoyltartaric acid and polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39, p.1047-1049, 1991.

CHRISTENSEN, L. P. Chenin Blanc. In: CHRISTENSEN, L. P.; DOKOOZLIAN, N. K.; WALKER, M. A.; WOLPERT, J. A.; BETTIGA, L. J.; GOLINO, D. A.; MCGOURTY, G.; SMITH, R. J.; VERDEGAAL, P. S.; WEBER, E. (Ed.). Wine grape varieties in California. Oakland: University of California, **Agriculture and Natural Resources**, p. 50-53, 2003.

- CIMINO, F.; SULFARO, V.; TROMBETTA, D.; SAIJA, A.; TOMAINO, A. Radicals scavenging capacity of several Italian red wines. **Food Chemistry**, v.103, p.75-81, 2007.
- COETZEE, C. **Oxygen and sulphur dioxide additions to Sauvignon Blanc: effect on must and wine composition**. Dissertação de mestrado. Universidade de Stellenbosch. Stellenbosch, 2011.
- COVAS, M. I.; MIRÓ-CASAS, E.; FITÓ, M.; FARRÉ-ALBADALEJO, M.; GIMENO, E.; MARRUGAT, J.; DE LA TORRE, R. Bioavailability of tyrosol, an antioxidant phenolic compound present in wine and olive oil, in humans. **Drugs under Experimental and Clinical Research**, v.29, p. 203-206, 2003.
- CURVELA-GARCIA, A. S. **Práticas enológicas internacionalmente reconhecidas**. Ciência Téc. Vitivinícola. 20 (2). Nota técnica, p. 105-130, 2005.
- DAUT, C. E.; DURANTE, E. C. Adição de bentonite durante a vinificação de uvas brancas: efeito sobre leveduras, clarificação, fermentação e sedimentos formados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.6, n. 1, p.42-57, 1986.
- DE ROSA, T. Tecnologia dei vini spumanti; **Edizione AEB, Brescia, Italy; 1979**.
- DELOIRE, A.; VAUDOUR, E.; CAREY, V.; BONNARDOT, V.; VAN LEEUWEN, C. Grapevine responses to terroir: A global approach. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.39, p.149- 162, 2005.
- DI STEFANO, R. Advances in the study of secondary metabolites occurring in grapes and wines. **Drugs under Experimental and Clinical Research**, v.25, p. 53-56, 1999.
- DOOLEY, L.; LEE, Y. S.; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference** 21, 394-401, 2010.
- DONER, L.W.; BECARD, G.; IRWIN, P.L. Binding of flavonoids by polyvinylpyrrolidone. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.5, p.753-757, 1993.
- DUMITRIU, D., PEINADO, R. A., PEINADO, J., & DE LERMA, N. L. Grape pomace extract improves the in vitro and in vivo antioxidant properties of wines from sun light dried Pedro Ximénez grapes. **Journal of functional foods**, 17, 380-387, 2015.
- DUTRA, M. C. P.; RODRIGUES, L. L.; OLIVEIRA, D.; PEREIRA, G. E.; LIMA, M. S. Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. **Food Chemistry**, Barking, v. 269, p. 157-165, 2018.
- EHSANI, M. **Ingénierie métabolique de *Saccharomyces cerevisiae* à faible rendement en éthanol: contrôle de la formation d'acétoïne par des levures oenologiques surproductrices de glycérol**. Tese de Doutorado, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. Montpellier, France, 2007.

- FALCONER, R. J.; MARANGON, M.; VAN SLUYTER, S. C.; NEILSON, K. A., CHAN, C.; WATERS, E. J. **Thermal stability of thaumatin-like protein, chitinase, and invertase isolated from Sauvignon blanc and Semillon juice and their role in haze formation in wine.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58(2)**, 975-980, 2010.
- FERRANDO, M.; GÜELL, C.; LÓPEZ, F. **Industrial Wine Making: Comparison of Must Clarification Treatments.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **v.46**, p.1523-1528, 1998.
- FERNÁNDEZ-ZURBANO, P.; FERREIRA, V.; PEÑA, C.; ESCUDERO, A.; CACHO, J. Effects of maceration time and pectolytic enzymes added during maceration on the phenolic composition of must. **Food Science and Technology International**, v. 5, p. 319-325, 1999.
- FERREIRA, R. B.; MONTEIRO, S. S.; PICARRA-PEREIRA, M. A.; TEIXEIRA, A. R. **Engineering grapevine for increased resistance to fungal pathogens without compromising wine stability.** *TRENDS in Biotechnology*, **22(4)**, 168-173, 2004.
- FLANZY, C. **Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos.** 1ª Edição. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa, 2000.
- FLEET, G. H.; HEARD, G. M. **Yeast - growth during fermentation.** In *Wine Microbiology and Biotechnology*. Edited by F. GH: Harwood Academic, 1993.
- FRANKEL, E.N.; BOSANEK, C.A.; MEYER, A.S.; SILLIMAN, K.; KIRK, L.L. Commercial Grape Juices Inhibit the in Vitro Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.46, p.834-838, 1998.
- FURTADO, A. M. S. **Evolução da composição físico-química e das características cromáticas de vinhos durante a vida de prateleira secundária.** Viçosa- MG, 2013.
- GALET, P. **Précis d'ampelographie pratique.** 6. ed. Montpellier: Dehan, 1991. 256 p.
- GARRIDO, J., & BORGES, F. Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. *Food Research International*, 54, 1844–1858, 2013.
- GIOVANNINI, Eduardo; MANFROI, Vitor. **Viticultura e Enologia - Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros.** 1ª ed. Bento Gonçalves: IFRS, 2009.
- GÓMEZ-ALONZO, S.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I.; GARCÍAROMERO, E. Simultaneous HPLC Analysis of Biogenic Amines, Amino Acids, and Ammonium Ion as Aminoenone Derivatives in Wine and Beer Samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.608-613, 2007.
- GÓMEZ-MÍGUEZ, M. J.; GÓMEZ-MÍGUEZ, M; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: effects of grape maturity and soil type. **Journal of Food Engineering**, v.9, p.758-764, 2007.
- GÓMEZ-PLAZA, E.; GIL-MUÑOZ, R.; LÓPEZ-ROCA, M.; DE LA HERA-ORTS, M.L.; MARTÍNEZ-CULTÍLLAS, A. Effect of the addition of bentonite and polyvinylpyrrolidone on the colour and longterm stability of red wines. **Journal of Wine**

Research, v.11, n.3, p.223-231, 2000.

GONÇALVES, F.; FERNANDES, C.; DOS SANTOS, P. C.; DE PINHO, M. N. Wine tartaric stabilization by electro dialysis and its assessment by the saturation temperature. **Journal of Food Engineering**, 59(2-3), 229-235, 2003.

GRANATO T.M.; NASI A.; FERRANTI P.; IAMETTI S.; BONOMI F. Fining white wine with plant proteins: effects of fining on proanthocyanidins and aroma components. **Eur. Food Res. Tech.**, 238, 265-274, 2014.

GRANATO, D.; CARRAPEIRO, M.M.; FOGLIANO, V.; VAN RUTH, S.M. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: A review. **Trends in Food Science and Technology** 52, 31–48, 2016.

GRIS, E. F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E. A.; VRHOVSEK, U.; WILHELM, D.; PEDROSA, R. C.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Stilbenes and Tyrosol as Target Compounds in the Assessment of Antioxidant and Hypolipidemic Activity of *Vitis vinifera* Red Wines, from Southern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.7954-7961, 2011.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Características analíticas e sensoriais de vinhos produzidos no Vale do Submédio São Francisco, Brasil**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE PESQUISA: a produção de vinhos em regiões tropicais, Recife e Petrolina. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 185-190, 2007.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção 4. ISSN 1678-8761, versão eletrônica, 2003.

GUERRA, C. C.; BARNABÉ, D.. Vinho, Cap 17; In: FILHO, Waldemar Gastoni Venturini. Tecnologia de bebidas: matéria prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 2005.

GUERRA, C. C. Vinhos finos do Brasil: diversidade de regiões, tipos e estilos de produtos. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172252/1/Celito-vinhos-finos-do-Brasil-2017-parte-2.pdf>>. Acesso em abr. 2020.

GÜLÇİN, I. Antioxidant properties of resveratrol: A structure-activity insight. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.210-218, 2010.

GÜRBÜZ, O.; ROUSEFF, J. M.; ROUSEFF, R. L. Comparison of aroma volatiles in commercial merlot and Cabernet Sauvignon wines using gas chromatography–olfactometry and gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p. 3990–3996, 2006.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. ed. 4. Oxford: Clarendon Press, 2007.

HAVINAL, M. N.; TAMBE, T. B.; PATIL, S. P. Performance of various grape wine varieties

on yield and fruit quality attributes. **Asian Journal of Horticulture**, v. 3, n. 1, p. 100-102, 2008.

IBRAVIN - INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO (2018). Percepção dos consumidores brasileiros de vinho. Informativo de vitivinícola brasileiros. Ed.05 dez/2018 Disponível em:< <https://www.ibraivin.org.br/informativovitivinicola-brasileiro>>. Acesso em: 20 abr. 2020..

JACKSON, R. S. **Specific and Distinctive Wine Styles**. In Wine Science, 3a ed., Academic Press, 2008.

JAECKELS, N.; MEIER, M.; DIETRICH, H.; WILL, F.; DECKER, H.; FRONK, P. Influence of polysaccharides on wine protein aggregation. **Food Chemistry**, 200, 38-45, 2016.

JAECKELS, N.; TENZER, S.; MEIER, M.; WILL, F.; DIETRICH, H.; DECKER, H.,; FRONK, P. Influence of bentonite fining on protein composition in wine. **LWT-Food Science and Technology**, 75, 335-343, 2017.

JAEGER, S.; LEANG-CHHEANG, S.; YIN, J.; BAVA, C. M.; GIMENEZ, A.; VIDAL, L.; ARES, G. Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference** 30, 56-67, 2013.

JOGAIAH, S.; OULKAR, D. P.; BANERJEE, K.; RAVEENDRAN, P.; ROKADE, N. D. Amino acid composition of major table and wine grape cultivars growing under semiarid climate in India. **Horticulture Environment and Biotechnology**, v. 51, n. 3, p. 226- 234, 2010.

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, 2010.

KARIM, A. A.; BHAT, R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, 23(3), 563-576, 2009.

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

LABORDE, B. et. al. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 54, p: 4384, 2006.

LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A.; DA SILVA, R. **Uvas e vinhos: química, bioquímica e microbiologia**. São Paulo: Editora Unesp; Editora Senac, 2015.

LAMBRI, M., DORDONI, R., GIRIBALDI, M., VIOLETTA, M. R.; GIUFFRIDA, M. G. Heat-unstable protein removal by different bentonite labels in white wines. **LWT-Food Science and Technology**, 46(2), 460-467, 2012.

LASANTA, C.; GÓMEZ, J. Tartrate stabilization of wines. **Trends in Food Science & Technology**, 28(1), 52-59, 2012.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food. Principles and practices.** (2nd edition). New York: Springer, 2010.

LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 5, p. 149-214, 2009.

LEDOUX, V.; DULAU, L.; DUBORDIEU, B. Intérpretation de la stabilité protéique de vins aus cours de é'levage sur lies. **Revue Internationalr de La Vigne et Vin.** 26, p: 259-261, 1992.

LIMA, L. L. A. **Caracterização e estabilização dos vinhos elaborados no Vale do Submédio São Francisco.** 2010. 140f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

LOSADA, M. M.; ANDRÉS, J.; CACHO, J.; REVILLA, E.; LÓPEZ, J. F. Influence of some prefermentative treatments on aroma composition and sensory evaluation of white Godello wines. **Food Chemistry**, v.125, p.884-891, 2011.

LOUREIRO, V.; BRASIL, R.; MALFEITO-FERREIRA, M. A. New Wine Tasting Approach Based on Emotional Responses to Rapidly Recognize Classic European Wine Styles. **MDPI, Beverage Journal**, 2,6, 2016.

LUBBERS, S.; LEGER, B.; CHARPENTIER, C.; FEUILLAT, M. Effet colloïde-protecteur d'extraits de parois de levures sur la stabilité tartrique d'une solution hydro-alcoolique modèle. **OENO One**, 27(1), 13-22, 1993.

LV, L.-C.; HUANG, Q.-Y.; DING, W.; XIAO, X.-H.; ZHANG, H.-Y.; XIONG, L.-X. Fish gelatin: The novel potential applications. **Journal of Functional Foods**, 63, 103581, 2019.

MAGALHÃES, P. J. et al. Isolation of phenolic compounds from hop extracts using polyvinylpyrrolidone: Characterization by high-performance liquid chromatography-diode array detection-electrospray tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**. 1217, p: 3258-3268, 2010.

MAINENTE, F., ZOCCATELLI, G., LORENZINI, M., CECCONI, D., VINCENZI, S., RIZZI, C.; SIMONATO, B. Red wine proteins: two dimensional (2-D) electrophoresis and mass spectrometry analysis. **Food Chemistry**, 164, 413-417, 2014.

MALACARNE, M.; BERGAMO, L.; BERTOLDI, D.; NICOLINI, G.; LARCHER, R. Use of Fourier transform infrared spectroscopy to create models forecasting the tartaric stability of wines. **Talanta**, 117, 505-510, 2013.

MARANGON, M.; VAN SLUYTER, S. C.; WATERS, E. J.; MENZ, R. I. Structure of haze forming proteins in white wines: *Vitis vinifera* thaumatin-like proteins. **PloS one**, 9(12), e113757, 2014.

MARANGON, M.; VAN SLUYTER, S. C.; ROBINSON, E. M.; MUHLACK, R. A.; HOLT, H. E.; HAYNES, P. A.; WATERS, E. J. Degradation of white wine haze proteins by Aspergillopepsin I and II during juice flash pasteurization. **Food Chemistry**, 135(3), 1157-1165, (2012).

MARCHAL, R.; JEANDET, P. Use of Enological Additives for Colloid and Tartrate Salt Stabilization in White Wines and for Improvement of Sparkling Wine Foaming Properties. In: MORENO-ARRIBAS, V.; POLO, C. (Eds.). **Wine Chemistry and Biochemistry**. New York: Springer Science Business. p.127-160, 2009.

MARCHAL, R.; WATERS, E. J. Red Wine Clarification and Stabilization wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.53, n.2, p.308-314, 2002.

MARTÍNEZ-LAPUENTE, L.; GUADALUPE, Z.; AYESTARÁ, B. Effect of egg albumin fining, progressive clarification and cross-flow microfiltration on the polysaccharide and proanthocyanidin composition of red varietal wines. **Food Research International** v. 96, p. 235-243, 2017.

MATEUS, N.; SILVA, A.M.S.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOSBUELGA, C.; FREITAS, V. A new class of blue anthocyanins-derived pigments isolated from red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.1919-1923, 2003.

MATTIVI, F. Resveratrol content in red and rose wines produced in Trentino (Italy) and currently available on the market. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, v.1, p.37-45, 1993.

MATTIVI, F.; GUZZON, R.; VRHOVSEK, U.; STEFANINI, M.; VELASCO, R.. Metabolite profiling of grape: flavonols and anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.7692-7702, 2006.

MAURY, C.; SARNI-MANCHADO, P.; LEFEBVRE, S.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. Influence of fining with different molecular weight gelatins on proanthocyanidin composition and perception of wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.52, n.2, p.140-145, 2001.

MCKINNON, A. J.; SCOLLARY, G. R.; SOLOMON, D. H.; WILLIAMS, P. J. The mechanism of precipitation of calcium L (+)-tartrate in a model wine solution. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, 82(3), 225-235, 1994.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. New York: CRC Press 448 p., 2006.

MERCOSUL. Resolução 45/1996 do GMC. Regulamento Vitivinícola do Mercosul. In: Ibravin. **Legislação vitivinícola**. Bento Gonçalves: Ibravin, 2002.

MESQUITA, P. R.; PIÇARRA-PEREIRA, M. A.; MONTEIRO, S.; LOUREIRO, V. B.; TEIXEIRA, A. R.; FERREIRA, R. B. Effect of wine composition on protein stability. **American Journal of Enology and Viticulture**, 52(4), 324-330, 2001.

MEYNER, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference** 30, 309-319, 2013.

MIERCZYNSKA-VASILEV, A.; BOYER, P.; VASILEV, K.; SMITH, P. A. A novel technology for the rapid, selective, magnetic removal of pathogenesis-related proteins from wines. **Food Chemistry**, 232, 508-514, 2017.

MINIM, V.; SILVA, R., **Análise Sensorial Descritiva**. Viçosa, MG: Editora UFV, 280p. 2016.

MOIO, L.; UGLIANO, M.; GAMBUTI, A.; GENOVESE, A.; PIOMBINO, P. Influence of Clarification Treatment on Concentrations of Selected Free Varietal Aroma Compounds and Glycoconjugates in Falanghina (*Vitis vinifera L.*) Must and Wine. **American journal of Enology and Viticulture**, v.55, p.7-12, 2004.

MORRIS, J.R., MAIN, G.L. **Fining agents for wine**. In: Proceedings of the 14th NM Conference, 1995.

MOUSSAOUI, K. A.; VARELA, P. Exploring consumer product profiling techniques and their linkage to a quantitative descriptive analysis. **Food Quality and Preference**, 21, 1088–1099, 2010.

MURRAY, J. M., DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: Past, present and future. **Food Research International**, 34, 461–471, 2001.

NAVARRE, C. **Enologia, técnicas de produção do vinho**. Lisboa: Publicacoes Europa America, 312p., 2007.

OIV. International Organization of Vine and Wine. Current situation of the vitivinicultural sector at a global level. Paris, FR: OIV, 2014. Disponível em: < <http://www.oiv.int/en/oiv-life/current-situation-of-the-vitivinicultural-sector-at-a-global-level>>. Acesso em março de 2020.

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

OUGH, C. S.; AMERINE, M. A. **Methods for analysis of musts and wines**. 2° ed. Davis: John Wiley & Sons, 1986.

PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O.; PEREIRA, G. E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, Barking, v. 228, p.106-115, 2017.

PEREIRA, G. E. **Os vinhos tropicais em desenvolvimento no Nordeste do Brasil**. Com ciência. 2013, n.149. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95151/1/PEREIRA-ComCiencia-n149-2013.pdf>.> Acesso em: 10 abril, 2020.

PLAEHN, D. CATA penalty/reward. **Food Quality and Preference**, 24, 141-152, 2012.

PEREIRA, G. E.; BIASOTO, A. C. T. Vinhos tropicais brasileiros em busca de certificação. **Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades**, Recife, v. 1, n. 1, p. 14-15, 2015.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; AMORIM, F. F.; NASCIMENTO, A. M. S.; SOUZA, J. F.; LIMA, L. L. A.; LIMA, M. S.; PADILHA, C. V. S.; PROTAS, J. F.; ZANUS, M. C.;

TONIETTO, J. Vinhos tropicais do semiárido do Brasil. Desvendando o Potencial Vitivinícola desta Nova Fronteira Geográfica do Vinho. **Territoires Du Vin. Université de Bourgogne, Dijon-France**, v. 9, p. 1-15, 2018.

PEREIRA, G. E.; PADILHA, C. V. S.; MARQUES, A.T.B.; CANUTO, K. M.; MENDES, A.; SOUZA, J. F. Le poids des consommateurs sur l'évolution des vins : l'exemple de la Vallée du São Francisco, Brésil. In: Perard, J. et Perrot, M. (Org.). **Vin et civilisation, les étapes de l'humanisation**. Centre Georges Chevrier, Dijon, p. 301-310, 2016.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; MANFROI, L. Vitivinicultura e enologia. In: SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. cap. 16, p. 679-724.

POCOCK, K. F.; RANKINE, B. C. Heat test for detecting protein instability in wine. **Australian Wine Brewing Spirit Review**, 91(5), 42-43, 1973.

PRETORIUS, I.S.; VAN DER WESTHUIZEN, T.J.; AUGUSTYN, O.P.H. Yeast biodiversity in vineyards and wineries and its importance to the South African wine industry. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 20, 1999.

PROFESSIONAL FRIENDS OF WINE. **Varietal profiles**. Disponível em: <http://winepros.org/wine101/grape_profiles/variety_profiles.htm> Acesso em: 20 abril, 2020.

RASINSKI, K. A.; MINGAY, D.; BRADBURN, N. M. Do respondents really "mark all that apply" on self-administered questions? **Public Opinion Quarterly** 58, 400-408, 1994.

RATSIMBA, B.; LAGUERIE, C.; BISCANS, B.; GAILLARD, M. **Solubilité du bitartrate de potassium dans les solutions hydroalcooliques: influence de paramètres spécifiques à l'oenologie**. Bulletin de la Société Chimique de France, 3, 325-330, 1989.

RENTZSCH, M.; WILKENS, A.; WINTERHALTER, P. Non-flavonoid Phenolic Compounds. In: MORENO-ARRIBAS, V.; POLO, C. (Eds.). **Wine Chemistry and Biochemistry**. New York: Springer Science Business. p 509-528, 2009.

RIBÉREAU-GAYON, P.; LAFON-LAFOURCADE, S.; BERTRAND, A. Le debourbage des moûts de vendange blanche. **Journal International des Sciences de la Vigne et du vin**, v.9, p.117-139, 1975.

RIBÉREAU-GAYON, P. **Sciences et techniques du vin: Clarification et stabilisation, matériels et installations** (pp. 255-258). Dunod. ISBN: 9782040051822, 1977.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of enology: The chemistry of wine, stabilization and treatment**. Ontario: John Wiley and Sons, 451p., 2006.

RIBÉREAU-GAYON, P.; SUDRAUD, P. Tecnologia enológica moderna. **Edicionen AEB, Brescia, Italy, 1991**.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology & Medicine**, v.20,

p.933-956, 1996.

RIZZON, L. A. DALL'AGNOL, Irineo. **Vinho Branco**. Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF, 2009.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; ARBAZUA, C. E. **Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Extrato seco total de vinhos brasileiros: comparação de métodos analíticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n.2, 1996.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. **Efeito da relação das fases líquida e sólida da uva na composição química e na característica sensorial do vinho Cabernet**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, 1999.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves. Embrapa – CNPUV, 2003.

ROJAS-GARCEZ; ACEVEDO, J. A.; LAVIN, A.; COSCORROZA, O.; ANTONIO, J. **Uso de la polivinilpolipirrolidona (PVPP) para eliminar fenoles que deterioran la calidad de vinos blancos**. Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía, 1996.

SALGUES, M.; HEITZ, F.; BIDAN, P. **Reflexions sur la cristallisation du tarte dans les vins**. Bulletin de l'OIV-Office international de la vigne et du vin, 55, 229-238, 1982.

SARNI-MANCHADO, P.; DELERIS, A.; AVALLONE, S.; CHEYNIER, V.; OUTOUNET, M. Analysis and characterization of wine condensed tannins precipitated by proteins used as fining agent in enology. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.50, p.81-86, 1999.

SAYWELL, L. G. Clarification of wine. **Industrial & Engineering Chemistry**, 26(9), 981-982, 1934.

SAUVAGE, F. X.; BACH, B.; MOUTOUNET, M.; VERNHET, A. Proteins in white wines: thermo-sensitivity and differential adsorption by bentonite. **Food Chemistry**, 118(1), 26-34, 2010.

SATO, G. S. O consumo de vinho no Brasil. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, 1, 10-17, 2009.

SIMS, C.A.; EASTRIDGE, J.S.; BATES, R.P. Changes Muscadine wines pre-and post-fermentation additions of PVPP, casein, and gelatin. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.46, p.155-158, 1995.

SOARES J. M., LEÃO P. C. S. **A vitivicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

SOUZA, G. G. **A uva roxa, Vitis vinífera L. (Vitaceae) – seus sucos e vinhos na prevenção de doenças vasculares**. Natureza on-line, v. 4, n. 2, p. 80-86, 2006.

SOUZA, R.C. A.; CORDEIRO, T.S.T. **Turismo: reflexões sobre a dimensão territorial**. Salvador: Editora Unifacs, p. 194, 2014.

SPÁCIL, Z.; NOVÁKOVÁ, L.; SOLIDH, P. Analysis of phenolic compounds by high performance liquid chromatography. **Talanta**, v.76, p.189-199, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 308 p., 1992.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**, 3 ed. San Diego: Elsevier Academic Press, p. 201-245, 2004.

TIEPO, C. B. V.; WERLANG, S.; REINEHR, C. O.; COLLA, L.M. Metodologias sensoriais utilizadas em estudos descritivos com consumidores: *Check-All-That-Apply* (CATA) e suas variações. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

TOGORES, H. **Tratado de Enología**. Volume I e II. 1ª ed. Espanha (Madrid): Mundi Prensa, 2011.

TONET, A. **Avaliação de Quatro Leveduras para a Produção de Espumante**. Bento Gonçalves-RS, 2007.

TSCHIRSCH, C.; NIKFARDJAM, M.S.P.; SCHMIDT, O.; SCHWACK, W. Degree of hydrolysis of some vegetable proteins used as fining agents and its influence on polyphenol removal from red wine. **European Food Research Technology**, v.231, p.65-74, 2010.

ÚBEDA, R.M. **Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas**. 1ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2000.

UGLIANO, M.; HENSCHKE, P. A. **Yeasts and Wine Flavour**. In: MORENO-ARRIBAS, V.; POLO, C. (Eds.). *Wine Chemistry and Biochemistry*. New York: Springer Science Business, p 313-392, 2009.

VALDÉS, E.; VILANOVA, M.; SABIO, E.; BENALTE, M. J. Clarifying agents effect on the nitrogen composition in must and wine during fermentation. **Food Chemistry**, v.125, p.430-437, 2011.

VAN SLUYTER, S. C.; MCRAE, J. M.; FALCONER, R. J.; SMITH, P. A.; BACIC, A.; WATERS, E. J.; MARANGON, M. Wine protein haze: mechanisms of formation and advances in prevention. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 63(16), 4020-4030, 2015.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International** 48, 893-908, 2012.

VERNHET, A. Red Wine Clarification and Stabilization. In A. Morata (Ed.), **Red Wine Technology** 1st ed., pp. 237–251, 2019.

VENTURINI, W. G. F. **Bebidas Alcoólicas – Ciência e Tecnologia**. Volume I. Blucher,

2010.

VIDAL, L.; ARES, G.; HEDDERLEY, D. I.; MEYNER, M.; JAEGER, S. R. Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. **Food Quality and Preference** **67**, 49-58, 2018.

VINHOVASF - INSTITUTO DO VINHO DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Notas técnicas**. Disponível em: <https://www.vinhovASF.com.br/site/arquivos/NotasTécnicas.pdf>. Acesso em: abr, 2020.

VILLAÑO, D.; FERNANDEZ-PACHON, M. S., TRONCOSO, A. M.; GARCIA-PARRILLA, M. C. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. **Food Chemistry**, v.95, p.394-404, 2006.

VRHOVSEK, U. Extraction of hydroxycinnamoyltartaric acids from berries of different grape varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4203-4208, 1998.

WATERS, E. J.; ALEXANDER, G.; MUHLAC, R.; POCOCK, K. F.; COLBY, C.; NEILL, B. K.; HØJ, P.B.; JONES, P. Preventing protein haze in bottled white wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, *11*(2), 215-225, 2005.

XIA, E. Q.; DENG, G. F.; GUO, Y. J.; LI, H. B. Biological activities of polyphenols from grapes. **International journal of molecular sciences**, v. 11, n. 2, p. 622-646, 2010.

YOKOTSUKA, K.; SINGLETON, V.L. Interactive precipitation between phenolic fractions and peptides in wine-like model solutions: turbidity, particle size and residual content as influenced by pH, temperature and peptide concentration. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.46, p.329-338, 1995.

ZOECKLEIN, B. **Bentonite fining of juice and wine**. Virginia Cooperative Extension Service. Nº 463-014, 1988.

ZOECKLEIN, B.W. et al. **Wine analysis and production**. New York: Chapman & Hall, 1994.

ZOECKLEIN, W. C.; FUGELSANG, K.C.; GUMP, B. H, NURY, F.S. **Análisis y reducción de vino**. Tradução de E. L. Macarrón. Zaragoza: Acribia, S. A., 2001.

CAPÍTULO II

EMPREGO DE DIFERENTES AGENTES CLARIFICANTES EM ETAPAS DISTINTAS DA VINIFICAÇÃO E IMPACTO NA QUALIDADE DE VINHOS BRANCOS

Emprego de diferentes agentes clarificantes em etapas distintas da vinificação e impacto na qualidade de vinhos brancos

Use of different fining agents in distinct steps of winemaking process and impact on the quality of white wines

RESUMO

A clarificação é uma prática enológica fundamental para a produção de vinhos brancos de qualidade. O objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto de diferentes agentes clarificantes aplicados em etapas distintas da elaboração sobre a qualidade de vinhos da cultivar Chenin Blanc procedentes do Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. Foram elaborados cinco tratamentos: controle (sem utilização de clarificantes); (T₁) bentonite na *débourbage* (0,3 g L⁻¹) e na estabilização (0,4 g L⁻¹); (T₂) bentonite somente na estabilização (0,7 g L⁻¹); (T₃) PVPP (0,05 g L⁻¹) e bentonite (0,1 g L⁻¹) na fermentação alcoólica e bentonite (0,6 g L⁻¹) na estabilização; e (T₄) gelatina (2 mL L⁻¹) e bentonite (0,1 g L⁻¹) na fermentação alcoólica e bentonite (0,6 g L⁻¹) na estabilização. Para avaliação da qualidade do vinho branco foram realizadas análises físico-químicas e instrumentais de cor. Vinte e um compostos fenólicos foram quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD-FD) e o potencial antioxidante foi determinado por três ensaios (DPPH, ABTS e FRAP). Adicionalmente, o perfil sensorial das amostras foi descrito pelo método CATA (Check-all-that-apply) e a aceitação global avaliada por consumidores utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos. De maneira geral constatou-se que o emprego de agentes clarificantes além de melhorar a qualidade visual dos vinhos brancos, em especial a luminosidade (L*), expressou também efeito positivo sobre a composição fenólica do produto. Destacando a aplicação de bentonite na *débourbage* e na estabilização (tratamento T₁), que proporcionou maiores concentrações de ácidos fenólicos ao vinho branco, sobretudo de ácido caftarico (47,211 mg L⁻¹), além de quercetina-3-β-D-glucosídeo (0,446 mg L⁻¹), isorhamnetin-3-O-glucosídeo (0,144 mg L⁻¹), e kaempferol-3-O-glucosídeo (0,177 mg L⁻¹), estando entre os tratamentos com atividade antioxidante mais elevada (0,984 mM TEAC pelo método ABTS). Adicionalmente, esse estudo evidenciou que o emprego dos agentes clarificantes testados não promoveu efeito negativo sobre a qualidade sensorial do vinho branco.

PALAVRAS-CHAVE: Chenin Blanc, vinho tropical, atividade antioxidante *in vitro*, CATA (Check-all-that-apply), compostos fenólicos.

1. Introdução

O vinho é uma excelente fonte de substâncias bioativas, principalmente os compostos fenólicos, como os flavonóides (antocinainas, flavanóis e flavonóis) e não-flavonóides (ácidos fenólicos e estilbenos). Estes constituintes têm influência direta sobre os parâmetros de qualidade dos vinhos (*flavour*, cor, estabilidade, amargor, adstringência e potencial de guarda), além disso, podem melhorar as características nutricionais da bebida, devido aos efeitos benéficos à saúde humana, associados às suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e

antimicrobianas (Garrido & Borges, 2013; Padilha, Biasoto, Corrêa, Lima & Pereira, 2016).

A concentração dos compostos fenólicos nos vinhos depende de uma série de fatores que incluem a variedade da uva, o *terroir* e os processos de vinificação empregados (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Esses compostos costumam ser menos concentrados em vinhos brancos do que em vinhos tintos, por causa da cultivar e dos processos tecnológicos envolvidos na sua produção. No entanto, eles geralmente mostram capacidades antioxidantes semelhantes aos vinhos tintos, devido à notável atividade de certos compostos fenólicos que também estão amplamente presentes em vinhos brancos (Serreli, Jerković, Marijanović, Gil, & Tuberoso, 2017).

A cor e a limpidez são as primeiras características sensoriais apreciadas pelos consumidores ao degustarem um vinho branco, predispondo sua aceitação ou rejeição (Sims, Eastridge, & Bates, 1995).

Na vinificação, os agentes clarificantes são utilizados para garantir a limpidez ao vinho branco, além de promoverem melhor estabilidade química e microbiológica, impedindo, por exemplo, a formação de turvações de origem proteica e precipitações na bebida ao longo de seu armazenamento (Ghanem et al., 2017).

Uma variedade de agentes clarificantes proteicos de origem animal tem sido mundialmente utilizada para elaboração de vinhos brancos, entre eles a albumina, caseína, cola de peixe e gelatina (Restani et al., 2014). Contudo, com o surgimento da encefalopatia espongiforme bovina (doença da vaca louca) nos anos 80 e a natureza alergênica de certas proteínas, surgiu um interesse considerável na substituição dessas proteínas de origem animal (Karim & Bhat, 2008) e no uso alternativo de agentes clarificantes sintéticos e minerais, como é o caso do polivinilpolipirrolidona (PVPP) e da bentonite. O forte crescimento no mundo pela procura de produtos veganos, alavancado pela crescente preocupação dos consumidores com o impacto da alimentação em sua saúde, com o bem-estar animal e com o impacto ambiental dos sistemas produtivos (Révillion, Kapp, Badejo, & Dias, 2020), também impulsionou a busca de insumos enológicos alternativos.

A eficácia do agente clarificante dependerá da composição físico-química da bebida, da dosagem empregada e da escolha da etapa de adição durante a vinificação (Resolução OIV-OENO 520-2014). Na busca por minimizar os efeitos negativos destes agentes sob a composição dos vinhos, como a composição volátil e fenólica, alguns autores descobriram que o tratamento prévio do mosto com bentonite, por exemplo, pode reduzir a dose total necessária em relação à clarificação apenas ao final da fermentação (Ewart, Phipps, & Iland, 1980; Lambri, Dordoni, Silva, & De Faveri, 2012).

Outra abordagem promissora é a utilização de bentonite durante a fermentação alcoólica. Horvat, Radekaa, Plavšaa, & Lukića (2019) constataram que a bentonite adicionada durante esta etapa promove importantes efeitos na composição química e na qualidade sensorial do vinho branco. Porém, até hoje, poucos estudos foram publicados aplicando esta prática e há informações limitadas do uso da bentonite associada a outros agentes de clarificantes e das consequências de empregá-los em etapas distintas da vinificação.

A principal hipótese deste trabalho foi a de que um complexo de agentes clarificantes, empregados em etapas distintas da vinificação, pode atuar com mais eficiência e, possivelmente, contribuir para a preservação ou melhoria de importantes parâmetros do vinho, assegurando-lhe limpidez, estabilidade e, sobretudo, ter o mínimo de efeitos sobre a qualidade final da bebida e em sua aceitação pelos consumidores. Nesse sentido, este estudo testou o uso de agentes clarificantes de diferentes origens (animal, sintética e mineral), aplicados na *débourbage*, na fermentação alcoólica e na estabilização, e avaliou o efeito sobre a coloração, composição físico-química, fenólica e sensorial do vinho branco da cultivar Chenin Blanc.

2. Material e Métodos

2.1 Uvas

Foram utilizadas 189 Kg de uvas Chenin Blanc (*Vitis vinífera* L.) provenientes de área comercial de vinícola localizada na região do Submédio do Vale do São Francisco (9° 2'S, 40° 11'O, 370 m, Lagoa Grande, Pernambuco, Brasil). O clima da região é classificado segundo Köepen como do tipo BswH, que corresponde a uma região semiárida muito quente (Alvares, Stape, Sentelhas, Gonçalves & Sparovek, 2014), com temperatura média anual do ar de 26 ° C, relativa umidade de 64% e precipitação anual de 549 mm. As videiras estavam cultivadas em sistema de condução espaldeira, sendo irrigadas por gotejamento. As uvas foram colhidas em outubro de 2017 quando atingiram teor de sólidos solúveis de 20,4 °Brix, acidez titulável de 8,1 g L⁻¹ e pH 3,4.

2.2 Tratamentos dos vinhos

Para a elaboração dos tratamentos foram utilizados como agentes clarificantes a bentonite (Maxibent PLUS®, Amazon Group Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brasil), a polivinilpirrolidona (PVPP) (Clarivin®, Ever Brasil Ltda., Garibaldi, RS, Brasil) e a

gelatina (Collagel®, Ever Brasil Ltda., Garibaldi, RS, Brasil). A dosagem e etapa da vinificação na qual os agentes clarificantes foram adicionados estão descritas na Tabela 1. Dentre os agentes clarificantes disponíveis comercialmente, a bentonite ainda é o mais eficiente para alcançar a estabilidade proteica em vinhos brancos e o mais largamente utilizado no setor vitivinícola (Waters et al., 2005), por essa razão a bentonite foi empregada em todos os tratamentos na etapa de estabilização, que é aquela onde geralmente são adicionados esses insumos enológicos (Ribéreau-Gayon et al., 2006). As concentrações de cada agente clarificante dosado foram determinadas seguindo a recomendação do fabricante, sendo a concentração de bentonite fixada em 0,7 g L⁻¹. O modo de preparo e adição de cada agente clarificante também obedeceu a recomendação técnica de seus respectivos fabricantes.

Tabela 1

Descrição dos tratamentos empregados com os diferentes agentes clarificantes, com a respectiva concentração e etapa de adição na vinificação.

Código	Etapa de adição na vinificação	Agentes	Concentração
Controle	-	-	-
T ₁	<i>Débourbage</i>	Bentonite	0,3 g L ⁻¹
	Estabilização	Bentonite	0,4 g L ⁻¹
T ₂	Estabilização	Bentonite	0,7 g L ⁻¹
T ₃	Fermentação Alcoólica	PVPP	0,05 g L ⁻¹
		Bentonite	0,1 g L ⁻¹
	Estabilização	Bentonite	0,6 g L ⁻¹
T ₄	Fermentação Alcoólica	Gelatina	0,2 mL L ⁻¹
		Bentonite	0,1 g L ⁻¹
	Estabilização	Bentonite	0,6 g L ⁻¹

2.3 Elaboração dos vinhos

Primeiramente, as uvas foram desengaçadas, sendo o desengace realizado de forma manual, adicionando-se 80 mg L⁻¹ de metabisulfito de potássio (Amazon Group Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brazil) e 0,03 mL L⁻¹ de enzima pectolítica (Everzym Thermo®, Ever Brasil Ltda., Garibaldi, RS, Brazil). Em seguida, foram prensadas em prensa hidráulica (Ricefer®, Brazil) e os mostos foram transferidos para garrações de vidro de 10 litros de capacidade (2 garrações por tratamento), tampados com válvulas tipo *airlock* de vidro e seguiram para a *débourbage* (8°C por 48 horas).

Para a fermentação alcoólica (FA) foi utilizada a levedura comercial Maurivin PDM® *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* (MauriYest PTY LTD, Queensland, Austrália) (0.2 g L⁻¹) e 0.2 g L⁻¹ de nutriente Gesferm Plus®, (Amazon Group Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brasil) sendo a FA conduzida a uma temperatura de 16 ± 2°C durante 13 dias, quando a densidade atingiu valor igual 0.994 g mL⁻¹, determinando o final desta etapa. Concluída esta etapa, os vinhos foram submetidos à trasfega e encaminhados para realização das estabilizações proteica e tartárica (-4 °C por 10 dias). Ao final, realizou-se os testes qualitativos de proteína e estabilidade tartárica segundo metodologia adaptada de Pocock & Rankine (1973).

2.4 Determinações analíticas

2.4.1 Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos enológicos foram determinados seguindo os procedimentos da Organização Internacional da Uva e do Vinho – OIV (2018). O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado utilizando pHmetro Tec-3MP (TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil). A acidez total foi avaliada por titulometria com NaOH 0,1N até pH igual a 8,2. Para determinação da acidez volátil as amostras foram destiladas por arraste a vapor em Destilador Enológico (Modelo Super Dee, Gibertini, Itália), seguida de titulação com NaOH 0,1 N. Após a destilação simples das amostras no Destilador Enológico (Modelo Super Dee, Gibertini, Itália), o teor de álcool e o teor de extrato seco foram determinados em balança hidrostática eletrônica Super Alcomat (Gibertini, Itália) a 20° C. Na mesma balança foi realizada a leitura da densidade. Através do Método de Ripper, que se baseia na titulação da amostra com iodo a 0,02N, determinou-se os teores de dióxido de enxofre livre e total. O conteúdo de açúcares redutores totais foi determinado pelo método de Lane-Eynon, com base nos procedimentos descritos por Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean, & Dubordieu (2006).

2.4.2 Análise instrumental da cor

Foi realizada a leitura da absorbância dos vinhos no comprimento de 420nm =, correspondente a cor amarela, no espectrofotômetro ThermoFisher Scientific® (modelo Multiskan Go, Massachusetts, EUA) segundo método de Ough & Amerine (1988). Adicionalmente, parâmetros colorimétricos foram determinados utilizando colorímetro portátil Delta Color (São Leopoldo, RS, Brasil), no modo transmitância e iluminante D65, segundo a padronização do sistema da Commission Internationale de l'Eclairage (CIELabe CIEL*C*h). Obtendo valores para luminosidade (L*), componente de cor vermelho/verde (a*), componente

de cor azul/amarelo (b^*), saturação ou *Croma* (C^*) e ângulo da tonalidade ou *hue* (h).

2.4.3. Análise de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD

Utilizando os métodos previamente otimizados e validados nas mesmas condições analíticas por Natividade, Pereira, Corrêa, Souza & Lima (2013) e Costa, Rodrigues, Vasconcelos, Costa D., & Lima (2019), 21 compostos fenólicos foram isoladamente quantificados pela cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-DAD-FD). Os compostos fenólicos foram determinados em cromatógrafo Waters modelo Alliance e2695 (Milford, USA) acoplado simultaneamente aos detectores de Arranjo de Diodos - DAD (280, 320 e 360 nm) e Fluorescência - FD (280 nm excitação e 360 nm emissão), utilizando a coluna Gemini-NX C18 (150 mm x 4,60 mm x 3 μ m, Phenomenex®, USA) e a pré-coluna Gemini-NX C18 (4,0 mm x 3,0 mm, Phenomenex®, USA).

Para separação dos compostos, empregou-se eluição por gradiente, com fase móvel constituída de solução de ácido orto-fosfórico (Fluka, Switzerland) em água ultra-pura obtida de um Purelab Option Q Elga System (USA) a 0,85% (fase A), e acetonitrila grau HPLC (J. T. BakePhillipsburg - NJ) (fase B), totalizando 60 minutos de corrida. A temperatura do forno foi mantida a 40°C e o fluxo em 0,5 mL min⁻¹. O vinho foi injetado sem diluição no equipamento, após filtração em membrana de nylon de diâmetro de 13 mm e tamanho do poro de 0,45 μ m (Allcrom, Phenomenex, EUA), utilizando como volume de injeção 20 μ L/amostra.

A linearidade do método consistiu em diferentes faixas de concentração na curva de calibração dos padrões (0,625-5,00 μ g mL⁻¹). As equações dos coeficientes de regressão (R^2) variaram de 0,9838 a 0,9999. Os limites teóricos de detecção variaram entre 0,001 e 0,190 μ g mL⁻¹, enquanto os limites teóricos de quantificação (LOQ) variaram entre 0,003 e 0,370 μ g mL⁻¹.

As curvas de calibração foram preparadas usando padrões para 21 compostos fenólicos. O padrão do ácido ferrúlico foi obtido na ChemService (West Chester, PA, EUA). Os ácidos caféico, caftárico, ρ -cumárico, clorogênico, gálico, o piacetanol, a viniferina e o *cis*-resveratrol foram obtidos da Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA). Isorhamnetin-3-O-glucosídeo, quercetina-3-O- β -glucosídeo, rutina, (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-galato epicatequina, (-)-galato epigallocatequina, procianidina A2, procianidina B1, procianidina B2, *trans*-resveratrol, miricetina e kaempferol-3-O-glucosídeo foram obtidos da Extrasynthese (Genay, França).

2.4.4 Determinação do potencial antioxidante

O potencial antioxidante *in vitro* dos vinhos foi determinado usando três ensaios espectrofotométricos, o método de captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) Sigma–Aldrich® (St. Louis, MO, USA), de acordo com o método de Brand-Williams, Cuvelier, & Berset (1995), o de captura de radical ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) Sigma–Aldrich® (St. Louis, MO, USA), seguindo metodologia de Re et al. (1999) e o de redução do ferro (FRAP- Ferric Reducing Antioxidant Power), utilizando o procedimento descrito por Benzie & Strain (1996).

Para determinação do ensaio DPPH, preparou-se a solução do radical DPPH Sigma–Aldrich® (St. Louis, MO, EUA) a 0,06 mM em metanol Vetec Chemistry Ltda (Rio de Janeiro, Brasil). O procedimento consistiu em misturar 100 µL de cada amostra de vinho com 3,9 mL da solução de DPPH 0,06 mM. A mistura foi mantida em ambiente escuro por 60 minutos a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. A leitura das absorvâncias foi realizada no comprimento de onda de 515 nm em cubeta de vidro em espectrofotômetro Biospectro® (Modelo SP-220, Lab-líder, São Paulo, Brasil). Foi utilizado o padrão analítico Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) para construir a curva de calibração ($0,5 - 5 \text{ mM L}^{-1}$) e os resultados foram expressos em equivalentes de Trolox por litro de vinho (mM TEAC).

Para a captura do radical ABTS, misturou-se 5 mL de uma solução estoque (7mM) e 176 µL da solução de persulfato de potássio (70mM) e incubou a mistura no escuro por 16 horas. Ajustou-se o ABTS^{•+} com álcool etílico até obter absorvância de $0,700 \pm 0,05$ a 734 nm. Após isso, foram adicionados 30 µL da amostra em 3 mL da solução ABTS^{•+} em um tubo de ensaio. Em outro tubo, adicionou-se 30 µL de água destilada e 3 mL da solução ABTS^{•+} (Controle). Realizou-se a leitura nos tempos 0 e 6 minutos para o controle e para as amostras após 6 minutos de incubação no escuro, ambos a 743nm em espectrofotômetro Biospectro® (Modelo SP-220, Lab-líder, São Paulo, Brasil). Foi utilizado o padrão analítico Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) para construir a curva de calibração ($0,2 - 2 \text{ mM L}^{-1}$) e os resultados foram expressos em equivalentes de Trolox por litro de vinho (mM TEAC).

Foi observada a capacidade das amostras em reduzir o íon férrico a ferroso, reagindo as amostras com o FRAP, agitou-se a mistura e, em seguida, foram incubadas por 30 minutos no escuro a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e realizou-se as leituras das absorvâncias a 593 nm em espectrofotômetro Biospectro® (Modelo SP-220, Lab-líder, São Paulo, Brasil). Para construir a curva de calibração ($0,025 - 0,8 \text{ mM L}^{-1}$) foi utilizado o padrão analítico Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) e os resultados foram expressos em equivalentes de

Trolox por litro de vinho (mM TEAC).

2.5 Avaliação sensorial

Após aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o protocolo CAAE nº 73983717.9.1001.8052, pesquisadores, analistas, técnicos e bolsistas da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, foram convidados para participar da avaliação sensorial dos vinhos a partir de um questionário de recrutamento. Foram selecionados 62 consumidores (66% mulheres e 34% homens), entre os indivíduos que gostavam de vinho branco seco e consumiam pelo menos uma taça de vinho por semana (Biasoto, Netto, Marques, & Da Silva, 2014). O teste sensorial foi conduzido em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial da Embrapa, computadorizadas com o programa FIZZ Sensory Analysis® (Biosystemes, Couternon, França, versão 2.10, 2005), sob temperatura controlada em 22±2°C. Trinta mililitros de cada uma das cinco amostras de vinho branco Chenin Blanc foram avaliadas pelos voluntários na forma monádica de apresentação, em taças de vidro codificadas com algarismos de três dígitos e cobertas com vidro de relógio para evitar perda de compostos voláteis, a temperatura ao redor de 12°C. Primeiramente os participantes foram solicitados a avaliar a aceitação global dos vinhos utilizando escala hedônica tradicional de nove pontos (1=desgostei extremamente; 5 = nem gostei, nem desgostei; 9=gostei extremamente).

Na sequência, utilizando a técnica *Check-all-that-apply* – CATA (Adams, Williams, Lancaster, & Foley, 2007) para a caracterização do perfil sensorial das amostras, aos avaliadores foi apresentado uma lista contendo 13 atributos sensoriais, sendo solicitado que assinalassem com um “x” naqueles que estivessem presentes nos vinhos brancos. Esses atributos foram previamente selecionados por um grupo de foco, em reunião com a participação de nove enólogos, sendo eles: persistente no sabor, equilibrado, sensação de seca, agudo, encorpado, ácido, aroma intenso, pouco aromático, alcóolico, aromas de frutas maduras, refrescante, aroma floral, aroma de frutas (maçã e pera). Esses termos CATA foram balanceados entre os consumidores conforme recomendado por Adams et al., 2007.

2.6 Análise estatística

Os dados paramétricos foram submetidos a ANOVA e teste de comparação de médias de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o *software* SAS University® (Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary, NC, EUA, 2019). Com o mesmo programa estatístico, foram rodadas análises de correlação de *Pearson* ($p \leq 0,05$) para avaliar o grau de correlação entre os compostos

fenólicos quantificados nos vinhos e a capacidade antioxidante avaliada pelos diferentes métodos testados. Adicionalmente, foi empregado o *software* XLStat (Addinsoft Inc., Paris, France, 2019) para construção dos gráficos de Análise de Componentes Principais (ACP) a partir de matriz de correlação de *Pearson*.

Como as respostas para os termos CATA são binárias (1 = termo marcado pelo consumidor; 0 = termo não marcado pelo consumidor), para análise dos resultados gerados pela técnica foram aplicados os testes não paramétricos de Q Cochran e McNemar para comparação de médias ($p \leq 0,05$), utilizando o *software* XLStat. Análise de Correspondência (AC) também foi construída para identificar semelhanças e diferenças entre as amostras com relação ao perfil sensorial.

3. Resultados e Discussão

3.1 Parâmetros físico-químicos e coloração

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados nos vinhos brancos Chenin Blanc. O estudo indicou que o uso de agentes clarificantes não alterou os padrões de qualidade do vinho, atendendo aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira, para a acidez total e volátil, teor alcoólico, açúcar redutor e SO₂ total (Brasil, 2019). Em todos os tratamentos empregados, os vinhos demonstraram diferenças estatisticamente significantes ($p \leq 0,05$) para todos parâmetros analisados.

Tabela 2

Características físico-químicas e análises instrumentais da cor dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes de clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização).

Parâmetros	Tratamentos ^{1,2}				
	Controle	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
pH	3,38±0,01 ^{ab}	3,41±0,01 ^a	3,38±0,02 ^{ab}	3,33±0,08 ^b	3,39±0,02 ^{ab}
Acidez total (g L ⁻¹ em ácido tartárico)	8,20±0,08 ^{ab}	8,30±0,12 ^a	8,05±0,16 ^{bc}	8,15±0,08 ^{ab}	7,90±0,23 ^c
Densidade (g mL⁻¹)	0,9930±0,00 ^b	0,9933±0,00 ^a	0,9928±0,00 ^b	0,9928±0,00 ^b	0,9927±0,00 ^c
Álcool (v/v%)	12,13±0,24 ^{ab}	12,22±0,06 ^a	11,96±0,10 ^c	12,02±0,02 ^{bc}	12,14±0,09 ^{ab}
Açúcar redutor (g L⁻¹)	3,10±0,25 ^a	3,04±0,22 ^{ab}	3,08±0,31 ^b	2,97±0,12 ^{ab}	2,75±0,08 ^{ab}
Extrato seco (g L⁻¹)	23,40±0,81 ^{ab}	24,15±0,59 ^a	22,43±0,15 ^c	22,50±0,14 ^c	22,65±0,22 ^{bc}
SO₂ Livre (mg L⁻¹)	21,33±2,46 ^a	18,01±0,50 ^b	18,60±1,96 ^b	17,66±0,90 ^b	16,90±2,31 ^b
SO₂ Total (mg L⁻¹)	159,57±8,36 ^a	151,38±6,24 ^a	157,10±20,31 ^a	147,50±1,85 ^a	129,28±6,83 ^b
A420nm	0,20±0,01 ^a	0,18±0,03 ^{ab}	0,14±0,01 ^c	0,10±0,02 ^d	0,16±0,04 ^{bc}
L	47,54±0,39 ^c	48,39±0,43 ^{abc}	48,89±0,93 ^a	48,64±0,32 ^{ab}	48,02±0,13 ^{bc}
a*	2,29±0,05 ^a	1,48±0,34 ^b	1,63±0,46 ^b	1,58±0,04 ^b	1,54±0,04 ^b
b*	8,50±0,44 ^a	8,50±0,08 ^a	7,89±0,21 ^b	7,92±0,05 ^b	8,55±0,05 ^a
h°	78,87±1,08 ^b	80,09±2,31 ^a	78,24±3,52 ^a	78,69±0,24 ^a	79,80±0,22 ^a
C	8,80±0,41 ^a	8,64±0,03 ^a	8,07±0,12 ^b	8,07±0,06 ^b	8,69±0,05 ^a

¹Valores médios com \pm desvios padrão. ²Diferentes letras na mesma linha representam tratamentos de vinho branco com diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Coordenadas CIELab e CIEL *C*h: L * = luminosidade; a * = vermelho ou -a *: verde; b * = amarelo ou -b *: azul; C * = croma ou saturação; h° = ângulo de matiz.

Com relação ao pH, os vinhos T₁ e T₃ foram os únicos a apresentarem diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre si, com maior valor em T₁ (3,41) e menor pH no vinho T₃ (3,33). No geral, de acordo com a literatura o pH de vinhos brancos varia entre 2,8 e 3,8 (De rosa, 1998). Segundo Rizzon & Miele (2002), valores elevados de pH expõem os vinhos a alterações microbiológicas e físico-químicas, prejudiciais a sua estabilidade. Assim, os resultados encontrados neste estudo demonstram que os vinhos brancos avaliados possivelmente terão boa estabilidade, independentemente do tratamento empregado.

A maior acidez total foi apresentada pelo vinho T₁ (8,30 g L⁻¹), mostrando que o maior valor de acidez não foi acompanhado pelo menor pH.

Para o SO₂ livre, apenas o vinho controle apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) dos demais tratamentos, obtendo o valor mais elevado. Segundo Peynaud & Blouin (2006), existem fatores que influenciam na concentração de anidrido sulfuroso na forma ativa, tais como as características do vinho e as técnicas usadas no processo de vinificação, como, por exemplo, filtração, centrifugação e a clarificação. Diante disso, pode-se inferir que o maior

valor de SO_2 livre encontrado no vinho controle pode estar relacionado à ausência dos agentes de clarificação durante a vinificação, evidenciando o clarificante como um provável fator de combinação do SO_2 livre.

Os resultados das análises instrumentais de cor dos vinhos cv. Chenin Blanc, encontram-se apresentados na Análise de Componentes Principais - ACP (Fig. 1) e na Tabela 2. Na ACP variações existentes entre as amostras com relação a coloração são expressas em eixos ortogonais. O Componente Principal I (CP1) explicou 57,34% e o Componente Principal II (CP2) 34,47%.

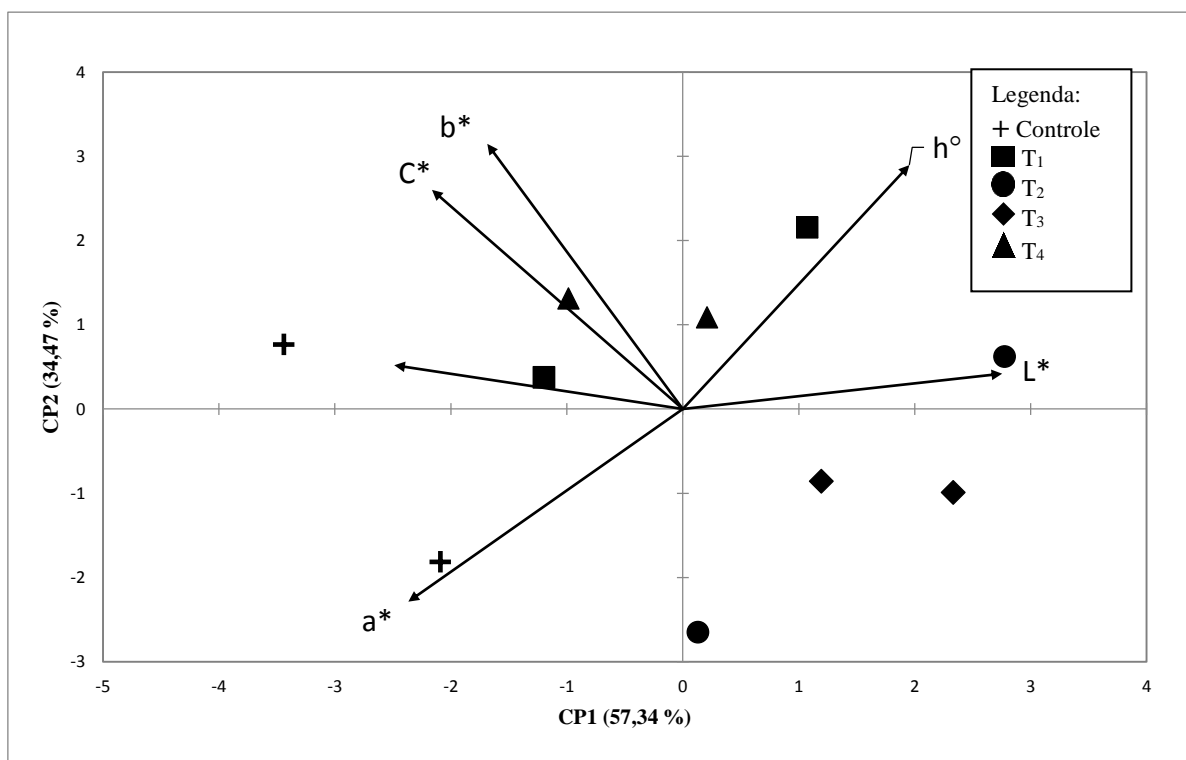


Fig. 1. Análise de Componentes Principais (PCA) obtida com a análise instrumental da cor dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (*Débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização). Coordenadas CIELab e CIEL *C*h: L * = luminosidade; a * = vermelho ou -a *: verde; b * = amarelo ou -b *: azul; C * = croma ou saturação; h° = ângulo de matiz.

Os vinhos dos tratamentos T₂ e T₃ localizaram-se próximos no gráfico, no lado positivo da CP1, possuindo perfis de coloração mais similares e bem diferenciados do vinho controle, que situou-se em posição oposta a eles, na parte negativa da componente. Já os vinhos T₁ e T₄ ocuparam a porção intermediária na CPI (Fig.1). O vinho do tratamento controle destacou-se nos valores de A420 e a*. O maior valor de A420 dessa amostra pode ser justificado pela não utilização de clarificantes. Por outro lado, o valor de A420 foi menor em T₃, podendo-se inferir

que o uso de PVPP contribuiu para reduzir a absorção do vinho no comprimento de 420nm, devido a sua ação preventiva e corretiva da oxidação dos vinhos, que atua sobre as catequinas e leucoantocianas, geralmente responsáveis pelo acastanhamento dos vinhos brancos (Úbeda, 2000). Todos os vinhos apresentaram o componente de cor vermelho (a^* positivo). Entretanto, o maior valor de a^* foi encontrado no vinho controle, podendo-se inferir que a ausência do clarificante influenciou significativamente neste componente de cor e de maneira negativa, em decorrência da maior participação das enzimas oxidativas do mosto, tal como a tirosinase e a lacase (Rizzon & Meneguzzo, 1996).

Em contrapartida, o vinho controle foi o que apresentou maior distanciamento do vetor L^* (Fig. 1), podendo essa coloração mais escura do tratamento, devido a menor luminosidade, ser justificada pela ausência do uso de clarificantes durante as etapas da vinificação. Segundo Vernhet (2019), as operações de clarificação permitem alcançar maior limpidez e brilho, que são características importantes para um vinho branco, uma vez que a impressão visual afeta fortemente na percepção de qualidade desse produto.

A cor amarela, representada por valores positivos de b^* , estava presente nos vinhos de todos os tratamentos. Menores valores de b^* foram encontrados em T_2 e em T_3 e maiores no controle, T_1 e T_4 . Considerando o ângulo h° (tonalidade), todos os vinhos tiveram proximidades à cor amarela, com ângulos próximos a 90° , sendo menor o h° encontrado no vinho controle (Tabela 1). Adicionalmente, os vinhos que se apresentaram mais distantes do vetor C^* , foram os do tratamento T_2 e T_3 (Fig 1). A saturação (C^*) representa a distância da cor do eixo da luminosidade (Pathare, Opara, & Al-Said, 2013), dessa forma, os vinhos T_2 e T_3 encontram-se mais próximos do valor máximo eixo da luminosidade, ou seja, possuem menor saturação e maior luminosidade.

3.2. Análise de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD

A Tabela 3 apresenta a quantificação dos compostos fenólicos nas amostras de vinho cv. Chenin Blanc. Os ácidos fenólicos representaram-se como a principal classe de compostos fenólicos. De acordo com Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean, & Dubordieu (2006), as concentrações dos ácidos fenólicos são da ordem de 10 a 20 mg L⁻¹ em vinhos brancos, e no presente estudo, esses ácidos superaram essa faixa de concentração, chegando a 50,906 mg L⁻¹ em T_1 , alcançando quase o dobro da concentração encontrada no vinho controle (25,780 mg L⁻¹). Os ácidos cafeíco e caftárico foram os fenólicos majoritários encontrados nos vinhos Chenin Blanc.

Tabela 3

Quantificação de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD na vinificação de vinhos brancos Chenin Blanc com a adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização).

Compostos fenólicos (mg L ⁻¹)	Tratamentos ^{1,2}				
	Controle	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Ácido cafeíco	6,792±0,468 ^a	2,140±0,059 ^d	5,974±2,118 ^b	5,345±0,495 ^c	4,930±0,056 ^c
Ácido caftárico	16,864±3,303 ^d	47,211±1,492 ^a	28,718±13,056 ^c	31,980±0,372 ^b	32,029±0,893 ^b
Ácido ρ-Coumárico	0,663±0,028 ^a	0,327±0,012 ^{cd}	0,458±0,075 ^b	0,366±0,046 ^c	0,306±0,025 ^d
Ácido Ferúlico	0,200±0,005 ^a	0,178±0,002 ^d	0,198±0,010 ^{ab}	0,190±0,004 ^c	0,194±0,002 ^{bc}
Ácido Gálico	1,119±0,028 ^a	1,052±0,010 ^b	1,037±0,049 ^b	1,022±0,018 ^b	1,037±0,014 ^b
∑ Ácidos fenólicos	25,780±2,837	50,906±1,433	36,384±10,896	38,902±0,931	38,495±0,986
<i>Trans</i> -resveratrol	0,132±0,001 ^a	0,129±0,000 ^b	0,130±0,001 ^b	0,130±0,002 ^b	0,129±0,001 ^b
Piceatanol	0,146±0,003 ^d	0,173±0,004 ^a	0,158±0,011 ^c	0,163±0,001 ^b	0,158±0,002 ^c
Viniferina	0,189±0,004 ^{ab}	0,187±0,001 ^b	0,189±0,003 ^{ab}	0,190±0,001 ^a	0,188±0,002 ^{ab}
<i>Cis</i> -resveratrol	0,320±0,002 ^a	0,325±0,016 ^a	0,324±0,010 ^a	0,327±0,007 ^a	0,317±0,003 ^a
∑ Estilbenos	0,787±0,008	0,813±0,017	0,801±0,016	0,810±0,008	0,793±0,005
Quercetina-3-O-β-glucosídeo	0,163±0,005 ^d	0,446±0,019 ^a	0,229±0,092 ^c	0,260±0,048 ^{bc}	0,270±0,005 ^b
Isorhamnetina-3-O-glucosídeo	0,124±0,007 ^c	0,144±0,003 ^a	0,130±0,006 ^{bc}	0,134±0,00 ^b	0,134±0,004 ^b
Rutina	0,123±0,003 ^b	0,137±0,002 ^a	0,137±0,001 ^a	0,131±0,02 ^{ab}	0,127±0,018 ^{ab}
Miricetina	0,203±0,000 ^{ab}	0,203±0,000 ^a	0,202±0,000 ^b	0,203±0,001 ^a	0,204±0,001 ^a
Kaempferol-3-O-glucosídeo	0,126±0,003 ^b	0,177±0,005 ^a	0,119±0,026 ^c	0,132±0,008 ^b	0,130±0,003 ^b
∑ Flavonóis	0,739±0,004	1,108±0,027	0,816±0,125	0,860±0,070	0,864±0,024
(-)-Galato epicatequina	0,692± 0,038 ^c	0,792±0,015 ^a	0,698±0,012 ^c	0,754±0,020 ^{ab}	0,741±0,026 ^b
(-)- Galato					
Epigallocatequina	2,052±0,030 ^a	2,046±0,040 ^a	2,028±0,018 ^a	1,974±0,020 ^b	2,018±0,019 ^a
(+)-Catequina	2,429±0,023 ^a	2,437±0,024 ^a	2,315±0,085 ^b	2,070±0,092 ^c	2,344±0,032 ^b
(-)-Epicatequina	1,463±0,024 ^a	1,458±0,013 ^a	1,457±0,034 ^a	1,413±0,020 ^b	1,474± 0,031 ^a
Procianidina A2	0,757±0,002 ^a	0,754±0,002 ^a	0,756±0,005 ^a	0,756±0,003 ^a	0,755±0,001 ^a
Procianidina B1	2,098±0,013 ^b	2,159± 0,019 ^a	1,979±0,090 ^d	1,884±0,019 ^e	2,026±0,031 ^c
Procianidina B2	2,531±0,065 ^a	2,146±0,101 ^c	2,440±0,136 ^a	2,324±0,021 ^b	2,328±0,058 ^b
∑ Flavanóis	12,027±0,072	11,791±0,106	11,671±0,091	11,176±0,108	11,689±0,112
∑ Total	39,333±2,82	64,618±1,371	59,820±11,118	51,747±1,114	51,826±1,009

¹Valores médios com ± desvios padrão. ²Diferentes letras na mesma linha representam tratamentos de vinho branco com diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey (p ≤ 0,05).

O vinho T₁, único tratamento onde a bentonite foi adicionada na *débourbage*, foi o que apresentou maior concentração para a somatória de ácidos fenólicos, com destaque para o ácido caftárico (47,21 mg L⁻¹). Segundo Ribéreau-Gayon, Glories, Maujean, & Dubordieu (2000), o uso de agentes clarificantes na *débourbage* pode afetar positiva ou negativamente a composição do vinho. Adicionalmente, Ewart et al. (1980) & Lambri et al. (2012), citam que o tratamento prévio do mosto com bentonite pode reduzir a dose total de clarificante, necessária ao final da fermentação, nessa lógica, a dosagem e o momento de adição do clarificante podem ter

proporcionado uma maior preservação do conteúdo de ácido caftárico no vinho cv. Chenin Blanc em comparação ao controle.

Em contrapartida, o vinho controle obteve as maiores concentrações dos ácidos cafeíco, ρ -cumárico, ferrúlico e gálico (Tabela 3), constatando-se que a utilização dos agentes clarificantes pode atuar na redução destes ácidos, podendo ser benéfico para a estabilidade do vinho branco, pois esses ácidos são substratos para as enzimas polifenoloxidasas e participam das reações de oxidação que ocorrem nesse tipo de produto, levando ao escurecimento precoce de sua coloração (Cheynier & Silva, 1991; Gómez-Míguez, Gómez-Míguez, Vicario & Heredia, 2007).

Com relação ao teor de ácido cafeíco, apenas os vinhos T₃ e T₄ não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo os demais estatisticamente diferentes ($p \leq 0,05$). Nesses dois tratamentos (T₃ e T₄), a bentonite foi empregada nas mesmas etapas da vinificação (fermentação alcoólica e estabilização), bem como foram os tratamentos em que se empregou um agente diferente da bentonite, PVPP em T₃ e gelatina em T₄ na etapa de fermentação alcoólica, fato que pode justificar os valores estatisticamente iguais para o ácido cafeíco. O vinho T₁, onde a bentonite foi empregada na *débourbage* e na estabilização, obteve menor quantidade desse ácido. De acordo com a literatura, a utilização de um agente clarificante na *débourbage* contribui para a remoção de fenólicos oxidáveis, evitando impactos negativos no aroma e na cor do vinho (Seabrook & Van Der Westhuizen, 2018).

O ácido gálico, por sua vez, foi mais expressivo no vinho controle (1,119 mg L⁻¹), diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos que não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p \leq 0,05$).

Quanto à classe dos estilbenos, a maior concentração destes compostos foi obtida nos vinhos T₁ e T₃. De maneira geral, a concentração de estilbenos em vinhos varia consideravelmente e depende de diversos fatores como clima, variedade da uva, os métodos de vinificação e conservação (Moreno-Arribas & Polo, 2009). O piacetanol foi mais expressivo em T₁ e a viniferina em T₃ (Tabela 3). Já o *trans*-resveratrol foi quantificado em maior quantidade no vinho controle (0,132 mg L⁻¹), apresentando redução em todos os outros vinhos, possivelmente em decorrência do uso de agentes clarificantes. A concentração de *trans*-resveratrol em vinhos brancos pode variar de 0,05 a 7,95 mg L⁻¹ (Darias-Martín, Rodríguez, Díaz & Lamuela-Raventós, 2000; Gerogiannaki-Christopoulou, Athanasopoulos, Kyriakidis, Gerogiannaki & Spanos, 2006; Feijóo, Moreno & Falqué, 2008; Quirós, Lage-Yusty & López-Hernández, 2009), estando os valores encontrados neste estudo dentro dessa faixa.

Resultados do estudo conduzido por Hertog, Feskens, Hollman, Katan, & Kromhout

(1993), mostraram que o conteúdo total de flavonóis em vinhos brancos varia de 0,5 a 1,5 mg L⁻¹, semelhante ao encontrado neste estudo (0,739 a 1,108 mg L⁻¹). Em relação aos flavonóis, o maior valor foi encontrado nos vinhos T₁ (1,108 mg L⁻¹), com maior representatividade para quercetina-3-β-D-glucosídeo (0,446 mg L⁻¹), isorhamnetina-3-O-glucosídeo (0,144 mg L⁻¹) e kaempferol-3-O-glucosídeo (0,177 mg L⁻¹). Em trabalho realizado por Quirós et al. (2009), a quercetina-3-β-D-glucosídeo foi o flavonol majoritário encontrado em vinhos brancos. O somatório dos flavonóis apresentou-se menor no vinho controle, o que pode levar a inferir que os agentes clarificantes não promoveram redução da concentração de flavonóis no vinho Chenin Blanc.

O vinho controle apresentou a maior concentração de flavanóis totais (12,027 mg L⁻¹) e o vinho T₃ a menor somatória dessa classe (11,176 mg L⁻¹). Ambos os tratamentos, diferenciando-se significativamente dos demais estudados. Contudo, os compostos (-)-galato epicatequina e procianidina B1, destacaram-se no vinho do tratamento T₁. A presença de flavanóis em vinhos brancos é de grande importância para o perfil sensorial do produto. Adicionalmente, altos níveis de flavanóis, especialmente monômeros e dímeros de taninos, transforma a bebida em uma boa fonte de antioxidantes (Lomolino, Zocca, Spettoli, Zanin, & Lante, 2010; Cantos, Espiän, & S-Barberää, 2002).

3.3 Potencial antioxidante

Os resultados da avaliação do potencial antioxidante *in vitro* dos vinhos brancos cv Chenin Blanc estão apresentados na Fig. 2. De acordo com os resultados obtidos pelos métodos DPPH e FRAP, os tratamentos empregados não influenciaram significativamente no potencial antioxidante do vinho branco cv. Chenin Blanc. Contudo, pelo método ABTS houve diferença significativa entre os vinhos Controle, T₁ e T₂ (0,907 e 0,984 e 0,930 mM TEAC, respectivamente), com maiores potenciais antioxidante; e T₃ e T₄, que apresentaram menores valores (0,741 e 0,760 mM TEAC, respectivamente). Dessa forma, com execução dos resultados pelo método ABTS, podemos entender que a utilização dos clarificantes não influenciou de forma negativa no potencial antioxidante do vinho branco.

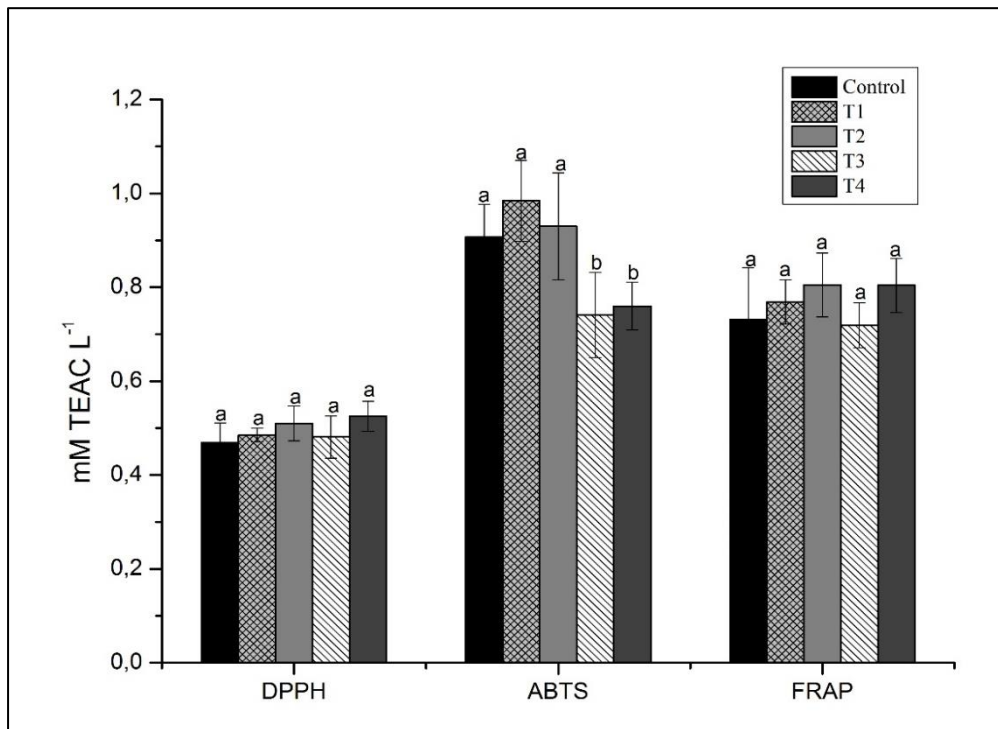


Fig. 2. Médias da atividade antioxidante dos vinhos brancos Chenin Blanc testadas por três ensaios (DPPH, ABTS e FRAP). Letras diferentes para um mesmo método antioxidante correspondem a tratamentos que diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os vinhos T₃ e T₄ foram os únicos tratamentos onde empregou-se clarificantes durante a fermentação alcóolica, e, além disso, para eles foi realizada uma associação de outros clarificantes (PVPP e gelatina, respectivamente) a bentonite. Tal fato, pode ter levado a redução do potencial antioxidante desses tratamentos avaliado pelo método ABTS. Contudo, não se pode afirmar tal influência, pois para os demais ensaios (DPPH e FRAP) não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos testados, bem como não se pode constatar que a etapa de aplicação do clarificante ou associação entre clarificantes contribuíram para alterar o potencial antioxidante do vinho branco.

Ao utilizar o método ABTS, o potencial antioxidante do vinho Chenin Blanc apresentou resultados mais elevados, variando de 0,741 a 0,984 mM TEAC. Já pelo método DPPH, os valores foram menores, variando de 0,469 a 0,525 mM TEAC. Makris, Psarra, Kallithraka, & Kefalas (2003) avaliaram vinhos de diferentes uvas brancas gregas, e obtiveram valores de atividade antioxidante de 0,47 a 0,60 mM TEAC pelo método DPPH. Saura-Calixto & Díaz-Rubio (2007) encontraram valores em vinhos brancos da Região de La Mancha, na Espanha, entre 0,53 e 1,26 mM TEAC pelos métodos ABTS e FRAP. Quirós et al. (2009), avaliaram o potencial antioxidante de vinhos brancos espanhóis pelo método DPPH e encontraram valores entre 0,77 e 2,01 mM TEAC. De maneira geral, os valores desses estudos encontram-se

próximos aos encontrados para os vinhos brancos analisados.

3.4 Correlação entre potencial antioxidante e compostos fenólicos

A ACP obtida a partir dos dados de avaliação do potencial antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) e quantificação de compostos fenólicos por HPLC-DAD-FD está apresentada nas Fig. 3 (A) (B).

O Componente Principal I (CP 1) explicou 49,47% da variação das amostras e o Componente Principal II (CP 2), explicou 21,12% e juntos explicaram 70,59% das variações (Fig. 3A). O componente Principal III (CP 3) explicou 11,13% da variação das amostras, e juntamente com a CP1 explicou 60,60% das variações. A CP 1 separou principalmente os vinhos controle e T₁, mostrando que essas amostras possuíram perfis de compostos fenólicos mais diferenciados. Com exceção da classe dos flavanóis, o vinho T₁ apresentou o maior somatório nas demais classes de compostos e o vinho controle o menor (Tabela 3). Para o total de fenólicos, o vinho T₁ obteve a maior concentração (64,618 mg L⁻¹) e o vinho controle apresentou a menor (39,333 mg L⁻¹). Horvata et al. (2019) constataram que o emprego de bentonite promove uma maior preservação dos ácidos hidroxicinâmicos em vinhos brancos, em comparação ao controle, e sugerem que isso ocorra devido à inibição da atividade das enzimas responsáveis pela sua hidrólise e oxidação. Segundo Seabrook & Van der Westhuizen (2018), quando o clarificante é aplicado apenas nas etapas finais da vinificação pode acarretar em um impacto mais severo sobre os compostos do vinho. Nessa lógica, a divisão da dosagem de bentonite entre a fase inicial de mosto (*débourbage*) e na fase final (estabilização) em T₁ proporcionou uma maior preservação dos fenólicos em comparação ao vinho controle.

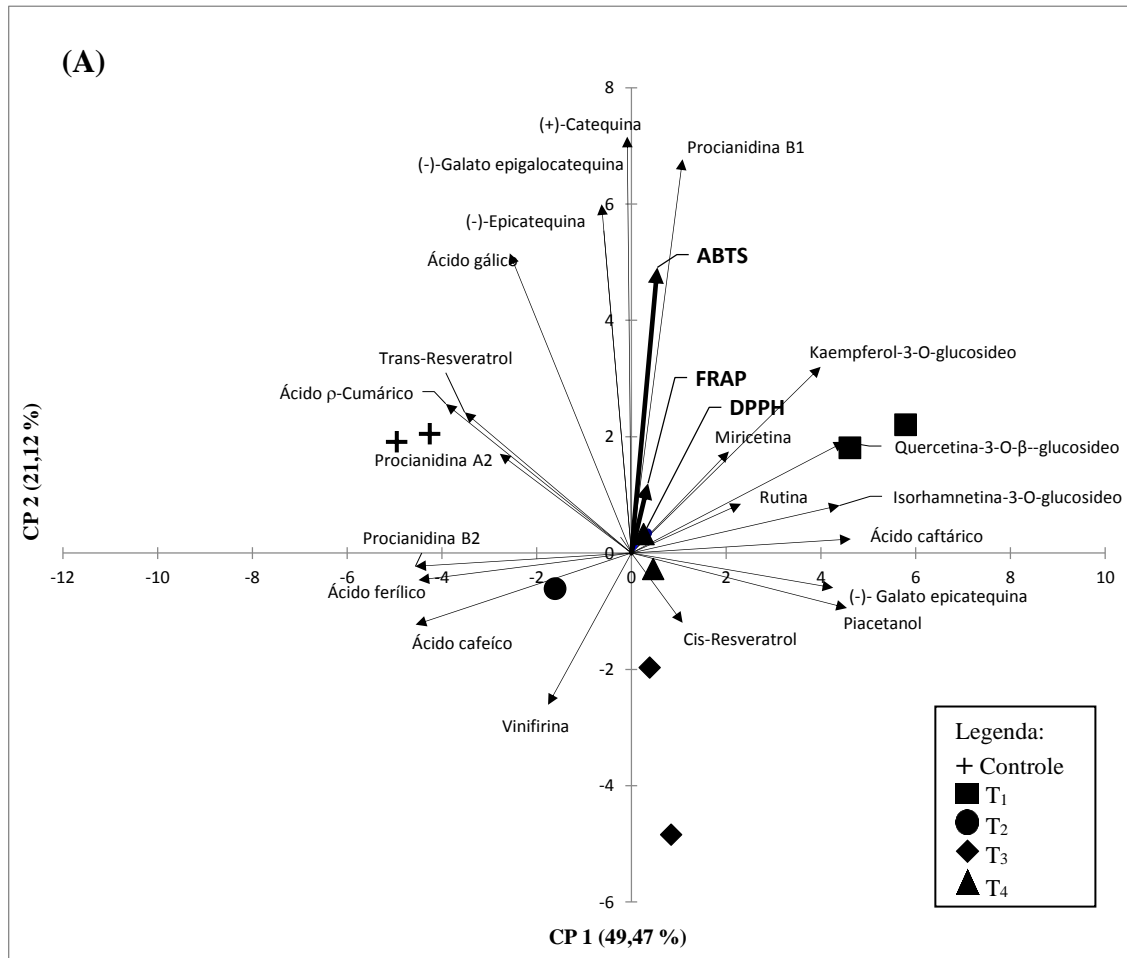


Fig. 3 (A). Análise de Componentes Principais (PCA) obtida da quantificação de compostos fenólicos (n = 21) dos vinhos brancos Chenin Blanc por HPLC-DAD-FD com o potencial antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP).

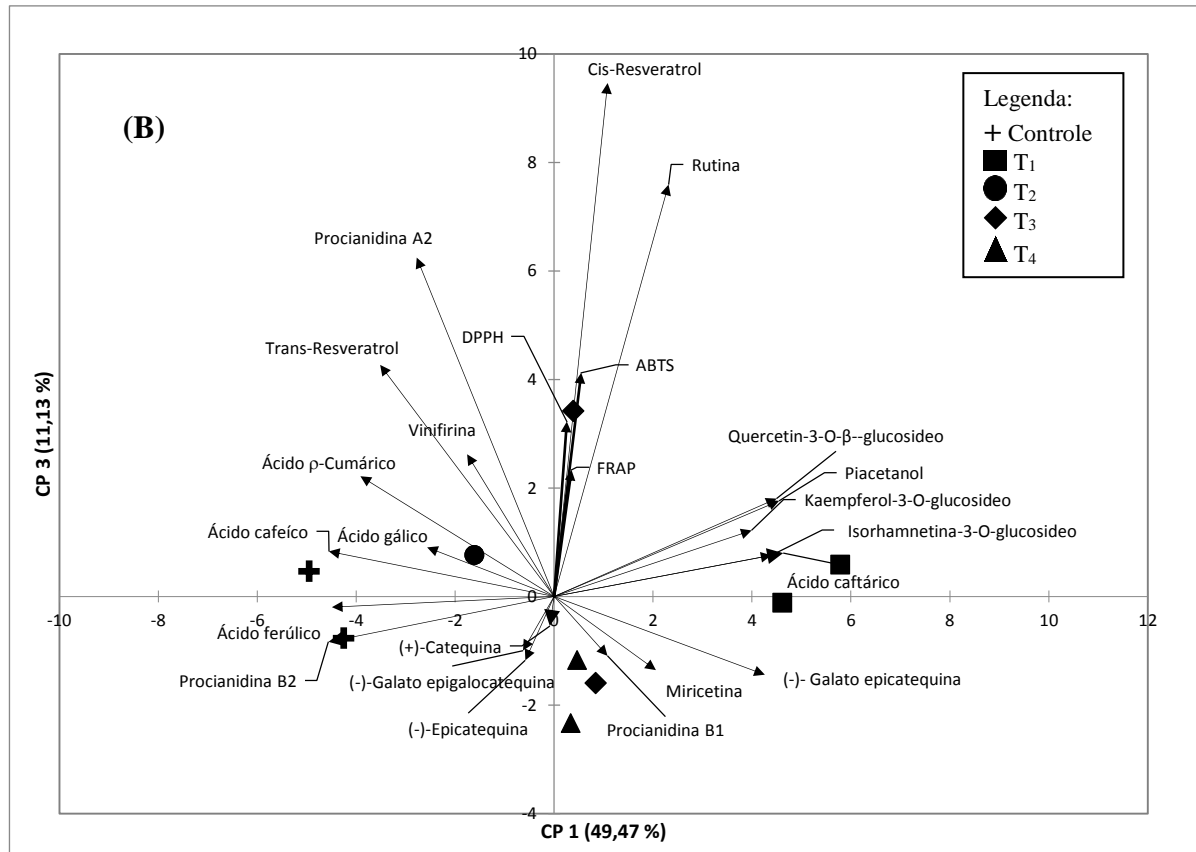


Fig. 3 (B). Análise de Componentes Principais (PCA) obtida da quantificação de compostos fenólicos ($n = 21$) dos vinhos brancos Chenin Blanc por HPLC-DAD-FD com o potencial antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP).

Em posição intermediária localizaram-se os vinhos dos tratamentos T₂, T₃ e T₄. O potencial antioxidante pelo método ABTS foi melhor explicado pela CP2 (Fig. 3A). Enquanto os vetores que representaram DPPH e FRAP apresentaram-se com maiores derivadas no componente CP3 (Fig. 3B).

A Fig. 3A mostra que os compostos fenólicos (+)-catequina e Prociandina B1 encontram-se próximos ao vetor que representa a atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS. De fato, esses dois compostos correlacionaram-se significativamente com ABTS, com valores de $r = 0,676$ para a (+)-catequina ($p=0,03$) e $r = 0,624$ para prociandina B1 ($p=0,05$).

Na Fig. 3B os compostos rutina e cis-resveratrol encontram-se próximos da atividade antioxidante pelos 3 métodos, contudo não existe correlação desses compostos com a atividade antioxidante (valor de r negativo e/ou $p>0,05$). A rutina e os cis-resveratrol estão localizados próximos ao CP3 (Fig. 3B), e esse componente explica apenas 11,13% da variabilidade das amostras.

Pelo método FRAP a epicatequina apresentou uma fraca correlação com a atividade antioxidante, com valores de $r=0,609$ e $p=0,062$, apresentando-se próximo ao vetor do FRAP na CP2 (Fig. 3A).

Muselík, García-Alonso, Martín-López, Žemlička, & Rivas-Gonzalo (2007) ao analisarem a atividade antioxidante *in vitro* dos principais compostos fenólicos do vinho encontraram resultados que associam a (+)-catequina e a procianidina B1 à altas atividades antioxidantes. Xia, Deng, Guo, & Li (2010), demonstraram que os flavanóis, (+)-catequina, (-)-epicatequina e as procianidinas ganharam atenção na pesquisa devido à suas atividades antioxidante, antimicrobiana e bactericida.

Por outro lado, com base nos resultados dos ensaios DPPH e FRAP, com exceção da epicatequina pelo método FRAP, que apresentou uma fraca correlação ($r=0,609$ e $p=0,062$), os compostos fenólicos não apresentaram correlação com a atividade antioxidante (valor de r negativo e/ou $p>0,05$). A análise da correlação entre os compostos fenólicos e o potencial antioxidante contribui para a caracterização dos vinhos, destacando as possíveis substâncias que contribuem de forma mais específica para o potencial funcional da bebida (Lima et al., 2014).

3.5 Análise sensorial

A Análise de Correspondência (AC) que caracteriza o perfil sensorial dos vinhos cv. Chenin Blanc obtido pelo método CATA encontra-se apresentado na Fig. 4. Na AC, as duas principais componentes explicaram 71,56% da variação entre os atributos sensoriais nas amostras de vinho branco Chenin Blanc. Os vinhos T₂, T₃ e T₄ apresentaram perfis sensoriais mais similares entre si e diferenciados dos vinhos controle e T₁, caracterizando-se pelos atributos ácido, sensação de secura, alcoólico, aroma frutado (maçã e pera) e refrescante. O vinho controle apresentou-se mais aguado e com maior intensidade de aroma de frutas maduras. Enquanto o vinho do tratamento T₁, único tratamento com emprego de bentonite na *débourbage*, destacou-se em aroma intenso, aroma floral e persistente no sabor. Entretanto, as amostras somente diferenciaram significativamente segundo teste Q de Cochran e comparação de médias de McNemar ($p\leq 0,05$) para o atributo aroma floral, com maior frequência para o vinho T₁ (0,226) e menor para o vinho T₂ (0,097) (Tabela 4).

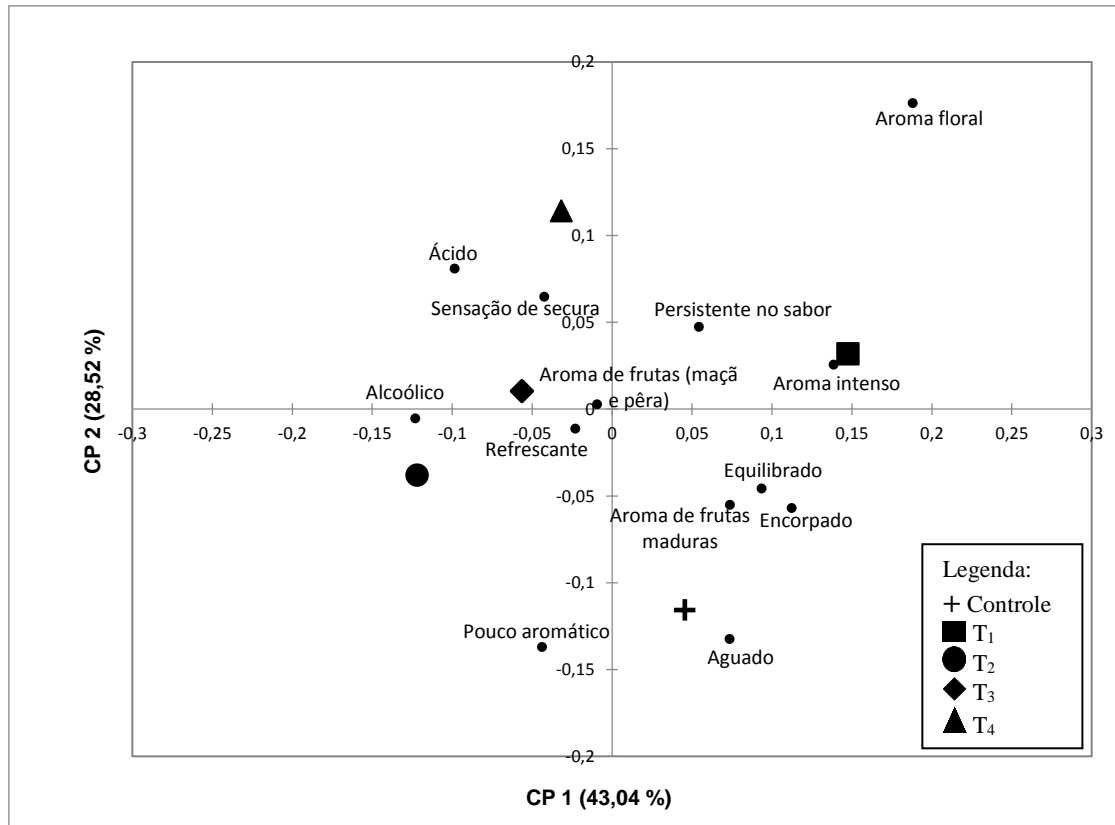


Fig. 4. Análise de Correspondência (AC) obtida da caracterização sensorial dos vinhos brancos Chenin Blanc utilizando a metodologia CATA.

Tabela 4

Frequência de menção de cada atributo CATA para o perfil dos vinhos brancos Chenin Blanc elaborados com adição de diferentes agentes clarificantes nas três fases do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização).

Atributos	Tratamentos ¹					p-valores
	Controle	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Persistente no sabor	0,355 ^a	0,435 ^a	0,323 ^a	0,355 ^a	0,371 ^a	0.664
Equilibrado	0,258 ^a	0,306 ^a	0,226 ^a	0,226 ^a	0,194 ^a	0.572
Sensação de seco	0,258 ^a	0,226 ^a	0,226 ^a	0,226 ^a	0,306 ^a	0.693
Aguado	0,274 ^a	0,194 ^a	0,161 ^a	0,161 ^a	0,177 ^a	0.339
Encorpado	0,210 ^a	0,226 ^a	0,145 ^a	0,194 ^a	0,145 ^a	0.599
Ácido	0,468 ^a	0,468 ^a	0,532 ^a	0,532 ^a	0,613 ^a	0.317
Aroma intenso	0,290 ^a	0,355 ^a	0,226 ^a	0,210 ^a	0,274 ^a	0.264
Pouco aromático	0,435 ^a	0,323 ^a	0,387 ^a	0,323 ^a	0,290 ^a	0.327
Alcoólico	0,532 ^a	0,500 ^a	0,645 ^a	0,613 ^a	0,548 ^a	0.303
Aroma de frutas	0,194 ^a	0,177 ^a	0,129 ^a	0,161 ^a	0,145 ^a	0.864
Refrescante	0,242 ^a	0,306 ^a	0,274 ^a	0,339 ^a	0,210 ^a	0.325
Aroma floral	0,129 ^{ab}	0,226 ^a	0,097 ^b	0,145 ^{ab}	0,177 ^{ab}	0.257
Aroma de frutas	0,242 ^a	0,290 ^a	0,258 ^a	0,290 ^a	0,226 ^a	0.873

¹Letras diferentes na mesma linha representam tratamentos de vinho branco com diferenças significativas de acordo com o teste Cochran Q ($p \leq 0,05$).

Moio et al. (2004) e Armada & Falque (2007) concordam que a clarificação antes do início da fermentação alcoólica melhora as características sensoriais dos vinhos brancos. Adicionalmente, como constatado por Horvat et al. (2019), o uso de bentonite no mosto, antes da fermentação, resulta em maior preservação no produto final dos principais compostos voláteis produzidos durante a fermentação, em particular o citronelol e o nerol, fator que é de grande importância para o aroma e sabor do vinho branco, melhorando sua qualidade sensorial. Por outro lado, Lira et al. (2015) alcançaram melhorias significativas na composição química e qualidade sensorial do vinho branco Albariño após adição de bentonite na fermentação alcoólica, como empregado neste estudo para T₃ e T₄.

No presente estudo constatou-se que a utilização de clarificantes não ocasionou uma modificação no perfil sensorial dos vinhos. Consideração bastante relevante, pois a combinação de agentes clarificantes, empregados em etapas distintas da vinificação, pode atuar com mais eficiência sobre o vinho, assegurando a limpidez, a estabilidade e, sobretudo, com efeitos mínimos na sua qualidade sensorial.

Os resultados da aceitação global dos consumidores em relação à cada uma das amostras de vinho branco analisadas estão apresentados na Tabela 5. Os resultados apontaram que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras dos vinhos para a aceitação global.

Os resultados indicam que a utilização dos agentes clarificantes testados não modificou a aceitação dos vinhos pelos consumidores, fator que é extremamente relevante para os produtores de vinho, tendo em vista que o emprego desses insumos melhora a aparência e a estabilidade dos vinhos brancos e como comprovado nesse estudo, sem modificar a sua aceitação do produto pelos consumidores.

Tabela 5

Médias de aceitação global dos vinhos brancos Chenin Blanc vinificados com adição de diferentes agentes clarificantes em três etapas do processo (*débourbage*, fermentação alcoólica e estabilização).

Tratamentos ^{1,2}	Aceitação global
Controle	5,5±2.0 ^a
T ₁	5,6±1.8 ^a
T ₂	5,5±1.9 ^a
T ₃	5,4±2.0 ^a
T ₄	5,3±1.9 ^a

¹Valores médios com \pm desvios padrão. ²Diferentes letras na mesma linha representam tratamentos de vinho branco com diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. Conclusão

Considerando que a clarificação do vinho branco é uma prática enológica fundamental para a produção de vinhos de qualidade, pode-se evidenciar com esse estudo que o emprego de agentes clarificantes além de melhorar a qualidade visual dos vinhos, em especial a luminosidade, expressou também efeito positivo sobre a composição fenólica do produto.

Diante disso, recomenda-se para a elaboração de vinho branco, em especial da cultivar Chenin Blanc, a utilização de bentonite nas etapas *débourbage* ($0,3 \text{ g L}^{-1}$) e na estabilização ($0,4 \text{ g L}^{-1}$) dos vinhos (Tratamento T₁). Esse tratamento promoveu maior preservação dos compostos fenólicos presentes nas uvas, em especial dos ácidos fenólicos, notadamente o ácido caftárico, flavonóis, com destaque para a quercetina-3- β -D-glucosídeo, isorhamnetina-3-O-glucosídeo e kaempferol-3-O-glucosídeo, e alguns flavanóis, como (-)-galato epicatequina, (+)-catequina e a procianidina B1, responsáveis por aumentar o potencial antioxidante do vinho branco, tendo em vista que maiores teores de compostos fenólicos podem melhorar a estabilidade do vinho e aprimorar a qualidade sensorial e funcional da bebida. Adicionalmente, levando-se em consideração a tendência de substituição de agentes clarificantes de origem animal, a bentonite empregada na *débourbage* e na estabilização, demonstrou notória eficiência.

Referências

- Adams, J., Williams, A., Lancaster, B., & Foley, M. (2007). Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *7th Pangborn Sensory Science Symposium*. Minneapolis, USA, 12–16. August, 2007.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., & Sparovek, G. (2014). Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711–728.
- Amazon Group. Insumos enológicos. Disponível em: <<http://www.amazongroup.com.br/web/enologia/insumos.php>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- Armada, L. & Falqué, E. (2007). Repercussion of the clarification treatment agents before the alcoholic fermentation on volatile composition of white wines. *European Food Research and Technology*, 225, 553–558.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239, 70–76.
- Biasoto, A. C. T., Netto, F. M., Marques, E. J. N. ; Da Silva, M. A. A. P.(2014). Acceptability and preference drivers of red wines produced from *Vitis labrusca* and hybrid grapes. *Food Research International*, v. 62, p. 456-466.
- Brand-Wilianms, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v. 28, p 25-30. 1995.
- Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (2019). Parâmetros Analíticos que devem ser utilizados para fiscalização e controle de bebidas, vinhos e derivados da uva e do vinho, nacionais e importados. I.N. nº 75, de 31 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/anexo-a-norma-interna-dipov-11a-versao-05-08-20-1.pdf>>. Acesso em: Dez, 2019.
- Cantos E.; Espin J.C.; Tomas-Barberan F.A. (2002). Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5691–5696.
- Cheynier, V.; Silva, J. M. R. (1991). Oxidation of grape procyanidins in model solutions containing trans-caffeoyltartaric acid and polyphenoloxidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.39, p.1047-1049.
- Costa, R. R., Rodrigues, A. A. M., Vasconcelos, V. A. F., Costa, J. P. D., & Lima, M. A. C. (2019). Trellis systems, rootstocks and season influence on the phenolic composition of ‘Chenin Blanc’ grape. *Scientia agricola*. (Piracicaba, Brazil.) vol.77 no.3.
- Darias-Martín, J. J.; Rodríguez, O.; Díaz, E., & Lamuela-raventós, R. M. (2000). Effect of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. *Food Chemistry*, v. 71, p. 483-487.
- De Rosa, T. (1998). *Tecnologia de los vinos blancos*. Edición española, Madrid.
- Ever Brasil. Produtos linha vinícola. Disponível em: <<http://www.everbrasil.com.br/produtos/linha-vinicola>>. Acesso em: 20 set. 2018.

- Ewart, A. J. W., Phipps, G. J., & Iland, P. G. (1980). Bentonite additions to wine: Before, during or after fermentation? *Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*, 196, 46–47.
- Feijóo, O.; Moreno, A., & Falqué, E. (2008). Content of *trans*- and *cis*-resveratrol in Galician white and red wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, p. 608-613.
- Garrido, J., & Borges, F (2013). Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. *Food Research International*, 54,1844–1858.
- Gerogiannaki-Christopoulou, M.; Athanasopoulos, P.; Kyriakidis, N.; Gerogiannaki, I. A., & Spanos, M. (2006). Trans-Resveratrol in wines from the major Greek red and white varieties. *Food Control*, v. 17, p. 700-706.
- Ghanem, C., Taillandier, P., Rizk, M., Rizk, Z., Nehme, N., Souchard, J.P., & El Rayess, Y. (2017). Analysis of the impact of fining agents types, oenological tannins and mannoproteins and their concentrations on the phenolic composition of red wine. *LWT - Food Science and Technology*, 83, 101-109.
- Gómez-Míguez, M. J.; Gómez-Míguez, M; Vicario, I. M., & Heredia, F. (2007). Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: effects of grape maturity and soil type. *Journal of Food Engineering*, v.9, p.758-764.
- Hertog, M. G.; Feskens, E. J.; Hollman, P. C.; Katan, M. B., & Kromhout, D. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. *Lancet*, v. 342, p. 1007-1011.
- Horvat I., Radeka S., Plavša, T., Lukić I., (2019). Bentonite fining during fermentation reduces the dosage required and exhibits significant side-effects on phenols, free and bound aromas, and sensory quality of white wine. *Food Chemistry*, 285, 305–315.
- Karim, A. Bhat, R. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. (2008). *Trends in Food Science & Technology*, 19 644e656.
- Lambri, M., Dordoni, R., Silva, A., & De Faveri, D. M. (2012). Comparing the impact of bentonite addition for both must clarification and wine fining on the chemical profile of wine from Chambave Muscat grapes. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 1–12.
- Lima, M. D. S., Silani, I. D. S. V., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., & Ninow, J. L. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the northeast region of Brazil. *Food Chemistry*, 161, 94–103.
- Lira, E., Rodríguez-Bencomo, J. J., Salazar, F. N., Orriols, I., Fornos, D., & López, F. (2015). Impact of bentonite additions during vinification on protein stability and volatile compounds of Albariño wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 3004–3011.
- Lomolino, G.; Zocca, F.; Spettoli, P.; Zanin, G.; Lante, A. (2010). Apreliminary study on changes in phenolic content during Bianchetta Trevigiana winemaking. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 23, p. 575–579.
- Makris, D. P.; Psarra, E.; Kallithraka, S.; Kefalas, P. (2003) The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. *Food Research International*, v. 36, p. 805- 814.

- Moio, L., Ugliano, M., Gambuti, A., Genovese, A. & Piombino, P. (2004). Influence of clarification treatment on concentrations of selected free varietal aroma compounds and glycoconjugates in Falanghina (*Vitis vinifera* L.) must and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 7–12.
- Moreno-Arribas, M. V.; Polo, M. C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer Science, New York, USA.
- Muselík, J., Garcia-Alonso, M., Martin-Lopez, M. P., Z`emlic`ka, M., & Rivas-Gonzalo, J.C. (2007). Measurement of antioxidant activity of wine catechins, procyanidins, anthocyanins and pyranoanthocyanins. *International Journal of Molecular Sciences*, 8, 797–809.
- Natividade, M. M. P.; Pereira, G. E.; Correia, L. C.; Souza, S. V. C., & Lima, L. C. O. (2013). Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. *Microchemical Journal*, v. 110, p. 665-674.
- OIV. Internacional Organization of Vine and Wine. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts. Paris, FR: OIV, 2018. Disponível em: <http://www.oiv.int/en/technical-standards-and-documents/methods-of-analysis/compendium-of-international-methods-of-analysis-of-wines-and-musts-2-vol>. Acesso em: agosto de 2019.
- OIV. Internacional Organization of Vine and Wine. Technical standards and documents. Code of good fining practices for wine to be applied in the use of proteinaceous wine fining agents with allergenic potential (casein and egg white). Paris, FR: OIV, 2014. Disponível em: <<http://www.oiv.int/public/medias/1645/oiv-oeno-secsan-520-2014-en.pdf>>. Acesso em 25 de outubro de 2019.
- Ough C.S., & Amerine M.A. (1998). *Methods for analysis of musts and wines* (2nd ed.). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Padilha, C. V. S., Biasoto, A. C. T, Corrêa, L. C., Lima, M. S., & Pereira, G. E. (2016). Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. *J. Food Biochem*, 41(3), e12346.
- Pathare, P. B.; Opara, U. L.; Al-Said, F. A. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* v. 6, p. 36–60.
- Peynaud, E.; Blouin, J. (2006). *Enología práctica: Conocimiento y elaboración del vino*. 4ª ed. Mundi Prensa, Madrid.
- Pocock, K. F., & Rankine, B. C. (1973). Heat test for detecting protein instability in wine. *Australian Wine, Brewing and Spirit Review*, 91, 42–43.
- Quirós, A. R. B.; Lage-Yusty, M. A., & López-Hernández, J. (2009). HPLC-analysis of polyphenolic compounds in Spanish white wines and determination of their antioxidant activity by radical scavenging assay. *Food Research International*, v. 42, p. 1018-1022.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, v. 26, Nos. 9/10, pp. 1231–1237, 1999.
- Restani, P., Uberti, F., Tarantino, C., Ballabio, C., Gombac, F., Bastiani, E., Bolognini, I., Pavanello, F., & Danzi, R. (2014). Collaborative interlaboratory studies for the validation of

ELISA methods for the detection of allergenic fining agents used in wine according to the criteria of OIV Resolution 427-2010 modified by OIV - Comex 502- 2012. *Food Analytical Methods*, v.7, p.706-72.

Révillion, Kapp, C., Badejo, M. S., & Dias, V. V. (2020). O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília*, v. 37, n. 1, e26603. DOI: 10.35977/0104-1096.cct2020.v37.26603.

Riberau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology*. Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments (2nd edition, Vol. 2. John Wiley & Sons.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A. & Dubordieu, D. (2000). *The microbiology of wine and vinifications*. In: Handbook of Enology, Vol. 1 (edited by P. Ribe´reau-Gayon). Pp. 51–74 and 219–268. Paris: John Wiley & Sons Ltd.

Rizzon, L. A., Meneguzzo, J. (1996). Influência da clarificação do mosto na composição e na qualidade do vinho branco. *B. Ceppa*, v. 14, n. 2.

Rizzon, L. A.; Miele, A. (2002). Avaliação da cv. “Cabernet Sauvignon” para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 22 n. 2, maio-ago.

Saura-Calixto, F.; Díaz Rubio, M. E. (2007). Polyphenols associated with dietary Wbre in wine A wine Polyphenols gap? *Food Research International*, v. 40, p. 613–619.

Seabrook, A., & Van Der Westhuizen, T. (2018). Fining during fermentation: focus on white and rosé. *Wine and viticulture journal*, 33, 30-33.

Serrelì, G., Jerković, I., Marijanović, Z., Gil, K. A., & Tuberoso, C. I. G. (2017). Evaluation of natural occurring bioactive compounds and antioxidant activity in Nuragus white wines. *Food Research International*, 99, 571-576.

Sims, C., Eastridge, J., & Bates, R. (1995). Changes in phenols, color, and sensory characteristics of Muscadine wines by pre- and post-fermentation additions of PVPP, casein, and gelatin. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(2), 155–158.

Úbeda, R. M. (2000) *Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas*. Madrid: Mundi Prensa.

Vernhet, A. (2019). *Red Wine Clarification and Stabilization*. In A. Morata (Ed.), *Red Wine Technology* 1st ed., pp. 237–251.

Waters, E. J., Alexander, G., Muhlack, R., Pocock, K. F., Colby, C., O’Neill, B. K., Jones, P. (2005). Preventing protein haze in bottled white wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11, 215–225.

Xia, E.-Q., Deng, G. F., Guo, Y.-J., & Li, H.-B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 622–646.