



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS – CAMPUS CURITIBANOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS

Anna Karoline Meirelles

Perfil de componentes voláteis e atividade antioxidante *in vitro* de vinhos ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinifera* L.) de diferentes locais da Serra Catarinense

Curitibanos
2020

Anna Karoline Meirelles

**Perfil de componentes voláteis e atividade antioxidante *in vitro* de ‘Sauvignon Blanc’
(*Vitis vinifera* L.) de diferentes locais da Serra Catarinense**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN) do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos, para obtenção do Grau de Mestre em Ciências

Orientador: Profa. Dra. Greicy Michelle Marafiga Conterato

Coorientador: Prof. Dr. Cristian Soldi

Curitibanos

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Meirelles, Anna Karoline

Perfil de componentes voláteis e atividade antioxidante
in vitro de 'Sauvignon Blanc' (Vitis vinifera L.) de
diferentes locais da Serra Catarinense / Anna Karoline
Meirelles ; orientadora, Greicy Michelle Marafiga
Conterato, coorientador, Cristian Soldi, 2020.
88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós-Graduação em
Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitibanos, 2020.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Vinhos de
altitude. 3. Compostos voláteis. 4. Compostos fenólicos. 5.
Atividade antioxidante. I. Marafiga Conterato, Greicy
Michelle . II. Soldi, Cristian . III. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas
Agrícolas e Naturais. IV. Título.

Anna Karoline Meirelles

Perfil de componentes voláteis e atividade antioxidante *in vitro* de vinhos ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinifera* L.) de diferentes locais da Serra Catarinense

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Dra. Greicy Michelle Marafiga Conterato
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Lírio Luiz Dal Vesco
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Sabrina Somacal
Universidade Federal de Santa Maria

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Dr.(a) Greicy Michelle Marafiga Conterato
Orientadora

Curitiba, 2020.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, por todo discernimento, força e sabedoria, para execução desse trabalho.

A minha família, especialmente a minha mãe Luciana, meus avós Tereza e Adair, e minhas irmãs Liliane e Emily, pelo incentivo aos estudos, apoio em minhas escolhas, carinho e pela compreensão diante da minha ausência como filha e irmã para que esse trabalho pudesse ser realizado. A família Manosso em especial a Sirley, Maria Vitória, Eduardo e Leopoldo pelo apoio, força e me incentivo a ir sempre busca dos meus sonhos.

Agradecimento especial ao meu namorado Bruno Manosso, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, lutando junto durante toda esta caminhada. Obrigada pelo apoio, incentivo, ajuda, paciência e amor.

As grandes amigas que o mestrado me deu Nádia da Silva, Letícia Dias, Mayrine Silva, Ana Kroll, Juliana Mota, Luziane Ramos Sales, Camila Bitencourt e Andriele Moraes por todos os momentos de estudos, risadas, e especialmente pela amizade, parceria e ótimos momentos compartilhados.

Aos meus orientadores Greicy e Cristian por todos os ensinamentos passados, compreensão, dedicação, para que eu pudesse realizar mais essa etapa da minha vida! A vocês toda a minha admiração e meu muito obrigada.

A professora Dilma Budziak que não mediu esforços para me ajudar na otimização das análises, sou muito grata por toda ajuda e incentivo ao longo do caminho.

A professora Heloísa Oliveira pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

A todos da equipe do Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos, em especial a Ketlin e Natan pela ajuda nas análises e na microvinificação, meu muito obrigada!

A equipe do laboratório de Fisiologia da Reprodução Animal (LAFRA) da UFSC - Campus Curitibanos, em especial, ao André L. F. Goetten, por toda ajuda frente as dificuldades no laboratório.

Às vinícolas Abreu Garcia, Villaggio Bassetti, Villaggio Grando e Terramília, que contribuíram com as uvas para realização do estudo.

Aos colegas do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho do Campus Curitibanos pelas trocas de conhecimento, companheirismo e auxílio no laboratório.

A Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade da realização do mestrado. E a todos os professores do PPGEAN, pelo ensino de qualidade e contribuições para

a minha formação. Meu muito obrigada, vocês foram fundamentais na elaboração deste trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste sonho. Sou muito grata a vocês!

RESUMO

Os vinhos finos produzidos nas regiões de altitude superior a 900 metros ganharam destaque na última década por sua elevada qualidade decorrente da maturação fenólica completa, garantindo vinhos com intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo. Nesse contexto, a avaliação dos perfis de compostos fenólicos e voláteis pode contribuir na identificação de diferenças na composição química de vinhos de diferentes altitudes, as quais terão impacto na qualidade final desses produtos. Ressalta-se ainda que os compostos fenólicos, além de contribuírem conjuntamente com os compostos voláteis para a qualidade sensorial dos vinhos, entre outras características desejáveis, também podem prover ação protetora aos sistemas biológicos, devido às propriedades antioxidantes desses compostos. Assim, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar o perfil de compostos voláteis, quantificar os compostos fenólicos (fenólicos totais e flavonoides) e a capacidade antioxidante *in vitro* de vinhos ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinifera* L.) produzidos com uvas cultivadas em diferentes altitudes. Os vinhos foram elaborados a partir de uvas provenientes de 4 vinícolas de Santa Catarina das safras de 2017/18 e 2018/19, situadas nos municípios de Campo Belo do Sul (CBS, à 927 m), Rancho Queimado (RQ, à 981 m), Água Doce (AD, à 1260 m) e São Joaquim (SJ, à 1301 m). Os compostos voláteis foram extraídos por microextração em fase sólida (SPME). Para a avaliação do perfil de componentes voláteis, a extração foi otimizada através de um planejamento fatorial completo e um planejamento Box-Behnken a fim de se obter as condições ótimas de extração. As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa acoplada a um espectrômetro de massas (CG-MS). Para estudo de comparação, foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) e de agrupamentos hierárquicos (HCA) com o objetivo de avaliar diferenças e/ou semelhanças na composição química de compostos voláteis dos vinhos de altitude entre os diferentes locais de Santa Catarina nas safras de 2017/18 e 2018/19. Os compostos fenólicos totais e flavonoides totais foram avaliados por métodos espectrofotométricos e a capacidade antioxidante foi avaliada pelo método espectrofotométrico do potencial antioxidante redutor de ferro (FRAP). A análise de voláteis por CG-MS revelou perfis cromatográficos semelhantes entre os vinhos das 4 vinícolas para as duas safras, os quais apresentaram majoritariamente, ésteres e terpenos na composição, que são responsáveis pelos aromas frutados e florais característicos de vinhos jovens. A PCA e HCA mostraram que em diferentes locais, os vinhos apresentaram alguns marcadores semelhantes, sendo de extrema importância para a formação da origem geográfica dos vinhos de altitude de Santa Catarina. Dados dos teores de fenólicos totais, flavonoides e capacidade antioxidante *in vitro* indicam que a safra de 2017/18 comparada a de 2018/19, no geral, favoreceu o acúmulo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante (em especial para as vinícolas de CBS, RQ e AD), bem como a maior retenção de flavonoides (em especial, para as vinícolas de SJ e AD). Considerando 2017/18 como a melhor safra na retenção de compostos fenólicos e potencial antioxidante, não houve diferenças no teor de compostos fenólicos e da capacidade antioxidante entre os vinhos, porém o teor de flavonoides foi significativamente maior para o vinho de SJ, seguido pelos vinhos de CBS e AD e por fim, de RQ. Fatores como menores temperaturas média e umidade relativa (UR) do ar podem estar relacionados à maior retenção de flavonoides no vinho de SJ. Em geral, os dados encontrados evidenciam a complexidade de fatores que podem influenciar na composição de voláteis, nos teores de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante de vinhos produzidos a partir de uvas ‘Sauvignon Blanc’ de quatro diferentes regiões de altitudes de Santa Catarina. A caracterização dos componentes pode auxiliar futuramente na obtenção da denominação de origem para vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de altitude em Santa Catarina.

Palavras-chave: vinhos de altitudes, compostos fenólicos, compostos voláteis, capacidade antioxidante.

ABSTRACT

Fine wines produced in regions with an altitude of more than 900 meters have gained prominence in the last decade due to their high quality due to complete phenolic maturation, wines with adequate color, aromatic definition and taste balance. In this context, the evaluation of the profiles of phenolic and volatile compounds can contribute to the identification of differences in the chemical composition of wines of different altitudes, which will have an impact on the final quality of these products. It should also be noted that the phenolic compounds, in addition to contributing together with the volatile compounds to the sensory quality of wines, among other desirable characteristics, can also provide a protective action to biological systems, due to the antioxidant properties of these compounds. Thus, this study aimed to evaluate the profile of volatile compounds, quantify the phenolic compounds (total phenolics and flavonoids) and the *in vitro* antioxidant capacity of 'Sauvignon Blanc' wines (*Vitis vinifera* L.) produced with grapes grown in different altitudes. The wines were made from grapes from 4 wineries in Santa Catarina in the 2017/18 and 2018/19 seasons, located in the municipalities of Campo Belo do Sul (CBS, at 927 m), Rancho Queimado (RQ, at 981 m), Água Doce (AD, at 1260 m) and São Joaquim (SJ, at 1301 m). The volatile components were extracted by solid phase microextraction (SPME). For the evaluation of the profile of volatile components, the extraction was optimized through a complete factorial design and a Box-Behnken design in order to obtain the optimal conditions of extraction. The samples were analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometer (GC-MS). For comparison study, principal component analysis (PCA) and hierarchical groupings (HCA) were used in order to assess differences and / or similarities in the chemical composition of volatile compounds in altitude wines from different locations in Santa Catarina in the 2017/18 and 2018/19 seasons. The total phenolic compounds and total flavonoids were assessed by spectrophotometric methods, and the antioxidant capacity were evaluated by spectrophotometric method of the iron-reducing antioxidant potential (FRAP). The analysis of volatiles by GC-MS revealed similar chromatographic profiles between the wines of the 4 wineries for the two vintages, which mainly presented esters and terpenes in the composition, which are responsible for the fruity and floral aromas characteristic of young wines. PCA and HCA showed that in different places, the wines had some similar markers, being of extreme importance for the formation of the geographical origin of the high altitude wines from Santa Catarina. Data on the contents of total phenolics, flavonoids and *in vitro* antioxidant capacity indicate that the 2017/18 harvest compared to 2018/19, in general, favored the accumulation of total phenolic compounds and the antioxidant capacity (in particular for the CBS, RQ and AD wineries), as well as the greater retention of flavonoids (in particular, for the SJ and AD wineries). Considering 2017/18 as the best vintage, there were no differences in the content of phenolic compounds and antioxidant capacity among wines, however the flavonoid content was significantly higher for SJ wine, followed by CBS and AD wines and finally, RQ. Factors such as lower average temperatures and relative humidity (RH) of the air might be related to the greater retention of flavonoids in SJ wine. In general, the data found show the complexity of factors that can influence the composition of volatiles, the levels of phenolic compounds and the antioxidant capacity of wines produced from 'Sauvignon Blanc' grapes from four different regions of altitude in Santa Catarina. The characterization of the components may help in the future to obtain the designation of origin for 'Sauvignon Blanc' wines in altitude in Santa Catarina.

Keywords: wines from altitudes, phenolic compounds, volatile compounds, antioxidant capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cacho de uva ‘Sauvignon Blanc’	19
Figura 2. Principais monoterpenos encontrados em vinhos	26
Figura 3. Principais álcoois superiores encontrados em vinhos	27
Figura 4. Principais ésteres presentes em vinhos	28
Figura 5. Estrutura química das subclasses de flavonoides	30
Figura 6. Ácidos hidróxicinâmicos de maior ocorrência na natureza.	30
Figura 7. Mapa com a localização das vinícolas onde foram realizadas as colheitas das uvas ‘Sauvignon Blanc’	35
Figura 8. Esquema representativo dos frascos fermentadores.	37
Figura 9. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho branco.	38
Figura 10. Curva da diminuição da densidade dos vinhos da safra 2018/19	47
Figura 11. Cromatograma representativo obtido no ponto ótimo de extração dos compostos voláteis em vinho ‘Sauvignon Blanc’	48
Figura 12. Diagrama de Pareto obtido pelo planejamento fatorial completo na otimização das variáveis e suas interações em vinhos ‘Sauvignon Blanc’	49
Figura 13. Superfícies de resposta obtidas na otimização das condições de extração a partir do planejamento Box-Behnken	50
Figura 14. Gráfico radar dos compostos voláteis presentes nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’ entre as safras 2017/18 e 2018/19	57
Figura 15. Gráfico radar dos compostos voláteis presentes nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’	59
Figura 16. Análise Multivariada dos Componentes Principais (PCA) dos compostos voláteis em vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de diferentes regiões de altitude de Santa Catarina na safra 2017/18.	61
Figura 17. Análise Multivariada dos Componentes Principais (PCA) dos compostos voláteis em vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de diferentes regiões de altitude de Santa Catarina na safra 2018/19	62
Figura 18. Dendrograma dos quatro locais de coleta em relação aos compostos voláteis na safra de 2017/18	64
Figura 19. Dendrograma dos quatro locais de coleta em relação aos compostos voláteis na safra de 2018/19	64

Figura 20. Comparação dentro de cada safra dos fenólicos totais (A) flavonoides totais (B) e potencial antioxidante redutor de ferro (FRAP) (C) entre os vinhos obtidos de uvas da variedade ‘Sauvignon Blanc’ (<i>Vitis vinífera</i> L.) provenientes de 4 diferentes vinícolas.	66
Figura 21. Efeito do ano em relação aos teores de fenólicos totais (A), flavonoides totais (B) e potencial antioxidante redutor de ferro – FRAP (C) de vinhos obtidos de uvas da variedade ‘Sauvignon Blanc’ (<i>Vitis vinífera</i> L.) provenientes de 4 diferentes vinícolas da Serra Catarinense.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Locais de coleta das uvas de ‘Sauvignon Blanc’ safra 2017/18 e 2018/19 no estado de Santa Catarina.....	34
Tabela 2. Propriedades físico-químicas do mosto de ‘Sauvignon Blanc’ produzidos em diferentes locais de Santa Catarina, Safra 2017/18 e 2018/19, e condições climáticas nos períodos de maturação dos frutos.....	43
Tabela 3. Componentes voláteis e descritores aromáticos encontrados nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’	52
Tabela 4. Concentração total (em $\mu\text{g.mL}^{-1}$) obtida através dos picos para os 24 componentes presentes nas amostras dos diferentes locais da região serrana de Santa Catarina.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Água Doce
AG	Ácido Gálico
ANOVA	Análise de variância
ATT	Acidez total titulável
CAT	Catalase
CBS	Campo Belo do Sul
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CG-MS	Cromatografia gasosa com espectrômetro de massa
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EQ	Equivalente de Quercetina
ER	Espécies reativas
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
ET	Equivalente de Trolox
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRAP	Potencial antioxidante redutor de ferro
GPx	Glutathione Peroxidase
HCA	Análise de agrupamento hierárquico
IBRAVIN	Instituto Brasileiro do Vinho
IG	Indicação Geográfica
K ₂ S ₂ O ₅	Metabissulfito de potássio
LAMAI	Laboratório multiusuário de análise instrumental
LDL	Low Density Lipoprotein
OIV	International Organisation of Vine and Wine Intergovernmental
PCA	Análise de componentes principais (do inglês, <i>Principal Component Analysis</i>)
PI	Padrão interno
RQ	Rancho Queimado
SJ	São Joaquim
SOD	Superóxido dismutase
SST	Sólidos solúveis totais
SPME	Microextração em fase sólida
TPTZ	2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina
UR	Umidade relativa
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 O GÊNERO <i>VITIS</i>	18
3.2 ‘SAUVIGNON BLANC’	18
3.3 VITICULTURA BRASILEIRA E EM SANTA CATARINA	19
3.4 DENOMINAÇÃO DE ORIGEM	21
3.5 QUALIDADE DOS VINHOS	22
3.5.1 COMPOSTOS VOLÁTEIS	24
3.5.2 COMPOSTOS FENÓLICOS	28
3.5.3 ESPÉCIES REATIVAS E ANTIOXIDANTES: RELAÇÃO COM OS EFEITOS BENÉFICOS DO CONSUMO DE VINHOS	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1 COLETA DO MATERIAL	34
4.2 MICROVINIFICAÇÕES	35
4.2.1 Obtenção do mosto e análises químicas	35
4.2.2 Preparação dos vinhos	36
4.3 PERFIL DE COMPONENTES VOLÁTEIS POR CG-MS.....	38
4.3.1 Microextração em fase sólida (SPME).....	38
4.3.2 Instrumentação	39
4.3.3 Análise dos dados	39
4.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	40
4.4.1 Compostos Fenólicos Totais	40
4.4.2 Flavonoides Totais	41
4.4.3 Potencial antioxidante pelo método redutor de ferro	41

4.4.4 Análise dos dados.....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 PARÂMETROS ENOLÓGICOS DOS VINHOS E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	43
5.2 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE COMPONENTES VOLÁTEIS	47
5.2.1 Análise preliminar dos vinhos.....	47
5.2.2 Estratégias de otimização	48
5.2.3 Identificação dos componentes voláteis	51
5.2.4 Avaliação quantitativa dos componentes voláteis.....	55
5.3 FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	64
6 CONCLUSÃO	71
APÊNDICE A – DADOS METEOROLÓGICOS REFERENTE AS SAFRAS 2017/18 E 2018/19 DOS PONTOS DE COLETAS DAS UVAS ‘SAUVIGNON BLANC’	85
APÊNDICE B – CROMATOGRAMAS DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES EM VINHOS ‘SAUVIGNON BLANC’ DE DIFERENTES LOCAIS DE ALTITUDE DE SANTA CATARINA.....	87

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura no Brasil está em crescente avanço, devido ao aumento na produção de uvas, ampliação no volume de uvas processadas e um grande mercado consumidor a ser alcançado (MELLO, 2015). Atualmente a área de produção vitivinícola no Brasil soma 82 mil hectares (OIV, 2019). Dados da FAO (2017), apresentam o Brasil como o 11º maior produtor mundial de uva, com produção de aproximadamente 1.912.034 toneladas.

Em Santa Catarina, inicialmente, os vinhos eram produzidos principalmente a partir de espécies americanas (*V. labrusca*), ou de híbridos interespecíficos adaptados às condições ambientais do Estado. A partir de 1998, a viticultura em Santa Catarina passou por uma intensa transformação, com o estabelecimento de novas vinhas de uvas européias (*V. vinifera*) (SCHUCK et al., 2009).

Na região Serrana do estado de Santa Catarina, o cultivo de uvas para vinhos finos (*V. vinifera*) cresceu rapidamente na última década. As regiões de altitude do Estado de Santa Catarina com altitudes de 900 a 1400 m em relação ao nível do mar, são favoráveis à produção de uva e vinho de qualidade (ZANGHELINI et al., 2019). Essas regiões são potenciais produtoras de uvas viníferas devido a atingirem índices de maturação tecnológica e fenólica que possibilitam a produção de vinhos que se diferenciam por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006).

Vinhos produzidos em localidades diferentes de uma mesma região podem possuir compostos comuns na sua composição, os quais podem se tornar marcadores químicos para vinhos produzidos nessa região (HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017). Neste cenário, surge a importância de se estabelecer as Indicações Geográficas desses produtos, constituídas pela Indicação de Procedência e a Denominação de Origem. Esta última conceitua-se como o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço (BRASIL, 1996)

Nessa região, a produção dos vinhos finos já é conhecida devido a marca coletiva Vinhos de Altitude de Santa Catarina. O reconhecimento dos vinhos de altitude desencadeou um processo de construção de um território em torno de um produto, que hoje justifica a existência de uma Indicação Geográfica (PROTAS, 2012).

Ao contrário do pensamento tradicional, a busca por produtos diferenciados ligados à identidade regional tem se mostrado uma excelente estratégia comercial nacional e internacional. Nesse sentido, vinhos produzidos em altas altitudes apresentam aromas e sabores

típicos que são muito procurados por uma importante parte de consumidores brasileiros (CALIARI et al., 2014).

Entre as cultivares brancas cultivadas na região, a ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinífera*) originária de Bordeaux, na França, está entre as escolhidas por alguns produtores por resultarem em vinhos de qualidade e de grande valor agregado (GIOVANNINI e MANFROI, 2009). Em termos gustativos, a característica mais marcante da ‘Sauvignon Blanc’ é a sua elevada acidez, o que torna os vinhos produzidos com esta uva muito interessantes, podendo influenciar significativamente nas escolhas e preferências dos consumidores (MURAT; DUMEAU 2003). Além disso, os vinhos elaborados a partir da ‘Sauvignon Blanc’ apresentam notas aromáticas intensas, sendo seus principais aromas descritos, o pimentão verde, folha de tomate, arruda, pêra, maçã verde e maracujá. Embora extensivamente estudada, a origem do aroma dos vinhos de uvas ‘Sauvignon Blanc’ ainda está longe de ser totalmente compreendida, mas parece estar associada à família dos tióis voláteis (CATANIA; AVAGNINA, 1987; COETZEE et al., 2013; GUEDES, 2008; THIBON et al., 2016).

Além da importância dos compostos voláteis para a qualidade organoléptica do vinho, os compostos fenólicos também contribuem com as características sensoriais, particularmente aquelas associadas à cor, adstringência e amargor, bem como com o nível oxidativo. Além disso, possuem reconhecidos benefícios para a saúde, pois agem como potentes antioxidantes celulares (STEFENON et al. 2010). Nesse sentido, muitos dos compostos fenólicos encontrados em vinhos apresentam atividade antioxidante tanto *in vitro* quanto em modelos experimentais *in vivo*, sendo essa propriedade frequentemente associada à atenuação e/ou prevenção de doenças associadas à produção de espécies reativas (ER) no organismo, como as doenças cardiovasculares, tumorais e neurodegenerativas (EIATTAR; VIRJI, 1999; HE et al., 2007; O’BYRNE et al., 2002). Em concordância com esses achados, estudos realizados em humanos têm encontrado associações entre o consumo moderado de vinho e a redução dos índices de doenças coronarianas (RIBEIRO; MANFROI, 2010).

Uma vez que grande parte dos compostos voláteis e fenólicos são provenientes das uvas, a grande diversidade entre as cultivares fornece diferentes características de sabor e coloração aos vinhos, de acordo com o conteúdo e o perfil desses compostos (TONIETTO; MANDELLI, 2003). Adicionalmente, essas características podem variar mesmo entre exemplares de uma mesma cultivar quando cultivadas em regiões distintas ou mesmo, em diferentes altitudes. Essas diferenças são influenciadas entre outros fatores, pelas características do solo e das condições climáticas de cada região (TONIETTO; MANDELLI, 2003). Sendo assim, o conhecimento das informações acerca do perfil de compostos aromáticos e fenólicos

nas uvas é de suma importância, visto que podem influenciar a qualidade dos produtos finais (ABE et al., 2007). Além disso, a caracterização química desses componentes é importante para a avaliação da autenticidade de produtos regionais, para a previsão de propriedades sensoriais dos vinhos e para a avaliação da estabilidade oxidativa dos vinhos (CHIRA et al., 2009; MATTIVI et al., 2002;).

Os vinhos brancos, normalmente apresentam baixas quantidades de compostos fenólicos, e como consequência, também possuem baixa capacidade antioxidante. Maiores capacidades antioxidantes podem ajudar no envelhecimento dos vinhos, impedindo a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs). Além disso, os compostos fenólicos contribuem para a estabilidade dos vinhos, bem como para a sensação geral da boca (OLEJAR; FEDRIZZI; KILMARTIN, 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivos, caracterizar o perfil de compostos voláteis e avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* de vinhos preparados a partir de uvas *Vitis vinifera* L. ('Sauvignon Blanc') cultivadas em diferentes altitudes da região Serrana de Santa Catarina.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar vinhos 'Sauvignon Blanc' produzidos com uvas cultivadas em diferentes locais da Região Serrana Catarinense nas safras de 2017/18 e 2018/19.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Elucidar o perfil de compostos voláteis presentes nos vinhos de 'Sauvignon Blanc' obtidos por microvinificação;
- b) Quantificar os compostos fenólicos (fenólicos totais e flavonoides) dos vinhos de 'Sauvignon Blanc';
- c) Avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* dos vinhos de 'Sauvignon Blanc';
- d) Comparar os vinhos produzidos nas safras 2017/18 e 2018/19.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O GÊNERO *VITIS*

A videira (*Vitis* spp.) é uma planta perene, lenhosa, sarmentosa e caducifólia, pertencente à classe Magnoliopsidae, subclasse Rosidae, ordem Rhamnales e família Vitaceae, (BARBIERI; STEEMPT, 2008). O gênero *Vitis* apresenta aproximadamente 700 espécies, sendo em sua maioria originária das regiões temperadas do Hemisfério Norte (WEN, 2007).

O gênero *Vitis* possui grande importância econômica, pois além do consumo *in natura* é também utilizado como matéria prima para produção de vinhos, sucos, entre outros produtos. A espécie mais cultivada é a *Vitis vinifera* L. originária da Europa, denominadas como variedades de uva fina, sendo destinadas principalmente para a elaboração de vinhos finos (GRIS, 2010). A *Vitis Vinifera* L. é uma planta de hábito trepador com gavinhas, lenhosa e de porte arbustivos. As flores são pequenas e de cor branco esverdeada, dispostas em ráculos. Os frutos são bagas reunidas em cachos, contendo cada uma, duas ou três sementes (POMMER, 2003).

3.2 ‘SAUVIGNON BLANC’

A variedade ‘Sauvignon Blanc’ é originária da região de Bordeaux na França, sendo caracterizada por ser uma variedade branca de brotação tardia, ciclo precoce, vigor mediano e média produção. A uva recebeu o nome em virtude da palavra francesa sauvage (que significa 'selvagem') e Blanc ('branco') devido às suas origens iniciais como uva indígena no sudoeste da França (MACNEIL, 2001).

A cultivar é sensível à antracnose e ao oídio, moderadamente sensível ao míldio e altamente sensível às podridões (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

Os vinhos ‘Sauvignon Blanc’ apresentam um aroma típico caracterizado pelos sabores verde (gramíneo, herbáceo, aspargo, pimenta verde, pimentão, folha de tomate) e tropical (groselha, toranja e maracujá) (SWIEGERS et al., 2006). As leveduras de vinho variam em sua capacidade de desenvolver todo o potencial de aroma especialmente em uvas Sauvignon Blanc, devido a diferenças em sua capacidade de liberar metabólitos aromáticos voláteis, um importante contribuinte para os frutos tropicais e aromas florais esperados nesses vinhos (PINU et al., 2012; VAN WYNGAARD, 2013; VON MOLLENDORF, 2013).

Figura 1. Cacho de uva ‘Sauvignon Blanc’



Fonte: Ingrid da Chaga Antunes

Dentre as diversas variedades cultivadas nas regiões de altitude do estado de Santa Catarina, a ‘Sauvignon Blanc’ destaca-se como a variedade branca que melhor se adaptou às condições de altitude com vinhos tranquilos varietais de elevada qualidade, acidez marcante e alta complexidade aromática (BRIGHENTI et al., 2013).

3.3 VITICULTURA BRASILEIRA E EM SANTA CATARINA

Dados do Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN, 2018) mostram que a área de produção vitivinícola no Brasil soma 79,1 mil hectares, se consolidando como o quinto maior produtor da bebida no Hemisfério Sul e é considerado um dos mercados vitivinícolas de maior crescimento no mundo. Santa Catarina ocupa atualmente o sexto lugar no ranking nacional em produção de uvas, entretanto ocupa a segunda posição como maior produtor nacional de vinhos finos (MELLO, 2015).

A produção de vinhos nacionais desenvolveu-se com base na produção de vinhos de mesa, elaborados com uvas americanas e híbridas (*Vitis labrusca*, *Vitis bourquina*), devido à maior resistência a pragas e facilidade de adaptação climática. A partir da década de 70, iniciaram os investimentos, implantações e modernizações nas vinícolas, com a produção de vinhos finos, varietais ou de corte, elaborados com uvas *Vitis vinifera* L., com maior valor agregado e, desta forma, mais competitivos no mercado consumidor de vinhos finos (SARTOR, 2014).

Neste contexto, a vitivinicultura em Santa Catarina destaca-se pela produção de vinhos finos de qualidade diferenciada, produzidos nas regiões de altitude acima de 900 m, com uvas apresentando características próprias e distintas das cultivadas em outras áreas do país, além de maturação fenólica adequada à elaboração de vinhos (BORGHEZAN et al., 2011).

O cultivo da *Vitis vinifera* L. em Santa Catarina constitui uma pequena parcela da produção, na qual é principalmente destinada para elaboração de vinhos tranquilos varietais e espumantes. Dentre as variedades mais cultivadas no Estado, estão ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Merlot’ entre as uvas tintas e ‘Chardonnay’ e ‘Sauvignon Blanc’ entre as variedades brancas (MELLO, 2015).

Apesar de ser muito recente em relação às tradicionais regiões produtoras do Brasil, os vinhos produzidos na região Serrana de Santa Catarina já possuem grande circulação no mercado vinícola. Consequentemente, a produção de vinhos de alta qualidade vem resultando em um maior desenvolvimento para as regiões produtoras, devido à sua diversificação econômica e o desenvolvimento do enoturismo (WÜRZ, 2016).

A região de altitude de Santa Catarina possui grande amplitude térmica, com baixas temperaturas noturnas, produzindo uvas com maior qualidade para produção de vinhos finos (MALINOVSKI et al., 2016). Essa amplitude interfere no metabolismo da planta, retardando o amadurecimento dos frutos e proporcionando uma maturação mais completa, produzindo assim, vinhos que se diferenciam por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2006).

São Joaquim é considerada uma região vitivinícola recente, localizada nas planícies do estado de Santa Catarina. No Brasil é considerado como o lugar mais frio do país, e fica na altitude mais alta (acima de 1300 m) em relação a outras regiões vitivinícolas do Brasil (FALCÃO et al., 2008). O clima na região de São Joaquim é classificado como “Frio, noites frias e úmidas”, segundo o Sistema de Classificação Climática Multicritério de Geoviticultura (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004). Acredita-se que as características regionais de São Joaquim (orográficas, climáticas) sejam favoráveis ao cultivo de vinhas e, consequentemente, à produção de vinhos de alta qualidade (GRIS et al., 2011).

Conforme o Zoneamento Agrícola realizado pela EPAGRI/CIRAM para o Estado de Santa Catarina, o município de Água Doce situa-se na Zona Preferencial II, ou seja, zonas propícias para o cultivo de videira *Vitis vinifera* L., onde o número de horas de frio invernal encontrado é inferior a 600 e superior a 300 horas, e durante a maturação apresenta temperaturas médias entre 17°C e amplitude térmica de 10,1°C. As condições climáticas dessa região proporcionam clima particular para a vitivinicultura prolongando e deslocando as fases fenológicas para meses com temperaturas mais amenas (PANDOLFO et al., 2008).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, Campo Belo do Sul é classificado como cwa (clima subtropical de inverno seco e verão quente), com temperatura média de 20,5°C e pluviosidade média anual de 1406 mm (FALCÃO et al., 2010; MALINOVSKI, 2009). O

município de Campo Belo do Sul faz parte de uma das três regiões que integram a associação Vinhos Finos de Altitude de Santa Catarina, oferecendo também opções como o enoturismo, atividade que cada vez mais ganha importância, aproveitando as próprias instalações e vinhedos para visitação, degusta o e até mesmo hospedagem, como forma de incrementar a renda (LOSSO; PEREIRA, 2014).

O município de Rancho Queimado possui um clima classificado como cfb (denominado clima temperado úmido, sem esta o seca e com verões amenos), classifica o de K ppen-Geiger, o qual   indicado para produ o de vinhos finos, com pluviosidade média anual de 1673 mm e temperatura média de 16,2 C. Devida a alta pluviosidade registrada no município de Rancho Queimado muitas vezes faz-se necessário que a colheita seja antecipada a fim de evitar problemas fitossanitários e que a uva produzida venha a ter uma qualidade inferior, pois, as fases de brota o até a colheita são as mais delicadas para defini o da qualidade da uva na colheita (PANDOLFO et al., 2008).

3.4 DENOMINA O DE ORIGEM

Vinhos de diferentes regiões elaborados com a mesma tecnologia, apresentam-se distintos, com características próprias. Por outro lado, mesmo que vinhos de localidades diferentes de uma mesma região possam apresentar diferenças nas composi es químicas, podem também possuir alguns compostos em comum, os quais podem servir como marcador químico para vinhos produzidos nessa região (HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017).

A partir desse conhecimento, surge a importância do conceito de denomina o de origem, que valoriza as peculiaridades das diferentes regiões de produ o e a originalidade dos produtos (TONIETTO, 2002). Dessa forma, se espera a valoriza o de produtos regionais, de pequenos e médios produtores comprometidos com o controle de qualidade em todas as etapas da cadeia produtiva, inserindo assim, o conceito de regionaliza o.

Nesse sentido, a regionaliza o na produ o de vinhos, além de agregar maior credibilidade aos produtos,   fundamental para desenvolver uma maior concentra o geográfica de empresas e conseqentemente, contribuir para o crescimento econ mico de uma região (HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017). Desde o século XIX o tema da procedência dos produtos no comércio   objeto de acordos internacionais (Acordo de Madri - 1891). No segmento vitivinícola, importantes defini es sobre denomina es de origem foram estabelecidas no século XX (O.L.V. - 1947; Acordo de Lisboa - 1958). A Organiza o

Internacional da Uva e do Vinho - O.L.V. adota, desde 1992, os termos da Resolução de Madri (TONIETTO, 2002).

No Brasil, a denominação de origem se insere em uma categoria das indicações geográficas (IG), as quais consistem na proteção de produtos e serviços cuja fama está associada à sua origem geográfica (HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017). As IG foram inseridas na atual legislação de Propriedade Industrial, nº. 9.279, de 14 de maio de 1996 (BRASIL, 1996; HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017). A Lei estabelece duas vertentes para as IG: a Indicação de Procedência (IP) e a Denominação de Origem (DO). Ela também prevê que o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) estabeleça suas condições de registro, bem como identifique os potenciais produtos passíveis de proteção. As IG são então regulamentadas também pela Resolução nº. 75/2000 do INPI (INPI, 2000).

Os conceitos estabelecidos de acordo com a Lei nº. 9.279, de 14 de maio de 1996 são:

Art. 177 – Considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço.

Art. 178 – Considera-se denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos (Brasil, 1996).

Com base nesses conceitos, se infere que as características peculiares de uma determinada região devem afetar o produto final de forma identificável e mensurável (HICKENBICK; FIGUEIREDO, 2017). Assim, quando aplicável ao setor vitivinícola, a denominação de origem busca padronizar os processos de vinificação (cortes de uva, tipos de solo, métodos de vinificação, etc), para que os vinhos de uma mesma região apresentem características similares e que portanto, representem as características daquele local. Nesse sentido, o conhecimento do perfil dos compostos que influenciam na qualidade dos vinhos de uma mesma região é de suma importância.

3.5 QUALIDADE DOS VINHOS

A qualidade dos vinhos está diretamente relacionada com a sua composição química. Neste sentido, as principais substâncias que compõem o vinho consistem em: 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 (ALI et al., 2010; SOUZA et al., 2006).

Os açúcares nas cultivares de *Vitis vinifera* são majoritariamente glicose e frutose, as quais geralmente correspondem a 99% dos carboidratos no mosto, predominando também nos grãos de uva em todos os estágios de desenvolvimento (DAUDT; SIMON, 2001). Estão entre os integrantes principais na produção dos vinhos, uma vez que são fermentados pelas leveduras para a produção de álcool. Portanto, a concentração de açúcares nas uvas é fundamental para se obter a graduação alcoólica desejada para o vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Já os polissacarídeos como as gomas, mucilagens e pectinas são derivados da arabnose, glicose e lactose, respectivamente, e devem estar ausentes nos vinhos a fim de evitar a sua precipitação na fase de estabilização da bebida (BORGES, 2008).

Assim como as gomas, mucilagens e pectinas, os compostos nitrogenados (aminoácidos, peptídeos e proteínas) devem estar ausentes ou em quantidades mínimas nos vinhos, a fim de evitar alterações na cor e limpidez, apresentando apenas discreta contribuição como complemento alimentar (BORGES, 2008).

A percepção da doçura de um vinho está associada não só à presença de açúcares, mas também a acidez conferida por ácidos oriundos das uvas, como o ácido tartárico, málico e cítrico, além de outros ácidos que podem se formar durante a vinificação (MORAES; LOCATELLI, 2010). Proporcionam a acidez necessária para a definição do frescor e sabor nos vinhos, provendo o equilíbrio entre a doçura e o álcool, o que é fundamental em vinhos brancos, além de atuar como um conservante natural que auxilia no envelhecimento da bebida (MORAES; LOCATELLI, 2010).

Os compostos voláteis, nas variadas concentrações, são transferidos da uva para o vinho durante o processo de fermentação do mosto ou pelo processo de envelhecimento. São responsáveis pelo aroma do vinho, desempenhando portanto, um papel fundamental na qualidade organoléptica da bebida (NOGUEROL-PATO et al., 2009).

Assim como os compostos voláteis, os compostos fenólicos também contribuem para o aroma dos vinhos, além de outras características sensoriais como a cor, sabor e adstringência, bem como com as propriedades antimicrobianas. Os compostos fenólicos são os responsáveis pela diferença na cor entre os vinhos brancos e tintos, uma vez que esses últimos são mantidos por um período prolongado em contato com as cascas da uva, ao contrário dos vinhos brancos que permanecem por um curto tempo em contato com as cascas (DALL'ANTONIA; ARCHELA, 2013; MORAES; LOCATELLI, 2010). Por fim, podem atuar como importantes antioxidantes nos vinhos e em contato com sistemas biológicos (STEFENON et al. 2010).

3.5.1 COMPOSTOS VOLÁTEIS

3.5.1.1 Contribuição para o aroma dos vinhos

O principal contribuinte para a percepção geral do sabor dos vinhos é o aroma. Os diversos compostos voláteis presentes nos vinhos determinam o seu aroma final, característica fundamental para a qualidade, identidade e aceitação pelo mercado consumidor (SMYTH; COZZOLINO, 2012). O aroma e o sabor do vinho são afetados pelas inúmeras variações possíveis na produção do vinho, tanto na viticultura quanto na produção do vinho. (VILANOVA et al., 2013).

A complexidade dos aromas do vinho os torna particularmente difíceis de estudar, devido a diversidade dos mecanismos envolvidos no seu desenvolvimento. Dessa forma, o aroma pode ser classificado em quatro diferentes grupos de acordo com a sua origem e sua natureza química: **aromas varietais**, dependendo da variedade utilizada, metabolismo da uva e das condições edafoclimáticas do local de cultivo; **aromas pré-fermentativos**, que ocorrem antes da fermentação, desencadeados durante a extração do suco e maceração; **aromas fermentativos**, produzidos pelas leveduras durante o processo de fermentação alcoólica e por bactérias lácticas durante o processo de fermentação malolática; e os **aromas pós-fermentativos**, que ocorrem após a fermentação, durante o processo de conservação e envelhecimento do vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Os aromas varietais provêm principalmente das uvas e esse grupo é composto principalmente de compostos voláteis, como pirazinas e álcoois monoterpênicos, que contribuem para a juventude e as notas frutadas do vinho. Os aromas pré-fermentativos originam principalmente compostos pertencentes aos grupos de C6-álcoois e C6-aldeídos, e tem como principais descritores os aromas herbáceos e vegetais. Os aromas provenientes dos processos fermentativos que são formados possuem notas de morangos e abacaxi na fermentação alcoólica e uma ampla variedade de compostos voláteis que lembram produtos lácteos durante a fermentação malolática. Os aromas pós-fermentativos também conhecidos como aromas de buquê, se desenvolvem durante o envelhecimento. Durante esse período, o aroma frutado dos vinhos jovens desaparece gradualmente e evolui para um aroma mais complexo, com frutas desenvolvidas mostrando mais idade (SWIEGERS et al., 2005).

3.5.1.2 Estrutura e classificação

O aroma do vinho possui centenas de componentes que pertencem a grupos químicos heterogêneos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres, ácidos, terpenos, C13-norisoprenoides, metoxipirazinas, compostos sulfurados, entre outros, onde variam em concentrações na faixa de ng/L até mg/L (VILANOVA et al., 2013).

Os métodos analíticos existentes usados para medir a composição e a qualidade de vinhos e demais bebidas alcoólicas não são adequados para as demandas de produção no mercado global devido ao seu alto custo e tempo de resposta lento (SMYTH; COZZOLINO, 2012). Por isso, é importante a realização de estudos dedicados a investigar a composição química dos vinhos, a fim de determinar a identidade dos compostos que contribuem para a qualidade desses produtos de cada região produtora do país.

Embora presentes em pequenas quantidades alguns compostos podem desempenhar um importante papel no aroma final do vinho, enquanto outros, em maiores quantidades, podem fazer apenas uma pequena contribuição (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). A maioria dos compostos aromáticos encontrados no vinho se enquadra na categoria insignificante, devido a sua concentração ser geralmente considerável abaixo dos valores limites. Assim, a menos que ajam sinergicamente com outros compostos, eles não podem influenciar individualmente os atributos aromáticos dos vinhos (JACKSON, 2008).

3.5.1.3 Terpenos

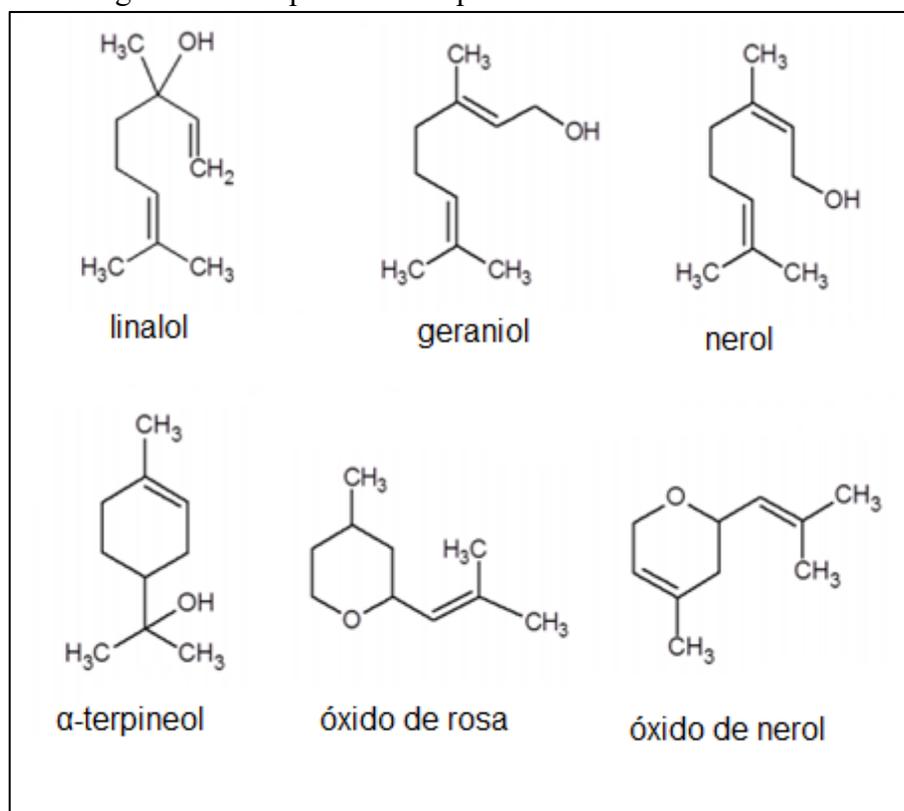
Terpenos são compostos formados principalmente por unidades de isopreno (2-metil-1,3-butadieno) e além de estarem presentes em grande quantidade no vinho, possuem baixos limiares de percepção, fazendo com que sejam de extrema relevância no que se refere à fragrância floral e frutada dos vinhos (MCCASKILL; CROTEAU, 1998).

Nas uvas, os compostos da família dos terpenos que apresentam grande relevância aromática são os monoterpenos (compostos com 10 átomos de carbonos) formados a partir do ácido mevalônico, um metabólito derivado do Acetil-CoA (STYGER; PRIOR; BAUER, 2011). Embora encontrados em baixas concentrações, eles conferem um agradável aroma floral ao vinho e possuem baixos limiares de percepção (MCCASKILL; CROTEAU, 1998).

Considerando as suas propriedades aromáticas, os monoterpenos mais conhecidos são o linalol, geraniol, nerol e α -terpineol, e os dois óxidos monoterpênicos são, o óxido de rosa e o óxido de nerol (Figura 2). Entretanto, os dióis terpênicos não apresentam propriedades

olfativas de interesse, embora possam atuar como precursores de compostos odoríferos (NICOLLI, 2013).

Figura 2. Principais monoterpênos encontrados em vinhos



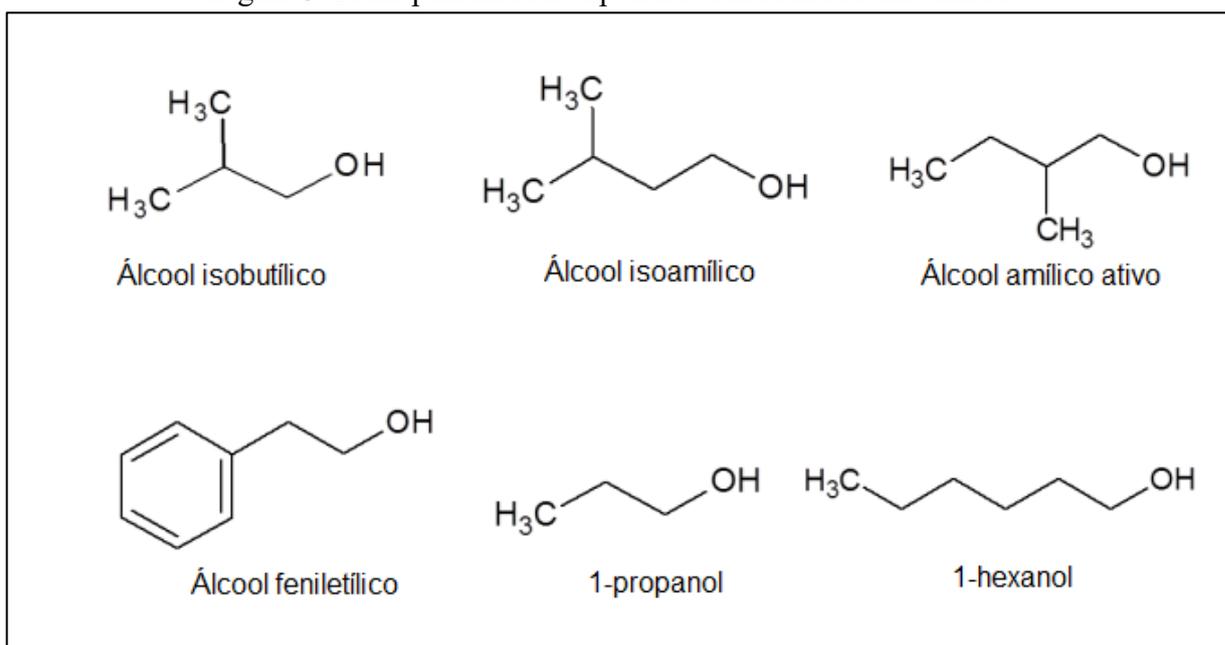
Fonte: Adaptado de SARTOR 2014.

3.5.1.4 Álcoois Superiores

Álcoois com mais de dois átomos de carbono em sua composição são conhecidos como álcoois superiores (JACKSON, 2008). Os álcoois superiores são principalmente de origem fermentativa e estão presentes em concentrações mais elevadas, variando de 100 a 550 mg.L⁻¹. Esses álcoois, como os posteriores ésteres formados por eles, possuem um odor intenso podendo ter um importante papel no aroma dos vinhos (RIBEREÁU-GAYON et al., 2006).

Os principais compostos desta classe são o 2-metil-1-propanol (álcool isobutílico), 3-metil-1-butanol (álcool isoamílico), 2-metil-1-butanol, 2-feniletanol (álcool feniletílico), 1-propanol e 1-hexanol (Figura 3).

Figura 3. Principais álcoois superiores encontrados em vinhos



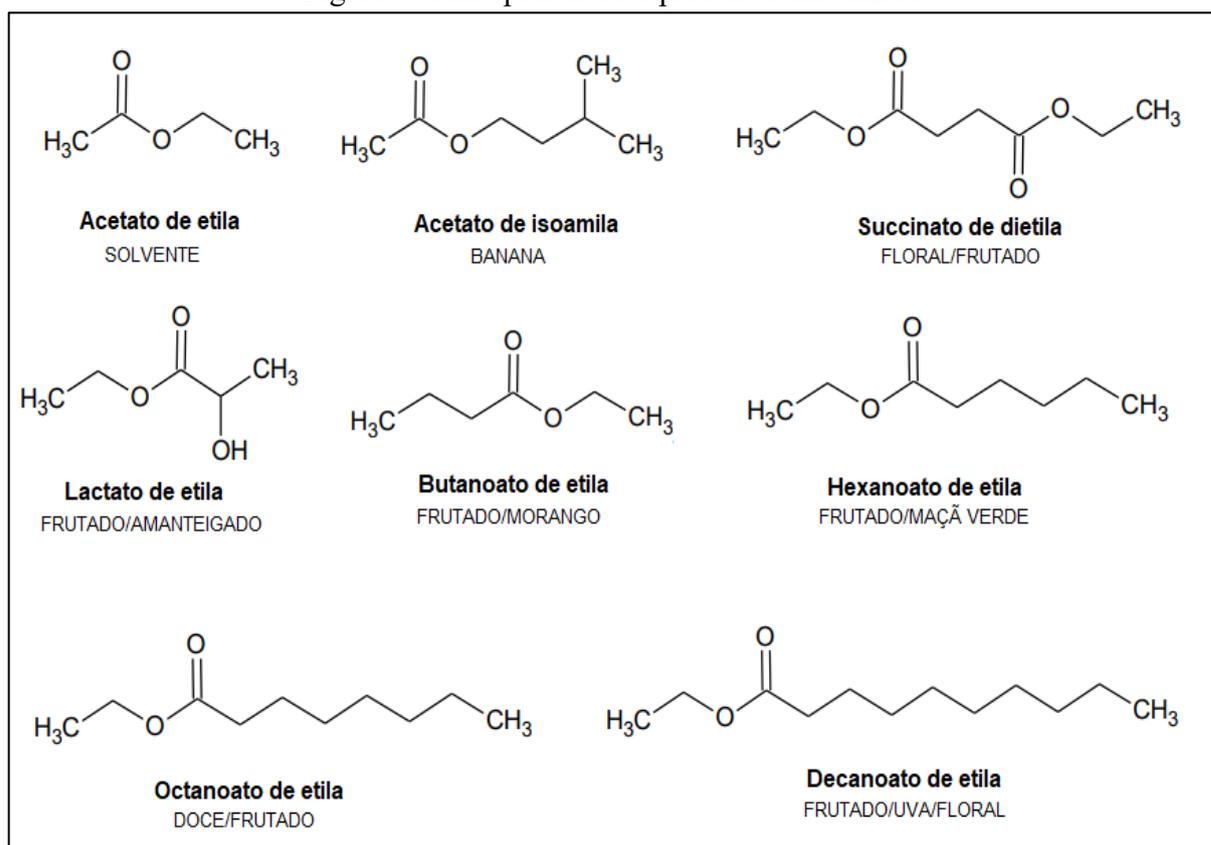
Fonte: Adaptado de SARTOR 2014.

3.5.1.5 Ésteres

Os ésteres são produtos da condensação entre o grupo carboxílico de um ácido orgânico e o grupo hidroxílico de um álcool ou fenol (JACKSON, 2008). Os ésteres podem ser divididos em classes (Figura 4) tais como: **acetatos de álcoois superiores** (acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de hexila e acetato de feniletila), **ésteres etílicos de ácidos graxos** (hexanoato de etila, octanoato de etila, decanoato de etila e dodecanoato de etila) e **ésteres etílicos de ácidos orgânicos** (succinato de dietila, lactato de etila), entre outros. Os ésteres, de modo geral, participam com notas florais e frutadas nos vinhos branco jovens, entretanto durante o envelhecimento, vão perdendo sua capacidade odorífera (RIBEREÁU-GAYON et al., 2006).

Estes compostos são de suma importância para o perfil aromático dos vinhos, uma vez que a presença de diferentes ésteres apresenta um efeito sinérgico, contribuindo para uma maior percepção dos aromas individuais que estão abaixo do limiar de percepção (JACKSON, 2008).

Figura 4. Principais ésteres presentes em vinhos



Fonte: Adaptado de SARTOR 2014.

3.5.2 COMPOSTOS FENÓLICOS

No reino vegetal, os compostos fenólicos são essenciais para o crescimento e reprodução das plantas, contribuindo para o aumento da resistência do vegetal diante de situações de estresse. Atuam como agentes protetores da ação de predadores e patógenos (apresentam atividade antimicrobiana), de reações oxidativas e da ação da luz ultravioleta (UV). Participam também do processo de lignificação da parede celular de plantas, processo este que evita o crescimento e a proliferação de microrganismos que promovem injúria no vegetal (DILLARD; GERMAN, 2000; SHAHIDI; NACZK, 1995).

Os compostos fenólicos estão entre os compostos mais importantes dos metabólitos secundários do vinho, uma vez que têm um enorme impacto nas propriedades organolépticas e logo, para a qualidade dos mesmos (GUTIÉRREZ-GAMBOA et al., 2017).

Embora usualmente sejam encontrados em concentrações mais baixas em vinhos brancos se comparados aos vinhos tintos, eles possuem um papel importante no aroma e gosto dos vinhos brancos e, portanto, para a definição do perfil sensorial desses produtos (ALLEN,

1994). Sua presença nos vinhos de uma forma geral pode ser oriunda da uva ou mesmo durante o processo fermentativo.

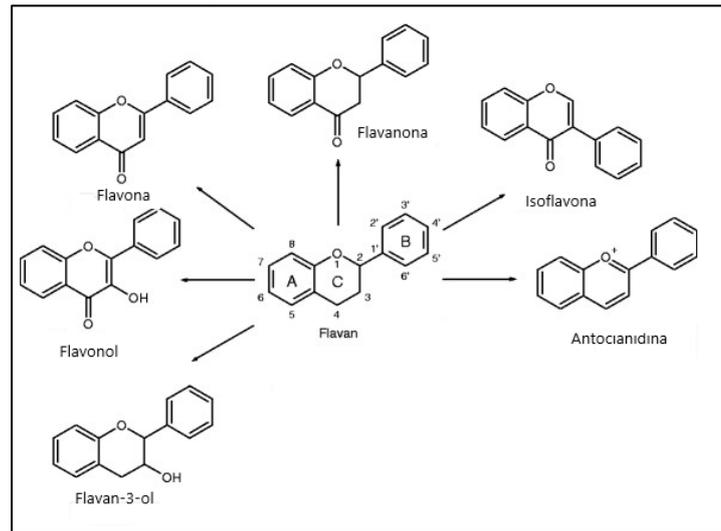
Além dos compostos fenólicos constituírem-se como fatores importantes para as características sensoriais, de cor, rigor e amargura dos vinhos, são também responsáveis pelos efeitos bioquímicos e farmacológicos, uma vez que apresentam propriedades antioxidantes (STEFENON et al., 2010). A composição fenólica dos vinhos (incluindo os brancos) varia de acordo com muitos fatores, mas principalmente com a variedade da uva, crescimento, condições climáticas e as condições de processamento (CHAMKHA et al., 2003; TORCHIO et al., 2011; FERREIRA-LIMA et al., 2016).

Considerando que durante a vinificação esses compostos participam de diversas reações originando novas estruturas e compostos, considera-se que a composição fenólica de um vinho depende também da matéria prima, da técnica de vinificação utilizada, e das reações químicas e bioquímicas (FLANZY, 2000). Assim, principalmente para os vinhos brancos, as técnicas pré-fermentativas são fatores decisivos para estabelecer boa qualidade do produto final (BOSELLI et al., 2006).

Quimicamente, os fenóis são caracterizados por apresentar um núcleo benzênico, agrupado a um ou vários grupamentos hidroxilas. A reatividade desse tipo de molécula deve-se à presença do grupo funcional fenol e ao anel benzênico que pode sofrer substituições eletrofílicas (FLANZY, 2000). São classificados em ácidos fenólicos, flavonoides, lignanas e estilbenos. Essas classes podem ser, de uma maneira geral, divididas em dois grupos: compostos não-flavonoides (ácidos hidroxicinâmicos, ácidos hidroxibenzoicos, estilbenos e tirosol), e compostos flavonoides (antocianinas, flavanóis e flavonóis) (JACKSON, 2008). Entre eles, os flavonoides possuem maior impacto nos parâmetros de qualidade do vinho (BOULTON, 2001).

A estrutura dos flavonoides (Figura 5) é composta por dois anéis aromáticos polihidroxilados, conectados a um anel pirano central que pode ser mais ou menos saturado, sendo que o número de duplas ligações (insaturação) determina a classe de flavonoides (FULCRAND et al., 2006). Os principais flavonoides encontrados em uvas e vinhos são a flavona, o flavonol (quercetina, kampferol, miricetina), flavanóis ou flavan-3-ol (catequina, procianidinas e polímeros de taninos) e antocianinas (FOGAÇA, 2012).

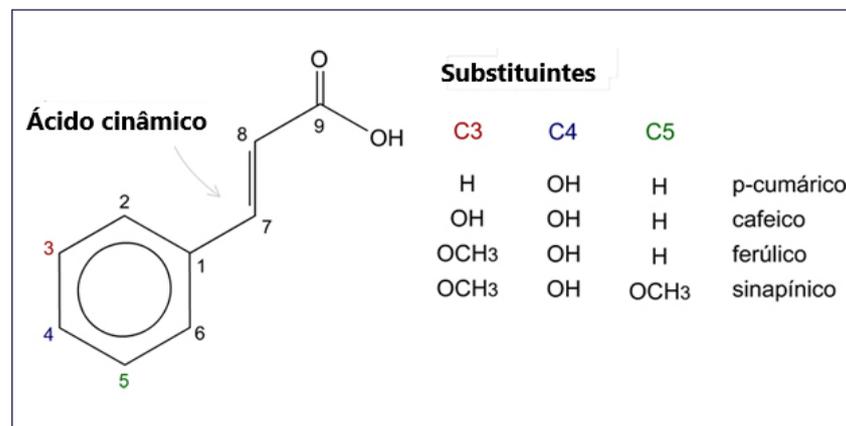
Figura 5. Estrutura química das subclasses de flavonoides



Fonte: Adaptado de BUSCH et al. 2015.

Os compostos fenólicos da classe dos **não flavonoides** são constituídos pelos ácidos fenólicos do vinho, originalmente derivados da polpa da uva, tendo por base a estrutura do fenol, contendo também um grupo carboxil $-\text{COOH}$ (SCOLLARY, 2010). Dividem-se em derivados ácidos hidróxicinâmicos e hidróxibenzóicos (PENNA, DAUDT e HENRIQUES, 2001). No primeiro grupo, estão incluídos os ácidos p-cumárico, caféico, ferúlico e sinapínico, os quais são originados do metabolismo da fenilalanina ou tirosina (Figura 6). No segundo grupo, se inclui o ácido gálico, o qual é encontrado em níveis elevados em vinhos que passam por envelhecimento em barril (RICE-EVANS et al., 1996).

Figura 6. Ácidos hidróxicinâmicos de maior ocorrência na natureza.



Fonte: Adaptado de BENOIT et al. (2007) e FERGUSON, ZHU E HARRIS (2005).

Os ácidos fenólicos são incolores em soluções alcoólicas diluídas, mas tornam-se amarelos devido a oxidação. Do ponto de vista organoléptico, esses compostos não apresentam nenhum aroma ou sabor característicos. No entanto, são precursores de fenóis voláteis

produzidos por ação de alguns microrganismos (leveduras do gênero *Brettanomyces* e bactérias) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). No suco das uvas obtidos por pressão direta dessas frutas, os compostos fenólicos existentes são majoritariamente os **não-flavonoides** (MADEIRA, 2011).

Ressalta-se ainda que uma proporção significativa do teor fenólico do vinho provém dos taninos, que são subdivididos em taninos condensados e hidrolisáveis. Os taninos condensados, conhecidos como procianidinas, são oligômeros e polímeros das subunidades catequina e epicatequina, enquanto os taninos hidrolisáveis são baseados em ácido gálico e seus derivados (BURNS et al., 2000).

3.5.3 ESPÉCIES REATIVAS E ANTIOXIDANTES: RELAÇÃO COM OS EFEITOS BENÉFICOS DO CONSUMO DE VINHOS

O consumo de bebidas (chás e sucos de frutas) e de alimentos contendo antioxidantes tem sido associado à prevenção e/ou atenuação de diversas patologias. Os flavonoides presentes no suco de uva (catequina, epicatequina, quercetina e antocianinas), por exemplo, mostraram atividade eficaz *in vitro* na inibição da oxidação do colesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*), um dos principais fatores envolvidos no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (O'BYRNE et al., 2002). Por sua vez, o consumo moderado do vinho tinto pode diminuir os índices de doenças coronarianas em até 60% (RIBEIRO; MAFROI, 2010), sendo também associado a uma redução em 49% da mortalidade por doenças cardiovasculares na França. Além disso, foi associado à redução da incidência de câncer e de doenças inflamatórias (BROWNSON et al., 2002; RIFICI; SCHNEIDER; KHACHADURIAN, 2002).

Estudos também demonstraram que compostos fenólicos presentes no vinho tinto, em especial, o resveratrol, o ácido gálico, a quercetina e a (+)-catequina apresentaram efeito antitumoral em culturas de células tumorais e/ou em animais, sendo esses efeitos associados à alterações enzimáticas ou à expressão de genes específicos (EIATTAR; VIRJI, 1999; HE et al., 2007). Por fim, o consumo de compostos fenólicos presentes no vinho parece contribuir para o menor risco de desenvolver câncer colorretal entre consumidores dessa bebida, comparado aos consumidores de cervejas e de aguardentes (PEDERSEN, JOHANSEN, GROMBAEK, 2003).

Esses efeitos benéficos associados ao consumo de vinhos e, portanto, de seus polifenóis podem estar direta ou indiretamente relacionados às propriedades antioxidantes desses compostos, pois seu principal mecanismo de ação envolve a remoção de espécies reativas (ER) (ROGINSKY; LISSI, 2005). Essa atividade por sua vez, se deve à facilidade com

que um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila aromático dos compostos fenólicos pode ser doado a uma ER e à capacidade da porção fenólica de suportar um elétron desemparelhado devido à deslocalização em torno do sistema de elétrons (KANNER et al., 1994).

As ER são definidas como moléculas orgânicas ou inorgânicas ou mesmo átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados na última camada eletrônica. Mesmo quando não possuem elétrons desemparelhados, participam de reações que dão origem a outras ER ainda mais reativas (HALLIWELL, GUTTERIDGE; 2007). Quando o elétron desemparelhado está centrado em um átomo de oxigênio, as espécies reativas são denominadas de espécies reativas de oxigênio (EROs).

As ER são naturalmente produzidas pelo organismo, e desempenham importante papel para diversas funções biológicas. Porém, o acúmulo dessas substâncias nos sistemas biológicos, tanto por fatores externos quanto por fatores internos, resulta em danos oxidativos, aumentando o risco de desenvolvimento de diversas patologias (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

Em contrapartida, o organismo possui um complexo sistema de proteção antioxidante, como mecanismo de defesa contra as ER. Os antioxidantes podem reagir diretamente com as ER e neutralizá-las as formas mais estáveis ou podem agir de forma indireta, prevenindo a oxidação lipídica através da quelação de metais, da supressão do oxigênio singlete, ou mesmo, pela remoção das EROs (DECKER, 2002).

Os antioxidantes se dividem em **sistemas enzimáticos** que são formados principalmente pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPx) e **não-enzimáticos**, os quais são constituídos por uma gama de compostos de estruturas variadas, que podem ter origem endógena ou dietética (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006; BARBOSA et al., 2010). Entre os de origem endógena, o tripeptídeo glutathione (GSH) é o antioxidante de baixo peso molecular presente em maior concentração nas células vivas (HUBER; ALMEIDA; FÁTIMA, 2008). Com relação aos antioxidantes oriundos da dieta, se destacam o α -tocoferol (vitamina E), β -caroteno (pró-vitamina-A), ácido ascórbico (vitamina C), e os compostos fenólicos, principalmente os flavonoides e poliflavonoides (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006), sendo esses últimos, conforme anteriormente mencionado, encontrados em vinhos.

O desequilíbrio entre os fatores pró-oxidantes e antioxidantes no organismo é denominado de estresse oxidativo (MACHADO et al., 2009). Tal processo conduz à oxidação de biomoléculas com conseqüente perda de suas funções biológicas ou desequilíbrio homeostático, podendo causar danos e morte celular (ANDERSON, 1996; HALLIWELL; WHITEMAN, 2004; SCHNEIDE; OLIVEIRA, 2004). Considerando que o organismo produz

ER constantemente, seja como produtos do metabolismo celular ou de outros processos fisiológicos (inflamação, defesa contra patógenos, etc), e que o estresse oxidativo decorrente de sua produção excessiva está intimamente relacionado à origem e progressão de doenças como o câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, é fundamental que além dos sistemas antioxidantes endógenos, possamos obter a ingestão adequada de antioxidantes a partir da dieta (SILVA; JASIULIONIS, 2014).

Embora existam diversas evidências relacionando o consumo de vinho tinto com efeitos benéficos à saúde humana, os estudos investigando os efeitos biológicos do consumo de vinho branco são escassos. Neste contexto, estudos envolvidos na quantificação e/ou caracterização de compostos bioativos (metabólitos secundários de plantas com atividade benéfica em sistemas biológicos) em vinhos brancos e de sua relação com propriedades antioxidantes dessas bebidas são importantes para estimular estudos posteriores que avaliem essas propriedades *in vivo*, bem como seu impacto na prevenção de doenças relacionadas à ação das ER.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 COLETA DO MATERIAL

Para a realização dos processos de microvinificação foi utilizada a variedade de uva ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinifera* L.), cultivada em regiões do estado de Santa Catarina onde são produzidos vinhos de altitude.

A coleta das uvas foi realizada em quatro vinhedos comerciais de Santa Catarina (Tabela 1), no mês de março de 2018 e 2019. As datas de coleta das uvas foram determinadas pelos enólogos responsáveis e sempre coincidiram com a colheita nas vinícolas. Os frutos foram colhidos manualmente percorrendo toda a extensão dos vinhedos em zigue-zague colhendo um cacho de uva a cada 4 ou 5 plantas.

Tabela 1. Locais de coleta das uvas de ‘Sauvignon Blanc’ safra 2017/18 e 2018/19 no estado de Santa Catarina

	CBS	RQ	SJ	AD
Altitude (m)	927	981	1301	1260
Região	Serrana	Serrana da Grande Florianópolis	Serrana	Serrana
Município	Campo Belo do Sul	Rancho Queimado	São Joaquim	Água Doce
Coleta 2018	19/02/2018	12/03/2018	12/03/2018	26/02/2018
Coleta 2019	12/03/2019	12/03/2019	12/03/2019	11/03/2019

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os quatro vinhedos comerciais produtores de vinhos de altitude em Santa Catarina onde as coletas foram realizadas pertencem às seguintes vinícolas: vinícola Abreu Garcia, localizada no município de Campo Belo do Sul, a uma altitude de 927 metros (latitude 27°40'15.25"S e longitude 50°44'40.36"O); vinícola Villaggio Grando localizada no município de Água Doce, à uma altitude de 1260 m (latitude 26°43'49.03"S e longitude 51°30'11.21"O); vinícola Villaggio Bassetti localizada no município de São Joaquim (latitude 28°14'0.33"S e longitude 49°59'32.51"O) à uma altitude de 1301 m; e a fazenda Terramilia, localizada no município de Rancho Queimado (latitude 27°42'18.98"S e longitude 49° 3'7.43"O), a uma altitude de 981 m. Os dados de latitude e longitude foram obtidos do software Google Earth (Figura 7).

As uvas foram avaliadas quanto a caracterização climática, no qual, os períodos selecionados, de setembro a março correspondem ao período da brotação à maturação

(colheita), nos municípios de Campo Belo do Sul (CBS), Rancho Queimado (RQ), São Joaquim (SJ) e Água Doce (AD). Os dados foram fornecidos pela Epagri/CIRAM a partir de estações meteorológicas situadas próximas aos locais de coleta.

Figura 7. Mapa com a localização das vinícolas onde foram realizadas as colheitas das uvas ‘Sauvignon Blanc’.



Campo Belo do Sul (latitude 27°40'15.25"S; longitude 50°44'40.36"O); Água Doce (latitude 26°43'49.03"S; longitude 51°30'11.21"O); São Joaquim (latitude 28°14'0.33"S; longitude 49°59'32.51"O); Rancho Queimado (latitude 27°42'18.98"S; longitude 49° 3'7.43"O).

Fonte: Google Earth (2020).

4.2 MICROVINIFICAÇÕES

4.2.1 Obtenção do mosto e análises químicas

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas à baixa temperatura em caixa térmica e transportadas dos vinhedos até o Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC – Campus de Curitibanos), onde foram armazenadas a 4°C por um período de 12 a 24 h até que se iniciasse as avaliações químicas. O material foi desengaçado e as uvas foram selecionadas e submetidas à maceração manual para obtenção do mosto.

A partir da obtenção do mosto peneirado, as amostras de mosto foram caracterizadas com relação a alguns parâmetros enológicos comuns relacionados à qualidade do vinho. Além da medição do pH, foi realizada a determinação dos sólidos solúveis totais (SST), expresso em

°BRIX, em um refratômetro portátil modelo RM T32 Atc. Para a análise de acidez total titulável (ATT), 5 mL do mosto foi adicionado em 75 mL de água e 100 microlitros (μL) do indicador fenolftaleína (1%). Esta solução foi titulada com NaOH (0,1 N) de acordo com a metodologia descrita por Borghezán et al. (2011).

4.2.2 Preparação dos vinhos

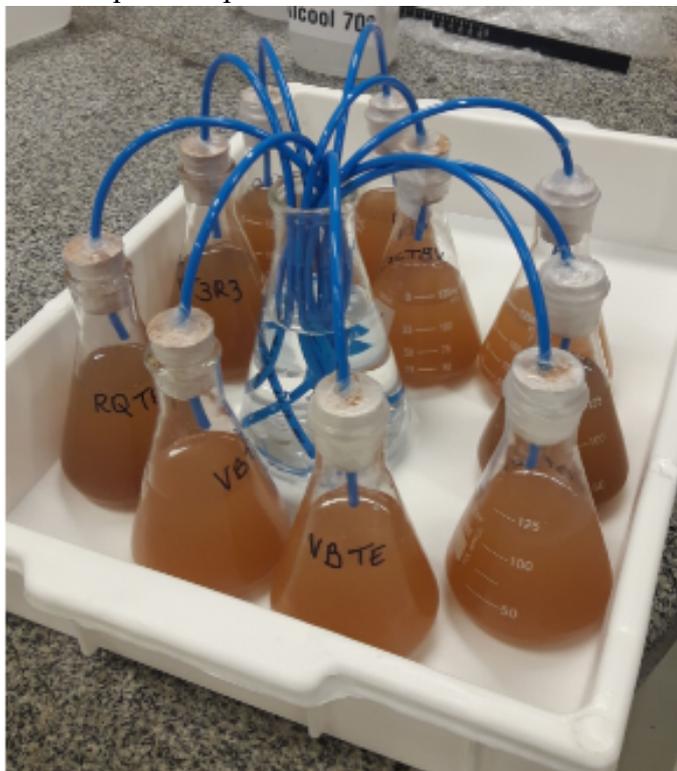
Os vinhos foram elaborados seguindo o protocolo proposto por Gutiérrez-Gamboa et al. (2017) e por Bekar et al. (2017), além da assessoria do enólogo Leonardo Ferrari, da vinícola Abreu Garcia, para que a metodologia empregada ficasse o mais semelhante possível do que é utilizada nas vinícolas. Após o desengace, 2,5 kg de uvas foram tratadas com 1,0 mL de solução de metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$, $0,1\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), o que seria equivalente à metade da dose recomendada de 20g de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ por 100 L de mosto para a elaboração do vinho, e submetidas à maceração manual para obtenção do mosto. O metabissulfito é utilizado para proteger o vinho, uma vez que suas atividades antimicrobiana e antioxidante inibem o escurecimento enzimático e não enzimático durante a produção e o armazenamento.

Para o processo de vinificação, foi utilizado um litro (1 L) de mosto, ao qual foram adicionados 2 mL de solução da enzima antibotrytis ($40\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), 2 mL de solução ($4\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$) de enzima pectolítica (Endozym ICS 10 arome) para a liberação de precursores aromáticos, 8 mL de uma suspensão de bentonite em água (proporção de 1:10; bentonite:água) para a precipitação de partículas sólidas e 2 mL de solução ($4\mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$) da enzima pectolítica Eclair (para clarificação do mosto). O mosto foi homogeneizado e colocado em geladeira à 4°C por aproximadamente 24 h para precipitação das partículas sólidas. O sobrenadante foi então separado cuidadosamente para prosseguir com o processo de fermentação, e o precipitado foi descartado.

Para a etapa de fermentação, o mosto de cada vinícola foi dividido em 4 partes de 100 mL (quatro replicatas), além de uma parte com maior volume restante de mosto, para acompanhamento da fermentação através da densidade. Para a adição da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*, Zymaflore X5 – LAFFORT, material doado pela vinícola Abreu Garcia), foi preparada uma suspensão de fermento (ou pé de cuba) levando em consideração a proporção de 20 mg de levedura para cada 100 mL de mosto. A suspensão foi preparada utilizando água destilada à temperatura entre 38 e 40°C . Após a adição da suspensão do fermento, esperou-se 5 minutos e então a mistura foi adicionada ao mosto. Todos os frascos foram tampados com rolha furada nas quais foram inseridas mangueiras com a ponta

mergulhada em um frasco com água para evitar a entrada de oxigênio no frasco fermentador e para permitir que o CO₂ produzido durante a fermentação pudesse ser liberado. A figura 8 mostra como os frascos foram tampados.

Figura 8. Esquema representativo dos frascos fermentadores.

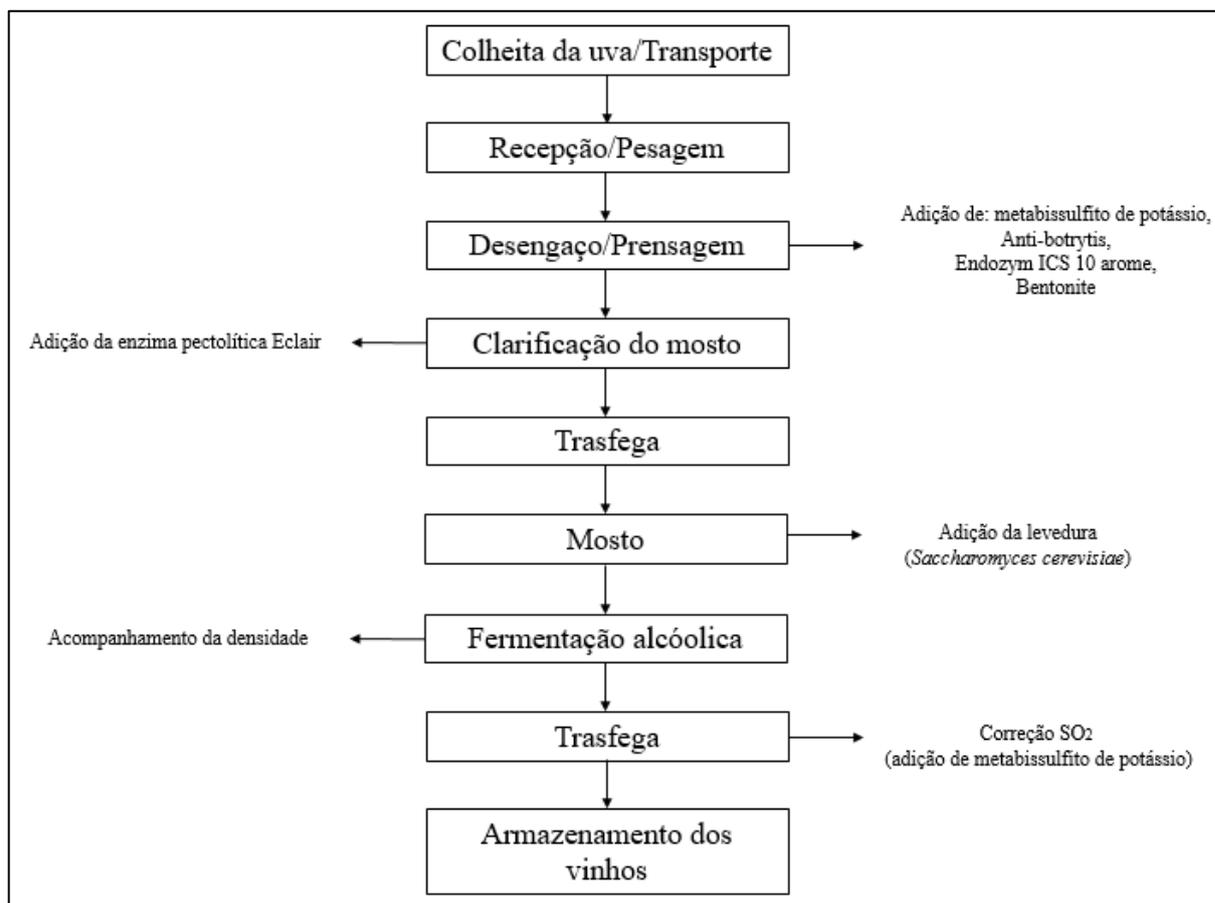


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os frascos fermentadores foram armazenados em incubadora à 12°C até a densidade baixar para 0,995 à 22°C, em um período que variou entre 22 a 28 dias. Devido ao baixo volume das amostras, não foi possível avaliar a acidez volátil, teor de açúcar e % de álcool nos vinhos, entretanto a previsão de álcool para os vinhos foi realizada através da calculadora online de ABV por meio da densidade.

Para cessar o processo de fermentação, foi adicionado 200 µL para cada 100 mL de vinho de uma solução de K₂S₂O₅ a 60 mg.L⁻¹. O vinho foi então armazenado em tubos tipo Falcon e estocados em freezer a -20°C para posterior avaliação do perfil de compostos voláteis e capacidade antioxidante *in vitro*. A Figura 9 apresenta o fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinhos brancos.

Figura 9. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho branco.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

4.3 PERFIL DE COMPONENTES VOLÁTEIS POR CG-MS

A avaliação do perfil de componentes voláteis foi realizada em colaboração com a Professora Dra. Dilma Budziak, no Laboratório Multiusuário de Análise Instrumental (LAMAI) na UFSC - Campus de Curitibanos.

4.3.1 Microextração em fase sólida (SPME)

Para a extração dos compostos voláteis por SPME foi empregada uma fibra com revestimento DVB/Carboxen/PDMS (SUPELCO analytical), a qual foi condicionada no injetor do cromatógrafo conforme recomendação do fabricante, e frascos âmbar de 40 mL com tampa contendo septo de silicone (SUPELCO).

Como estratégia de otimização da extração, um planejamento fatorial completo foi realizado para avaliar as significâncias preliminares das variáveis, assim como as interações entre as mesmas. As variáveis foram investigadas em três níveis, incluindo temperatura de

extração (10, 35 e 60°C), tempo de extração (10, 20 e 30 min), e força iônica pela adição de cloreto de sódio (0; 1,2 e 2,4 g). Cinco replicatas no ponto central foram incluídas no planejamento.

De acordo com os resultados obtidos pelo planejamento fatorial completo, no qual foi observado que os três fatores eram importantes para a extração, o planejamento Box-Behnken foi aplicado para avaliar os três principais fatores que afetam o processo de extração por SPME a fim de se obter as condições ótimas. Os parâmetros experimentais estudados foram temperatura de extração (20, 40 e 60°C), tempo de extração (20, 30 e 40 min) e força iônica pela adição de sal (1, 1,75 e 2,5 g de NaCl).

Todas as análises foram realizadas em frascos de 40 mL com 4 mL de amostra, 4 mL de água ultrapura e 5 µL de solução de carvacrol (1 µL de carvacrol por mL de metanol grau HPLC) como padrão interno, sob agitação magnética constante. Antes da inserção da fibra, o vial com a amostra foi deixado em banho de água por 5 minutos para estabilizar a temperatura da amostra. Após o término da extração, a fibra foi inserida rapidamente no injetor do cromatógrafo a gás à 250°C por 5 minutos para dessorção dos componentes adsorvidos.

4.3.2 Instrumentação

As amostras foram analisadas em cromatógrafo a gás (Agilent, modelo 7890A), acoplado à um espectrômetro de massas (MS 5975C) e com injetor automático Combipal (GC sampler 80). Foi utilizada a coluna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) com fluxo de gás Hélio de 0,8 ml.min⁻¹. A temperatura do forno foi programada de 40 a 90°C, a uma taxa de aquecimento de 8 °C por minuto, e de 90 a 250°C a uma taxa de 10°C por minuto. A temperatura do injetor foi fixada a 250°C, com injeção sem divisão de fluxo (*splitless*) e a temperatura da interface foi mantida em 300°C. O detector de massas foi operado por impacto de elétrons (EI)-mode de 70 eV em uma faixa de 35 – 450 m/z.

4.3.3 Análise dos dados

Para determinação da porcentagem relativa, os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. A identificação dos componentes foi realizada através da análise comparativa dos espectros de massas referente a cada pico com os espectros de massas de padrões autênticos e do índice de retenção linear (Kovats) para cada substância. Os índices de retenção de Kovats foram obtidos através da injeção de uma mistura de *n*-alcanos

(C7-C32; Sigma Aldrich) sob as mesmas condições utilizadas para a separação dos componentes dos vinhos.

Para estudo de comparação, foi utilizada a análise de componentes principais e de agrupamentos hierárquicos com o objetivo de avaliar diferenças e/ou semelhanças na composição química de compostos voláteis dos vinhos de altitude de diferentes locais de Santa Catarina nos anos de 2018 e 2019. Nessa caracterização dos vinhos foram considerados o álcool isoamílico, butanoato de etila, acetato de isoamila, hexanoato de etila, acetato de hexanoila, orto cimento, nerol oxido, succinato de dietil, octanoato de etila, carvacrol (padrão interno), trans-4-decenoato de etil, decanoato de etila, octanoato de isomila, e beta farneseno (e beta farn), beta selineno, viridifloreno, alfa-bulneseno, delta amorpheno e dodecanoato de etila. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R versão 3.6.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey, com 95% de confiança, a fim de verificar quais fatores afetam significativamente a resposta do procedimento de SPME.

4.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

4.4.1 Compostos Fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais em vinhos elaborados com a variedade ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinifera* L.) foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu, também conhecido por avaliar a capacidade redutora de compostos presentes em extratos e bebidas (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005). Na presença de fenóis em meio alcalino, o reagente Folin-Ciocalteu reduz o ácido fosfotúngstico e o ácido fosfomolibdico a óxidos de tungstênio e molibdênio, resultando em uma solução de coloração azul (SINGLETON; ROSSI, 1965).

O procedimento consistiu em adicionar em uma microplaca de 96 poços a mistura de 20 µl de vinho, 100 µl de Folin-Ciocalteu (1N) e 80 µl de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 7,5%. A placa foi levemente agitada sobre a bancada na horizontal, e mantida em repouso por 120 minutos à temperatura ambiente e protegida da luz. A absorbância foi medida em 765 nm em leitor de microplacas (Spectramax 190, Molecular Devices).

A concentração foi determinada em relação a curva padrão de ácido gálico. Cada experimento foi realizado em triplicata e os resultados foram expressos como a média de três experimentos independentes, em mg de equivalente de ácido gálico (EAG).L⁻¹ de vinho.

4.4.2 Flavonoides totais

O princípio do método de flavonoides totais baseia-se na medida da absorvância em 425nm do complexo formado entre o flavonoide e o alumínio do reagente de cor, formando compostos de coloração amarelada (CHRIST; MÜLLER, 1960; PEKAL; PYRZYNSKA, 2014).

O método consiste em adicionar 1mL de vinho a 0,5 mL da solução contendo cloreto de alumínio (AlCl_3) 10 mM e acetato de sódio (CH_3COONa) 50 mM. Após 30 minutos de incubação, foi realizada a leitura em 425 nm em leitor de microplacas (Spectramax 190, Molecular Devices), contra um branco. Cada experimento foi realizado em triplicata e os resultados foram expressos em mg de equivalente de quercetina (EQ).L⁻¹ do vinho, estabelecido através de curva padrão de quercetina.

4.4.3 Potencial antioxidante pelo método redutor de ferro

A determinação do potencial antioxidante redutor de ferro (FRAP) foi realizada de acordo com o método proposto por Benzie e Strain (1996), com modificações. Esse método baseia-se no poder de redução do íon férrico (Fe^{3+}) para a forma de íon ferroso (Fe^{2+}) por compostos antioxidantes, formando um complexo com o 2,4,6-tri (2-piridil)-1,3,5-triazina (TPTZ) de coloração azul, cuja absorvância é medida em 593 nm (MUDNIC et al., 2010).

Uma alíquota de cada amostra de vinhos foi adicionada a um meio de reação, contendo TPTZ 10 mM preparado em ácido clorídrico (HCl) 40 mM, cloreto férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20 mM e tampão acetato 0,3 M (pH 3,6). Após a incubação por 15 min a 37°C, a absorvância do complexo azul escuro formado entre o íon Fe^{2+} e o TPTZ foi registrada em 593 nm em leitor de microplacas (Spectramax 190, Molecular Devices). Uma curva do antioxidante Trolox, o qual consiste em um análogo hidrossolúvel da vitamina E, foi preparada. Cada experimento foi realizado em triplicata e os resultados foram expressos, ao final, como a média de três experimentos independentes em μg de equivalente de Trolox.L⁻¹ de vinho.

4.4.4 Análise dos dados

Os resultados encontrados para os fenólicos e flavonoides totais e para a capacidade antioxidante *in vitro* foram apresentados como a média \pm erro padrão. As diferenças entre os

grupos foram analisadas por Análise de Variância (ANOVA), seguido por teste de comparação de médias (Tukey) quando necessário ou analisadas por teste T de Student. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PARÂMETROS ENOLÓGICOS DOS VINHOS E CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Para avaliar se existe alguma tendência na relação entre os dados climáticos e as análises físico-químicas do mosto, foram avaliados os parâmetros físico-químicos do mosto, a precipitação pluvial, em mm e em dias de chuva, a temperatura média do ar, temperaturas máxima e mínima e umidade relativa (UR) para o período de maturação, ou seja, de janeiro a março dos ciclos 2017/18 e 2018/19 (detalhes no Apêndice A).

Os valores obtidos para as variáveis pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) de mostos obtidos da variedade ‘Sauvignon Blanc’ cultivada em diferentes regiões de altitude elevada em Santa Catarina, podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas do mosto de ‘Sauvignon Blanc’ produzidos em diferentes locais de Santa Catarina, Safra 2017/18 e 2018/19, e condições climáticas nos períodos de maturação dos frutos.

Parâmetros	Safra 2018				Safra 2019			
	CBS	RQ	SJ	AD	CBS	RQ	SJ	AD
SST (°Brix)	20,1	21,6	24,0	19,93	21,0	19,4	23,8	19,0
ATT (meq L⁻¹)	95,5	112,6	97,0	144,0	78,4	112,4	105,4	98,4
pH	3,13	3,15	3,16	3,25	3,10	3,30	3,36	3,26
<i>Condições climáticas*</i>								
Altitude (m)	927	981	1301	1260	-	-	-	-
Precipitação (mm)	470	491,6	483,8	571,91	368	422,4	452,6	641,04
Dias com chuva	40	47	46	60	43	61	49	57
Temp. média (°C)	20,27	18,25	16,61	17,89	20,53	19,26	17,38	18,62
Temp. mínima (°C)	16,45	15,60	13,31	14,44	16,68	16,62	14,15	15,34
Temp. máxima (°C)	26,14	23,06	22,14	24,05	26,25	24,04	22,77	24,41
UR (%)	84,60	91,97	83,27	91,29	83,29	89,29	83,27	86,51

CBS: Campo Belo do Sul; RQ: Rancho Queimado; SJ: São Joaquim; AD: Água Doce. *Precipitação, em mm e em dias com chuva, é mostrada como a soma dos três meses de maturação (janeiro – março), enquanto que os demais parâmetros climáticos são mostrados como a média desses três meses. Onde, SST: Sólidos Solúveis Totais, ATT: Acidez Total Titulável, UR: Umidade Relativa.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Para a variedade estudada, os valores obtidos de pH nos mostos variaram de 3,13 a 3,36. Segundo Brighenti et al. (2013), esses valores de pH são adequados para elaboração de vinhos brancos de qualidade. De acordo com Jackson (2008), a recomendação de um valor ideal de pH não é precisa, entretanto, os valores de pH variam entre 3,1 a 3,4 para produção de vinhos brancos e 3,3 a 3,6 para os tintos. O pH desempenha um papel importante na cor do vinho, estabilidade fenólica e copigmentação. O risco de oxidação aumenta em vinhos que possuem alto pH (BOULTON, 2001). Além disso, os baixos valores de pH, os quais são atribuídos aos ácidos presentes nos vinhos, são necessários para conferir um efeito antimicrobiano, evitando assim, o crescimento da maioria das bactérias nessas condições (JACKSON, 2000).

Os valores observados no presente trabalho para SST, estão dentro dos limites estabelecidos com mínimo de 14 °Brix (BRASIL, 2018), com os teores de SST obtidos dos mostos, em geral, ligeiramente maiores na safra de 2017/18 variando de 19,93 a 24 °Brix. Os açúcares da uva representam aproximadamente 90% dos sólidos solúveis totais (GUERRA, 2002) e o potencial alcoólico de um vinho pode ser estimado a partir do teor de SST do mosto (WATSON, 2003), uma vez que todo o álcool do vinho deve ser formado via fermentação, pelas leveduras (GUERRA, 2002).

As baixas temperaturas no fim do período de maturação das uvas não estimula a produção de açúcares pela via das hexoses, favorecendo a via das pentoses na produção de compostos fenólicos. No entanto, foi observado um valor de 24,0 e 23,8 °Brix, nas safras 2017/18 e 2018/19, respectivamente, para o mosto das uvas ‘Sauvignon Blanc’ de São Joaquim, cultivadas a 1301 metros acima do nível do mar. O teor de açúcar é um parâmetro importante, junto o a acidez total, para determinar o ponto de colheita das uvas empregadas na elaboração de vinhos (GUERRA, 2002). Segundo Rosier (2006), o acúmulo de açúcares nas uvas produzidas em regiões de altitude no planalto catarinense varia de 16 a 20 °Brix. Essas concentrações mais baixas de açúcares, comparadas as demais regiões produtoras de uvas e vinhos são atribuídas ao clima da região.

Os valores de ATT, outro parâmetro importante de mensuração da maturação das uvas, variaram de 78,4 a 144 meq.L⁻¹ (Tabela 2). Os maiores valores foram encontrados nos vinhos produzidos na safra de 2017/18, com exceção da vinícola localizada em SJ. Segundo a legislação brasileira para vinhos brancos, apenas o mosto obtido na safra 2017/18 em AD não está dentro dos limites estabelecidos para ATT, os quais devem estar situados entre 55 e 130 meq.L⁻¹ (BRASIL, 2018). Borghezán et al. 2011, encontraram valores similares para a variedade ‘Sauvignon Blanc’ em seu estudo sobre o desenvolvimento fenológico de diferentes variedades de uvas viníferas, durante três safras consecutivas, na região de São Joaquim-SC.

Brighenti e colaboradores (2013) também encontraram valores similares quando estudaram a variedade ‘Sauvignon Blanc’ em São Joaquim - SC, e salienta que devido ao clima frio das regiões de altitude elevada, a degradação dos ácidos é mais lenta e, como consequência, os teores de acidez titulável são mais elevados nas uvas e vinhos produzidos nesse local. Nesse sentido, a elevada acidez é um dos requisitos principais para a qualidade dos vinhos, pois afeta os aspectos visuais, o aroma, o paladar e está associada à maior longevidade do vinho (GUERRA, 2002).

Em relação aos resultados obtidos neste trabalho, a altitude parece não ser o fator determinante para a degradação dos ácidos presentes nas uvas, uma vez que as uvas cultivadas em SJ, à 1301 m acima do nível do mar, apresentaram menor acidez do que as uvas cultivadas em Rancho Queimado, à 981 m acima do nível do mar, para as duas safras avaliadas. Mesmo com temperaturas médias maiores para as duas safras nos períodos de maturação, as uvas de RQ apresentaram acidez total maior que as uvas de São Joaquim. É importante destacar que as uvas de Rancho Queimado sofrem a influência do cultivo com cobertura o que protege os frutos da umidade da chuva (VANDERLINDE et al. 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Vanderlinde et al. (2017) em uvas ‘Sauvignon Blanc’ produzidas em regiões de altitude no município de Rancho Queimado – SC, para SST 19,6 °Brix, ATT de 95,33 meq.L⁻¹ e pH de 3,13. Elevados teores de acidez da uva protegem o mosto da oxidação, dificultando a passagem do potássio para o mosto, garantindo assim um pH baixo. Além disso, favorece a apresentação de altas concentrações de substâncias nitrogenadas, garantindo o frescor, condição importante para a qualidade desses vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Marcon Filho (2016) encontrou valores de SST e ATT similares aos deste trabalho para a safra 2013 e 2014, em torno de 20 °Brix e 106 meq L⁻¹, respectivamente para a variedade ‘Sauvignon Blanc’ da região de altitude de Santa Catarina. Esses teores foram considerados apropriados para a elaboração de vinhos de qualidade. Brighenti et al. (2013) relatam que uvas da variedade Sauvignon Blanc são bem adaptadas ao clima da região de São Joaquim, e em razão de seu ciclo fenológico ser de início de brotação tardia, evita problemas relacionados à geada tardia. Esses atributos, relacionados a fatores de *terroir* específicos, proporciona o desenvolvimento de vinhos brancos de melhor qualidade, com acidez marcante, alta intensidade, complexidade e tipicidade aromática, o que demonstra o alto potencial dessa variedade para a região (BRIGHENTI et al., 2013; MARCON FILHO et al., 2015).

Em relação às condições climáticas também descritas na tabela 2, pode-se destacar que para os períodos selecionados, SJ, situada a 1301 metros acima do nível do mar, foi o local com

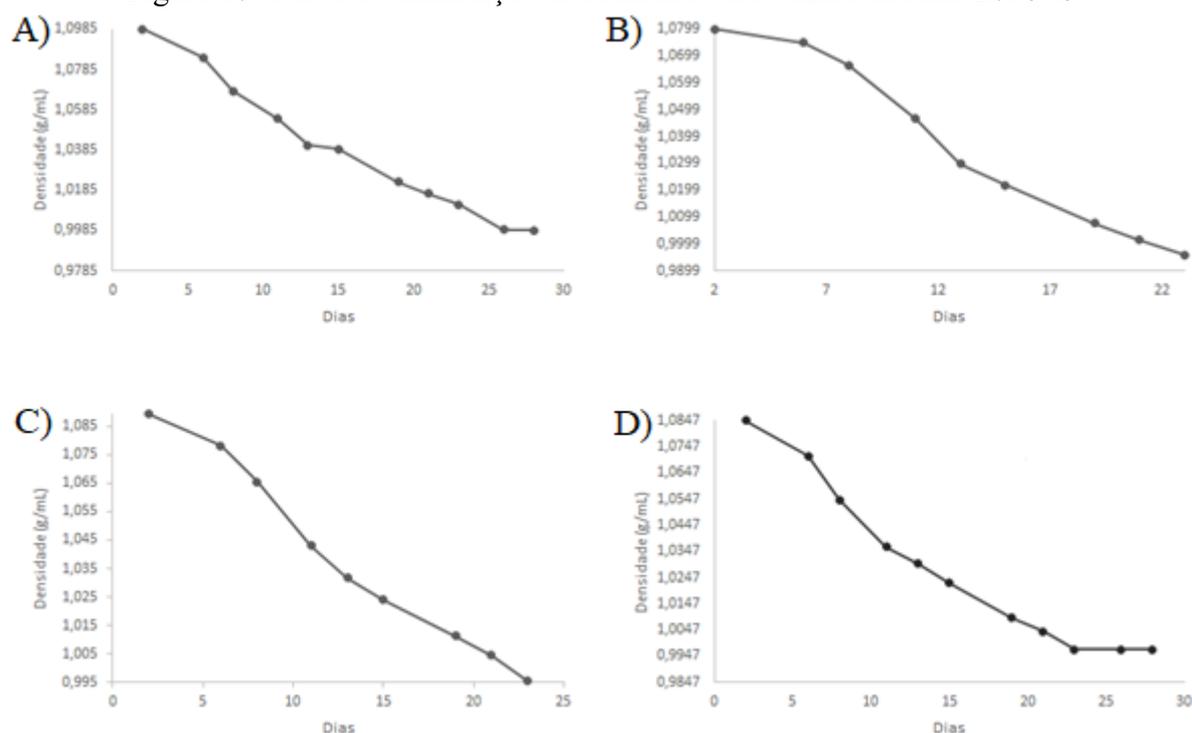
temperaturas menores para o período de maturação (janeiro a março) para ambas as safras (Tabela 2). A média de temperatura para este período nas safras 2017/18 e 2018/19 ficou 3,60 e 3,15°C, respectivamente, mais baixa que CBS, que está situado a 927 metros acima do nível do mar. O fato de as uvas de CBS terem sido cultivadas sob temperaturas médias mais elevadas e menor volume de chuva, no período de maturação, explicam a menor acidez total das uvas deste local. No entanto, é importante destacar que as uvas de SJ apresentaram valor para SST significativamente maior que as uvas de CBS e RQ. Outros fatores que podem gerar esta diferença ainda precisam ser investigados como as propriedades do solo, relevo e posição solar com o objetivo de entender esta diferença nos valores para SST.

Quando os municípios com maior altitude são comparados, SJ (1301 m) e AD (1260 m), também se observa diferenças importantes nos valores de SST. As uvas de SJ apresentaram valores de SST maiores mesmo com temperaturas médias menores no período de maturação. No entanto, houve um volume de chuva significativamente maior em AD durante o período de maturação das uvas nas duas safras o que pode ter influenciado na concentração de açúcares nas bagas.

A maturação das uvas em período com menor quantidade de precipitação e menor temperatura favorece a produção de uvas de boa qualidade para a vinificação (MADEIRA, 2011). Em anos que apresentam elevados índices pluviométricos, a colheita é realizada antecipadamente para que possam ser evitadas perdas provocadas por problemas fitossanitários, que pode comprometer a qualidade da uva (MOTA et al., 2008). O período de maturação no ano de 2018 apresentou maiores índices pluviométricos e a colheita da uva foi antecipada. O que não foi observado em 2019, principalmente em AD, onde o índice pluviométrico foi maior do que 2018 e as uvas foram colhidas mais tarde fazendo com que os índices de colheita avaliados diferissem entre os ciclos.

Não foi possível realizar a % de álcool nos vinhos, devido ao baixo volume das amostras. No entanto os dados obtidos através das densidades foram utilizados para a realização da previsão de álcool para os vinhos na safra 2018/19, através da calculadora online de ABV, onde podemos observar que os vinhos demoraram entre 23 e 28 dias até que ocorresse a estabilização da densidade, como apresentados na Figura 10.

Figura 10. Curva de diminuição da densidade dos vinhos da safra 2018/19



A: São Joaquim, B: Água Doce, C: Campo Belo do Sul e D: Rancho Queimado
 Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Podemos observar que AD apresentou menor período para estabilizar a densidade (neste caso em 0,998 g/mL), seguido de CBS, SJ e RQ. A estabilização da densidade é um indicativo de que a fermentação chegou ao fim. A densidade do vinho é consequência da graduação alcoólica e da quantidade de açúcar residual, quanto mais elevado os SST (°Brix) maior será o teor alcoólico (RIZZON; MIELE, 2004).

5.2 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE COMPONENTES VOLÁTEIS

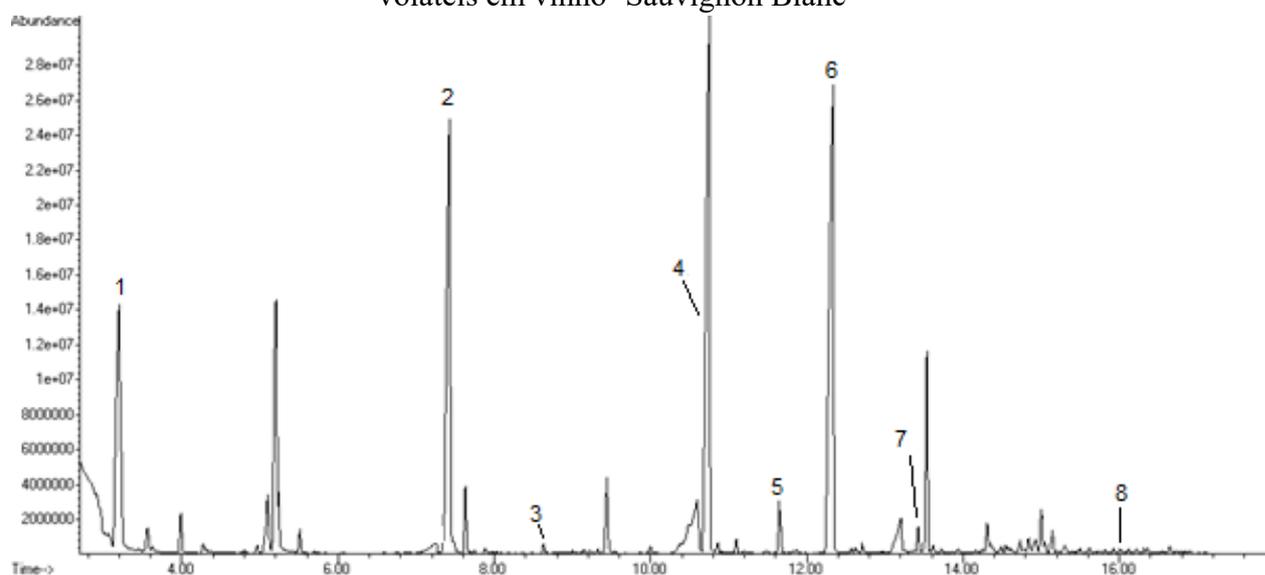
5.2.1 Análise preliminar dos vinhos

Após a obtenção dos vinhos a partir da fermentação dos mostos, as amostras foram avaliadas preliminarmente com o objetivo de planejar os experimentos de otimização da extração dos componentes voláteis por SPME (microextração em fase sólida). Inicialmente, foi avaliado uma amostra de cada vinho para determinar as possíveis diferenças no perfil de compostos voláteis. De acordo com os cromatogramas (Figuras 1 e 2 do apêndice B). Observa-se que os perfis cromatográficos dos vinhos de altitude ‘Sauvignon Blanc’ apresentam notável semelhança entre si, mostrando os mesmos componentes majoritários e praticamente a mesma

composição de acordo com o percentual relativo de área cromatográfica das classes de seus componentes nas várias amostras investigadas.

Baseado no perfil destes cromatogramas, foram selecionados 8 picos (Figura 11) para serem monitorados durante os experimentos de otimização da extração dos componentes voláteis.

Figura 11. Cromatograma representativo obtido no ponto ótimo de extração dos compostos voláteis em vinho ‘Sauvignon Blanc’



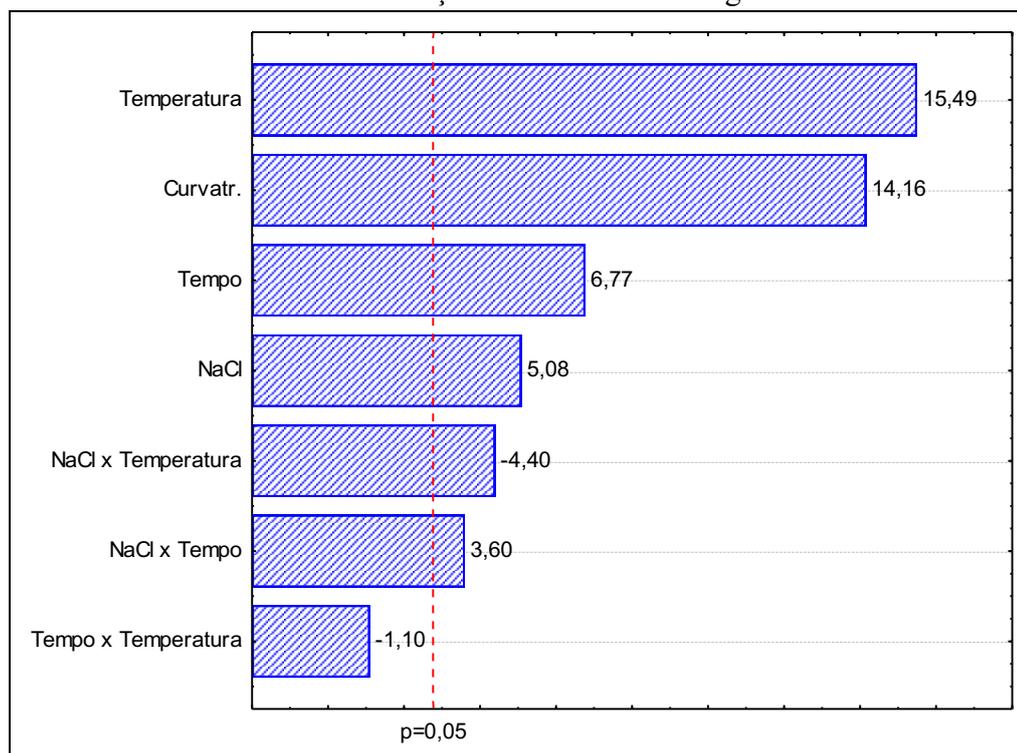
- 1) álcool isoamílico, 2) *o*-cimeno, 3) álcool fenil etílico, 4) octanoato de etila, 5) acetato de 2 fenil etila, 6) carvacrol (PI), 7) decanoato de etila, 8) dodecanoato de etila.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

5.2.2 Estratégias de otimização

No gráfico de Pareto (Figura 12) podem ser observados os dados obtidos pelo planejamento fatorial completo. Com base na análise dos efeitos dos fatores envolvidos no delineamento sobre a área dos picos selecionados, a 95% de confiança, podemos verificar que as três variáveis avaliadas (NaCl, tempo e temperatura) foram significativas, pois neste tipo de gráfico quanto maior a coluna, maior a influência (positiva ou negativa) na resposta de interesse. A otimização das variáveis que influenciam a extração dos compostos da amostra por SPME representa uma etapa analítica crucial para garantir a precisão e a sensibilidade do método para análise de headspace (FERREIRA et al., 2018).

Figura 12. Diagrama de Pareto obtido pelo planejamento fatorial completo na otimização das variáveis e suas interações em vinhos ‘Sauvignon Blanc’



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

No planejamento fatorial, foram incluídas quatro replicatas no ponto central as quais permitem que seja realizada uma checagem na curvatura, a fim de se avaliar a perda de linearidade da resposta analítica entre os níveis mínimo e máximo avaliados. Curvatura positiva indica uma maior resposta no ponto central em comparação com os níveis mínimos e máximos (BUDZIAK, 2009).

O sinal da curvatura foi grandemente influenciado pelos efeitos mais significativos indicado pelo diagrama de Pareto (efeito da força iônica pela adição de sal e tempo de extração). Variáveis mais significativas em um sistema são as que mais influenciam na curvatura, levando isso em consideração, a quantidade de NaCl utilizada deve estar na média entre as quantidades utilizadas (1,2 e 2,4 g). O sal é utilizado para ampliar a força iônica e promover o efeito conhecido como “salting out” dos compostos voláteis da matriz, dessa forma aumentando seus coeficientes de partição e por conseguinte o aumento da concentração dos analitos no headspace antes da extração (WHITON; ZOECKLEIN, 2000).

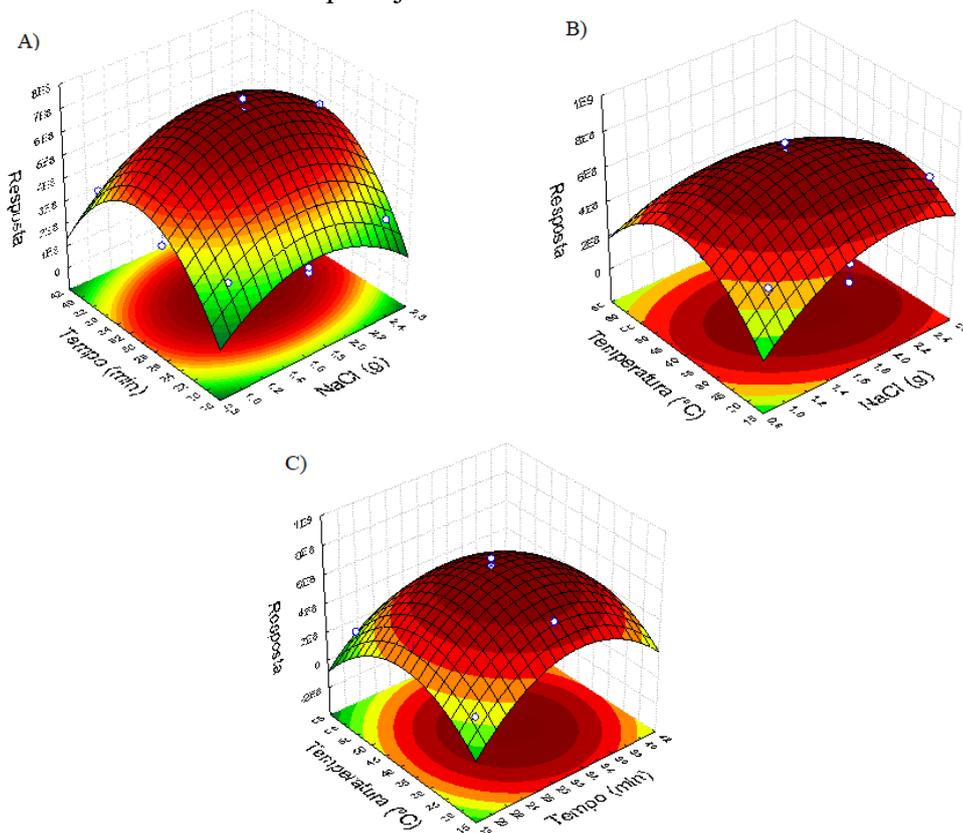
O efeito da temperatura se mostrou significativo, entretanto a extração no nível médio (35°C) apresentou melhor extração do que a 60°C. Supõe-se que altas temperaturas liberem mais analitos da fase líquida para a fase gasosa, permitindo uma melhor eficiência de

extração. No entanto, como o processo de sorção é exotérmico, altas temperaturas podem favorecer um aumento de compostos na fase gasosa, mas desfavorecer a extração dos compostos pela fibra (CÂMARA; ALVES; MARQUES, 2006).

Em vinhos, as temperaturas utilizadas para análise de compostos voláteis por SPME, variam entre 35°C e 55°C. Entretanto, esses valores podem mudar em função do tipo de vinho analisado, dos constituintes da matriz e das concentrações dos compostos analisados (WELKE et al., 2012; WHITON; ZOECKLEIN, 2000).

Para uma otimização mais apurada optou-se por um planejamento Box-Behnken, o qual é baseado em um planejamento fatorial fracionado em três níveis (Figura 13). A partir dos dados obtidos experimentalmente três superfícies de resposta foram plotadas pela combinação das três variáveis, determinando assim as condições ótimas de extração (PREU; GUYOT; PETZ, 1998). Este modelo estatístico multivariado reduz o número de experimentos necessários para determinar os coeficientes significativos para interações lineares e termos quadráticos para temperatura de exposição de fibra SPME, quantidade de NaCl e tempo para cada resposta do analito (CÂMARA; ALVES; MARQUES, 2006).

Figura 13. Superfícies de resposta obtidas na otimização das condições de extração a partir do planejamento Box-Behnken



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

O Ponto de sela é definido como um ponto crítico de uma superfície de resposta, que apresenta uma resposta de máximo para níveis de algumas variáveis e simultaneamente resposta de mínimo para níveis de outras variáveis estudadas no sistema analítico (BUDZIAK, 2009).

As superfícies da Figura 13 mostram um aumento na resposta analítica com o aumento da temperatura, aumento na concentração de sal e aumento no tempo de extração. Assim, as condições experimentais estabelecidas foram de 36°C para a temperatura, 30 minutos de extração e 1,80 g de NaCl.

5.2.3 Identificação dos componentes voláteis

Uma vez que as condições ótimas de extração foram encontradas, as amostras foram submetidas à caracterização dos componentes voláteis e quantificação de cada um dos picos presentes nos cromatogramas. Os componentes voláteis dos vinhos de ‘Sauvignon Blanc’ foram caracterizados por técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS). Para monitorar a reprodutibilidade das análises, foi incluída nas amostras de vinho, antes da extração, a substância comercial ‘carvacrol’, utilizada como padrão interno. Nos cromatogramas foram então observados 24 componentes mais o padrão interno (13). As substâncias identificadas representam os números dos picos que foram atribuídos de acordo com a ordem de eluição no cromatograma (Tabela 3).

Entre as 24 substâncias identificadas por comparação dos espectros de massas e Índice de Kovats de padrões, foram encontrados 12 ésteres, 1 ácido carboxílico, 9 terpenos, e 2 álcoois.

Tabela 3. Componentes voláteis e descritores aromáticos encontrados nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’.

Pico	Substância	TR (min)	IK exp	IK Teórico	Classe química	Descritor aromático
V1	Álcool isoamílico	3,210	738,5	741	Álcool	Frutas vermelhas/ Framboesa
V2	Butanoato de etila	3,971	799,0	804	Éster	Maçã/Pêssego
V3	Acetato de isoamila*	5,196	877,1	*	Éster	Banana/Pera
V4	Acetato de 2-metil butila	5,225	878,7	881	Éster	-
V5	Hexanoato de etila	7,441	999,0	998	Éster	Maçã verde/ Floral/ Morango Frutado
V6	Acetato de hexanoila	7,639	1011,0	1009	Éster	Pera
V7	Orto cimeno	7,886	1026,1	1026	Terpeno	Floral
V8	Álcool fenil etílico	9,488	1118,0	1107	Álcool	-
V9	Nerol óxido	10,071	1155,1	1158	Terpeno	Herbáceo/Rosa
V10	Succinato de dietil	10,501	1181,1	1179	Éster	Floral/Frutado
V11	Octanoato de etila	10,807	1199,0	1197	Éster	Abacaxi/Pera/ Frutado/Doce
V12	Acetato de 2 fenil etila	11,661	1258,5	1258	Éster	Rosa/Mel/ Tabaco
V13	Carvacrol**	12,346	1304,0	*	Terpeno	Orégano/ tomilho
V14	Ácido decanóico*	13,365	1379,6	*	Ácido carboxílico	Rançoso/ Gordura
V15	Trans-4-decenoato de etila	13,446	1385,4	1382	Éster	Caju/Floral
V16	Decanoato de etila	13,598	1396,1	1396	Éster	Uva/Frutado
V17	α -gurjunemo	13,946	1423,9	1410	Terpeno	-
V18	Octanoato de isoamila*	14,204	1444,5	*	Éster	Esmalte/Banana passada
V19	E beta farneseno	14,360	1456,9	1457	Terpeno	Floral
V20	Beta selineno	14,738	1486,2	1490	Terpeno	Frutado/verde/ Floral
V21	Viridifloreno	15,007	1507,6	1497	Terpeno	Louro (tempero)
V22	Alfa-bulneseno	15,149	1519,9	1510	Terpeno	-
V23	Delta amorpheno	15,309	1533,6	1512	Terpeno	Amadeirado
V24	Ledol	15,933	1585,7	1569	Terpeno	Ervas
V25	Dodecanoato de etila	16,008	1591,8	1595	Éster	Cera/Sabão

*Componentes caracterizados com bases na comparação dos espectros de massas da base de dados do software.

**Padrão interno. TR: Tempo de retenção, IK exp: Índice de Kovatz experimental, IK teórico: Índice de Kovatz teórico.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os compostos observados em maior quantidade foram os ésteres, onde juntamente com o etanol, apresentam intensa capacidade odorífera, desempenhando importante papel na

formação do aroma do vinho, contribuindo para a formação de aromas frutados, característicos de vinhos brancos jovens (RIBÉREAU-GAYON et al. 2006; JACKSON, 2008).

Vários compostos químicos contribuem para a composição aromática de um vinho. Os compostos que mais influenciam no aroma dos vinhos 'Sauvignon Blanc', são os tióis voláteis e as metoxipirazinas, que contribuem significativamente no caráter típico do vinho (COETZEE; DU TOIT, 2015). Entretanto, esses compostos não foram encontrados nos vinhos elaborados.

Os ésteres são os principais contribuintes para os aromas de frutas nos vinhos (COETZEE; DU TOIT, 2015). Ésteres etílicos, como os acetatos, são produzidos enzimaticamente durante a fermentação da levedura e a partir da etanolise de acetyl-CoA, que é formada durante a síntese ou degradação de ácidos graxos. A concentração desses compostos depende de vários fatores, incluindo a cepa da levedura, a temperatura de fermentação, o grau de aeração e o teor de açúcar (PERESTRELO et al., 2006). Os ésteres etílicos contribuem para definir o aroma frutado dos vinhos brancos, e, são muito importantes, por serem atribuídos ao efeitos protetores na vinificação, que diminui rapidamente a disponibilidade de oxigênio, permitindo preservar as quantidades de ésteres durante o armazenamento a baixa temperatura (BOROSKI et al., 2017; ROUSSIS; LAMBROPOULOS; TZIMAS, 2007; PATRIANAKOU; ROUSSIS, 2013).

Os ácidos graxos, dos quais os mais abundantes são os ácidos acético, hexanóico, octanóico e decanóico, contribuem para o sabor fresco do vinho. Entretanto, em altas concentrações de ácidos graxos, sabores indesejados descritos como "rançoso", "extravagante" e "vinagre" podem se desenvolver (SCHREIER; JENNINGS, 1979; LAMBRECHTS; PRETORIUS, 2000). Apenas um ácido foi detectado nos vinhos analisados (ácido decanóico). Esse tipo de aroma é produzido durante a fermentação alcoólica e suas características são percebidas pelos seres humanos quando a concentração é superior a 20 mg.L^{-1} (JACKSON, 2008).

Em vinhos brancos, os monoterpenos desempenham um papel importante no aroma dos vinhos, sendo um grupo de compostos aromatizantes característicos de uvas específicas usadas para a produção de vinho. Estes compostos são responsáveis pelos aromas florais e frutados associados ao aroma primário dos vinhos (CALIARI, 2014). A concentração total de álcoois monoterpenos diminui acentuadamente durante o envelhecimento. O declínio dos compostos geraniol, linalol e citronelol é especialmente acentuado. Por outro lado, as concentrações de óxidos de linalol, óxido de nerol, hotrienol e α -terpineol aumentam (JACKSON, 2008). Em vista de seus altos limiares de percepção (1 a 5 mg.L^{-1}), os óxidos de linalol e de nerol têm muito pouco impacto olfativo nos vinhos (RIBÉREAU-GAYON, 2006).

Os vinhos ‘Sauvignon Blanc’ podem oferecer uma variedade de estilos de vinhos dependendo do clima em que são produzidos. Quando produzidas em climas mais quentes, os vinhos podem apresentar caracteres de frescos e frutados que lembram "goiaba", "toranja", "groselha" e "maracujá". Entretanto, quando cultivadas em regiões com climas mais frios, os vinhos produzidos apresentam um estilo mais "verde" proporcionando nuances de aroma como "pimenta verde", "gramada" e "aspargos" (LUND et al., 2009). O aroma do vinho ‘Sauvignon Blanc’ muda drasticamente seu buquê aromático durante um período de apenas um ano na garrafa (HERBST, 2010).

Os aromas “verdes” nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’ podem ser obtidos através do gerenciamento da vinha, entretanto, os caracteres “tropicais” são amplamente dependentes da cepa de levedura de vinho usada durante a fermentação. Portanto, a seleção de leveduras é uma das ferramentas mais promissoras para manipular os aromas de maracujá, toranja e groselha nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’. A combinação entre influências ambientais e vitivinícolas e práticas de vinificação determina o delicado equilíbrio de aromas frutados e tropicais e os aromas verdes e herbáceos que definem a qualidade dos estilos ‘Sauvignon Blanc’, qualidade essa muito apreciada pelos consumidores (SWIEGERS et al., 2006).

Welke (2012) em seu estudo sobre os a caracterização dos compostos dos voláteis dos vinhos gaúchos, observou que os voláteis associados aos vinhos ‘Sauvignon Blanc’ são dodecanoato de etila, succinato de dietila, 2,3- butanodiol, octanoato de isoamila, 3-metildecanoato de butila, 3-penten-2-ona, lactato de etila e lactato de isoamila, três dos quais também foram encontrados no presente estudo. A autora ainda destaca que a maioria dos terpenos encontrados (4-careno, ρ -cimeno, óxido de linalool, β -santalol, terpinen-4-ol, nerol, linalool e α -calacoreno), são encontrados na literatura como compostos que contribuem positivamente para o aroma do vinho.

O estudo realizado por Marcon Filho (2016), para quantificar os compostos químicos e o aroma varietal com vinhos comerciais de ‘Sauvignon Blanc’ elaborados nas regiões de altitude catarinense em comparação com os vinhos ‘Sauvignon Blanc’ neozelandeses, revelaram que os compostos que mais contribuíram para os aromas da ‘Sauvignon Blanc’ nos vinhos de altitude foram: acetato de isoamila com descritor aromático frutado, banana e pera, hexanoato de etila, com aroma de maçã verde, β damascenona com aroma floral e butanoato de etila com aroma frutado, maçã e pêssego, sendo os três compostos encontrados nos vinhos do presente estudo, além de β damascenona com aroma floral.

5.2.4 Avaliação quantitativa dos componentes voláteis

Para a avaliação quantitativa dos componentes voláteis, a concentração de cada componente foi determinada utilizando a área do padrão interno carvacrol (V13) como referência. Para todas as análises, o PI foi adicionado na concentração 0,6100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Para cada um dos 25 picos/componentes encontrados, foi realizado uma ANOVA seguida por teste de comparação para avaliar o efeito dos compostos nos diferentes locais nas duas safras (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração total (em $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) obtida através dos picos para os 24 componentes presentes nas amostras dos diferentes locais da região serrana de Santa Catarina.

Variável	2018				2019			
	CBS	RQ	SJ	AD	CBS	RQ	SJ	AD
V1	0,2199a	0,1792a	0,1890a	0,1828a	0,1574a	0,2441a	0,1778a	0,1483a
V2	0,0201a	0,0168a	0,0179a	0,0142a	0,0057b	0,0103b	0,0073b	0,0067b
V3	0,1181a	0,0649b	0,0792b	0,0900b	0,0159a	0,0113a	0,0110a	0,0145a
V4	0,0189a	0,0203a	0,0264a	0,0220a	0,0061b	0,0057b	0,0047b	0,0035b
V5	0,3776a	0,3841a	0,4405a	0,3738a	0,0884b	0,1345b	0,9067b	0,1019b
V6	0,0318c	0,0580b	0,0540b	0,0883a	0,0075b	0,0253b	0,0069b	0,0173b
V7	0,0053a	0,0052a	0,0059a	0,0022a	0,0032a	0,0029a	0,0030a	0,0028a
V8	0,0414a	0,0503a	0,0501a	0,0433a	0,0403b	0,0419b	0,0372b	0,0352b
V9	0,0033a	0,0017bc	0,0020b	0,0009c	0,0009a	0,0009a	0,0009a	0,0009a
V10	0,0134b	0,0243a	0,0269a	0,0300a	0,0009b	0,0043b	0,0031b	0,0011b
V11	0,4290b	0,3464b	0,4072b	0,9464a	0,1989b	0,2987b	0,2046b	0,2124b
V12	0,0276b	0,0273b	0,0565a	0,0314b	0,0048b	0,0048b	0,0039b	0,0060b
V13	0,6100a	0,6100a	0,6100a	0,6100a	0,6100a	0,6100a	0,6100a	0,6100a
V14	0,0346a	0,0175c	0,0236b	0,0148c	0,0070b	0,0082b	0,0094b	0,0080b
V15	0,0159b	0,0232b	0,0621b	0,1815a	0,0062b	0,0145b	0,0040b	0,0021b
V16	0,0840b	0,1692ab	0,1204b	0,2363a	0,0394b	0,0981b	0,0016b	0,0043b
V17	0,0010b	0,0010b	0,0014b	0,0010b	0,0016a	0,0019a	0,0018a	0,0017a
V18	0,0014a	0,0015a	0,0060a	0,0029a	0,0012a	0,0012a	0,0010a	0,0011a
V19	0,0131a	0,0038b	0,0037b	0,0062ab	0,0044a	0,0052a	0,0058a	0,0044a
V20	0,0083a	0,0104a	0,0086a	0,0089a	0,0019b	0,0049b	0,0038b	0,0016b
V21	0,0253a	0,0295a	0,0251a	0,0285a	0,0048b	0,0050b	0,0075b	0,0046b
V22	0,0163a	0,0188a	0,0157a	0,0169a	0,0042b	0,0053b	0,0052b	0,0039b
V23	0,0080a	0,0090a	0,0080a	0,0084a	0,0018b	0,0022b	0,0015b	0,0017b
V24	0,0030c	0,0036b	0,0033bc	0,0052a	0,0007a	0,0009a	0,0008a	0,0007a
V25	0,0044c	0,0098b	0,0067bc	0,0206a	0,0020b	0,0030b	0,0014b	0,0013b

V1: álcool isoamílico, V2: butanoato de etila, V3: acetato de isoamila, V4: acetato de 2-metil-butila, V5: hexanoato de etila, V6: acetato de hexanoila, V7: orto cimeno, V9: nerol oxido, V10: succinato de dietil, V11: octanoato de etila, V12: acetato de 2 fenil etila, V13 carvacrol (PI), V14: ácido decanóico, V15: trans-4-V16: decenoato de etil, V16: decanoato de etila, V17: α -gurjunemo, V18: octanoato de isomila, V19: e beta farneseno, V20: beta selineno, V21: viridifloreno, V22: alfa-bulneseno, V23: delta amorpheno, V24: Ledol V25: dodecanoato de etila.

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as vinícolas dentro da mesma safra, de acordo com o teste de Tukey. **Os valores da áreas absolutas são médias de 3 análises.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

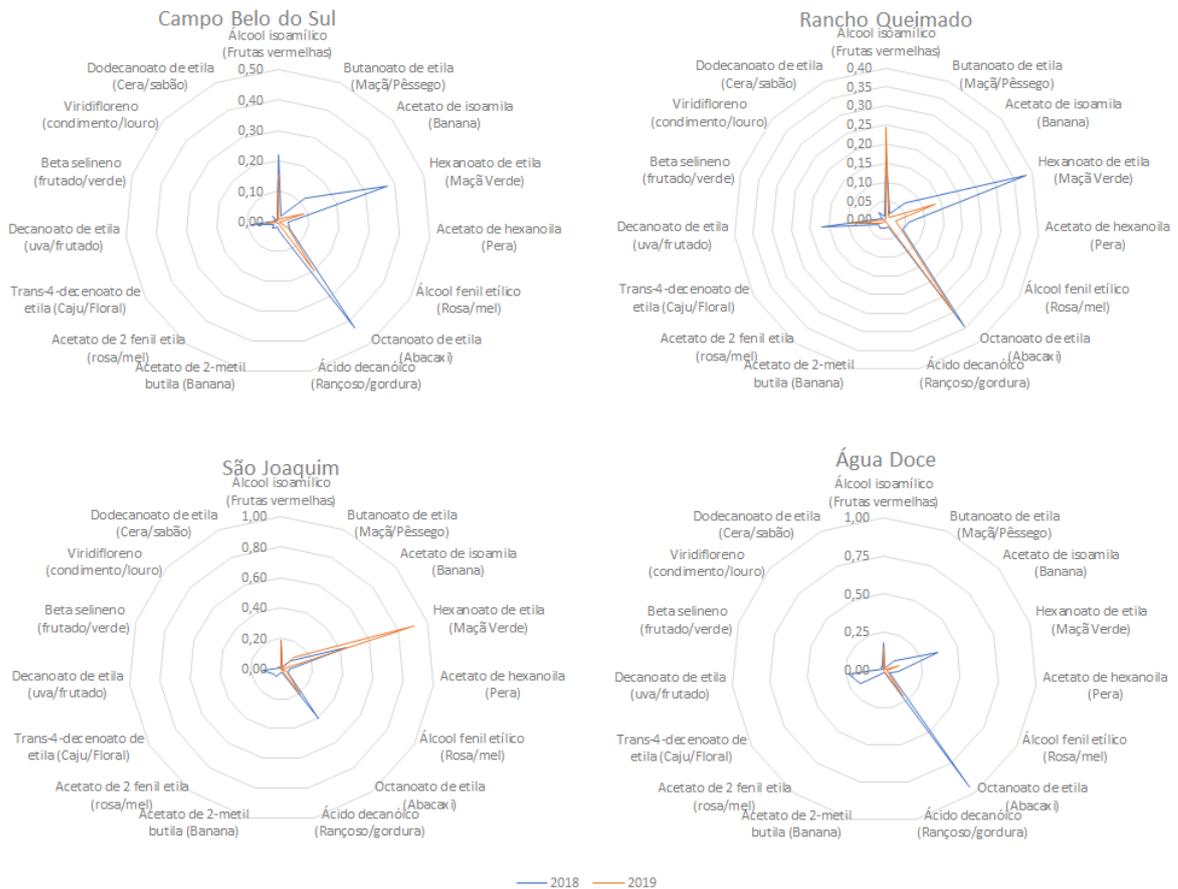
Não houve diferença estatística entre os diferentes vinhos e entre as safras para os compostos V1, V7 e V18. Nos compostos V2, V4, V5, V8, V17, V20, V21, V22 e V23 não houve diferença estatística entre os vinhos das 4 vinícolas, entretanto houve diferença entre as

duas safras, com concentrações maiores desses compostos na safra de 2017/18, com exceção do composto V17, em que a concentração foi maior na safra 2018/19. A concentração do padrão interno V13 também permaneceu a mesma tanto entre as regiões quanto entre as safras, nos mostrando que houve uma boa reprodutibilidade na realização das análises.

O éster V3 foi encontrado em maiores quantidades em CBS, não diferindo entre os demais locais em ambas as safras. Já para o composto V10, o valor encontrado em CBS foi inferior aos encontrados em outros vinhos na safra de 2017/18, porém, na safra de 2018/19, a concentração desse composto não variou entre as vinícolas. Para os Terpenos V9 e V19, CBS também apresentou maiores concentrações em relação aos demais vinhos na safra 2017/18, porém, as concentrações de ambos não variaram em relação às demais vinícolas na safra de 2018/19. AD, por sua vez, mostrou maiores resultados para os compostos V6, V11, V15, V16, V24 e V25 na safra 2017/18.

Para avaliar o impacto da concentração dos componentes no aroma dos vinhos, foram selecionados os componentes com concentração maior que $0,0050 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ em todas as análises e foi realizado o gráfico de radar para comparar a diferença nos compostos entre as safras estudadas como demonstrado a seguir, na figura 14.

Figura 14. Gráfico radar dos compostos voláteis presentes nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’ entre as safras 2017/18 e 2018/19.



Os vinhos analisados apresentaram complexidade aromática muito semelhante entre as safras estudadas, entretanto, podemos observar diferenças na quantidade dos compostos presentes. Para todos os vinhos, o composto octanoato de etila (V11) foi o que apresentou maior distância na escala, no qual contribui com o aroma de abacaxi nos vinhos, seguido dos compostos hexanoato de etila (V5) no qual apresenta aroma de maçã verde, álcool isoamílico (V1) com aroma de frutas vermelhas e o composto decanoato de etila (V16) com aroma de uva/frutado.

A safra 2017/18 em CBS apresentou maiores quantidades dos compostos em relação a safra 2018/19, além de apresentarem os compostos dodecanoato de etila (V25) que confere aroma de cera/sabão e o composto trans-4-decenoato de etila (V15) aroma caju/floral foram encontrados em maiores concentrações na primeira safra. Em RQ, os compostos V11, V5 e V16 foram encontrados em maiores concentrações na safra de 2017/18, a qual diferenciou-se por serem encontrados na safra 2017/18 os compostos acetato de 2-metil butila (V4) com aroma da banana e o composto viridifloreno (V21) com aroma de condimentos como o louro. SJ foi o

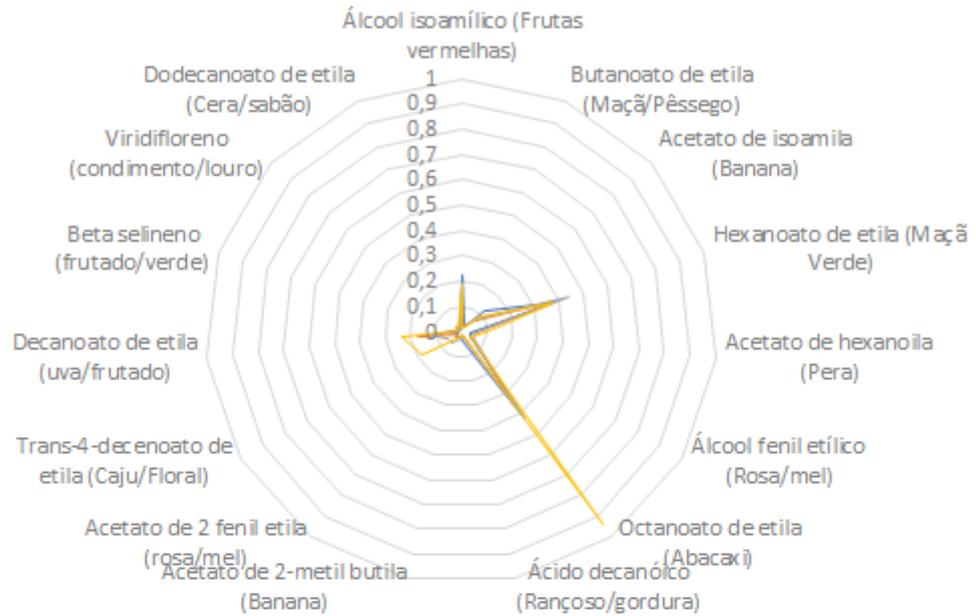
vinho que apresentou menores quantidades para os compostos V1 e V16, nas duas safras estudadas, entretanto o composto V5 que confere aroma de maçã verde foi encontrado em maiores concentrações na safra 2018/19 e o composto V4 foi encontrado na safra 2017/18. O composto V16 foi pouco encontrado em AD na safra 2018/19, puxando apenas pelos demais aromas do abacaxi, maçã verde e frutas vermelhas.

Para complementar os resultados foi realizado o gráfico de radar para comparar a diferença nos compostos entre os vinhos produzidos. Desta forma podemos observar que na Figura 15A, os vinhos de AD e RQ na safra de 2017/18 apresentaram um perfil mais semelhante entre eles, o mesmo encontrado para os vinhos SJ e CBS para a mesma safra. Na safra de 2018/19 (Figura 15B) embora encontrados os mesmos compostos, a quantidade nos vinhos foi diferente, onde os vinhos de CBS e AD foram semelhantes, entretanto diferente dos vinhos de RQ, o qual diferiu do vinho SJ que apresentou maiores quantidades dos compostos octanoato de etila e hexanoato de etila.

Figura 15. Gráfico radar dos compostos voláteis presentes nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’

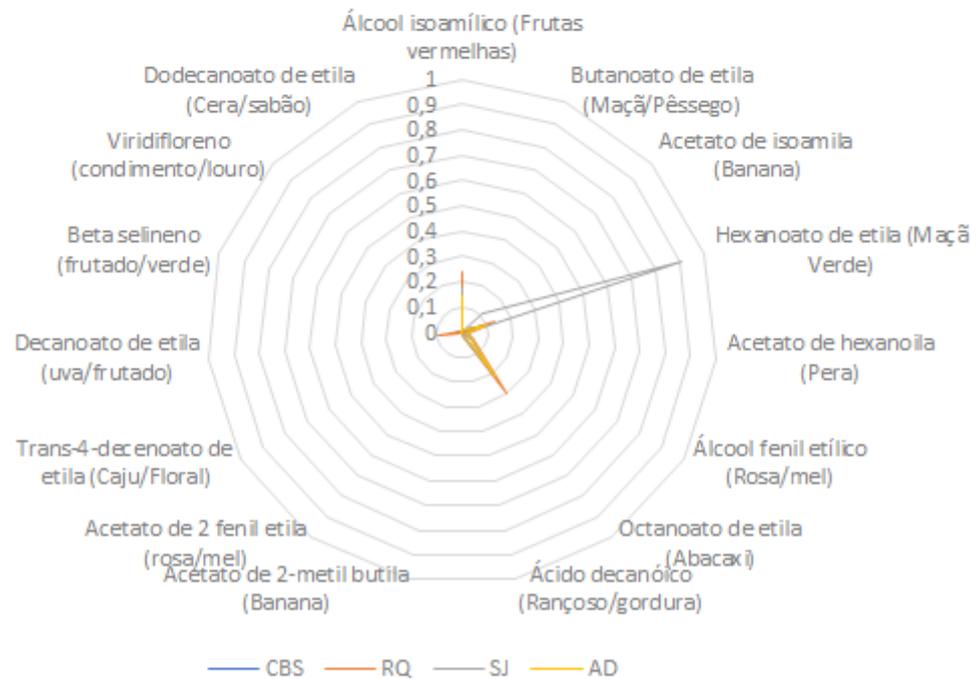
A)

2017/18



B)

2018/19

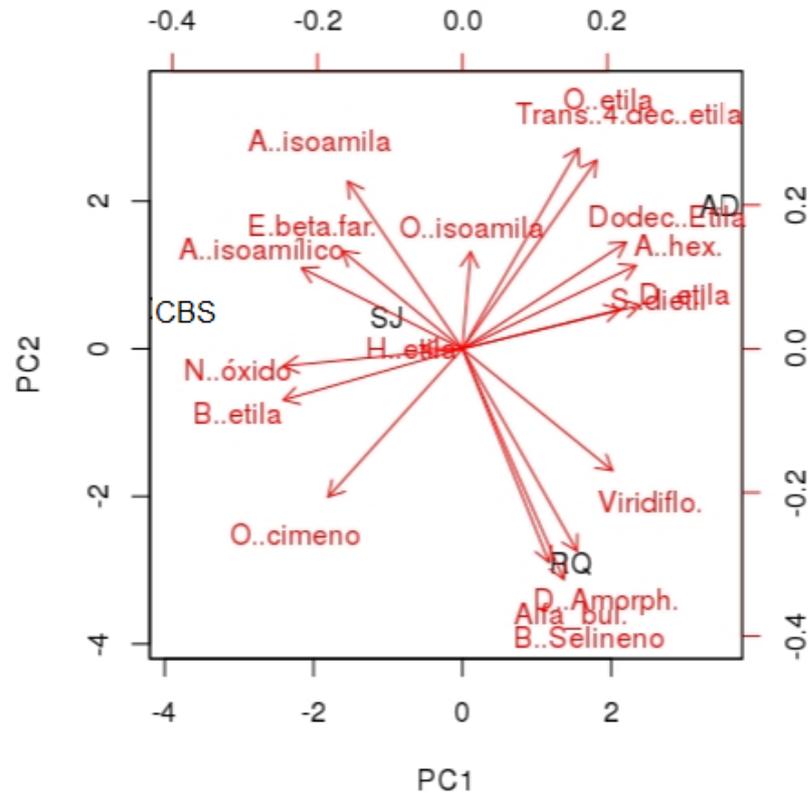


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Essas diferenças, embora pequenas, nos mostram que há uma tendência para os resultados. Dessa forma para uma comparação mais precisa em relação à concentração dos componentes nas amostras, foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA) e de agrupamentos hierárquicos com o objetivo de avaliar diferenças e/ou semelhanças na composição química de compostos voláteis dos vinhos de diferentes locais de Santa Catarina nos anos de 2018 e 2019.

Na PCA (Figura 16), observou-se dissimilaridade entre as quatro vinícolas no ano de 2018. Houve covariância para os vinhos ‘Sauvignon Blanc’ entre os locais de coleta (CBS, RQ, AD e SJ) e os compostos analisados. Em RQ podemos observar relação positiva entre os compostos: delta amorpheno, alfa-bulneseno, beta selineno e hexanoato de etila e viridifloreno, e relação negativa para os compostos: acetato de isoamila, e beta farneseno, álcool isoamílico e hexanoato de etila, que estão presentes nos vinhos de CBS e SJ. Por outro lado em AD observa-se entre os compostos: dodecanoato de etila, acetato de hexanoila, octanoato de etila, trans-4-decenoato de etil, octanoato de isomila, succinato de dietil e decanoato de etila. Os compostos butanoato de etila, nerol óxido e orto cimeno não possuem nenhuma covariância com nenhum dos locais onde as uvas foram produzidas para o ano em questão.

Figura 16. Análise Multivariada dos Componentes Principais (PCA) dos compostos voláteis em vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de diferentes regiões de altitude de Santa Catarina na safra 2017/18.



Onde: CBS: Campo Belo do Sul, RQ: Rancho Queimado, AD: Água Doce e SJ: São Joaquim. Compostos: álcool isoamílico, butanoato de etila, acetato de isoamila, hexanoato de etila, acetato de hexanoila, orto cimeno, nerol oxido, succinato de dietil, octanoato de etila, trans-4-decenoato de etil, decanoato de etila, octanoato de isomila, e beta farneseno (e beta farn), beta selineno, viridifloreno, alfa-bulneseno, delta amorpheno e dodecanoato de etila.

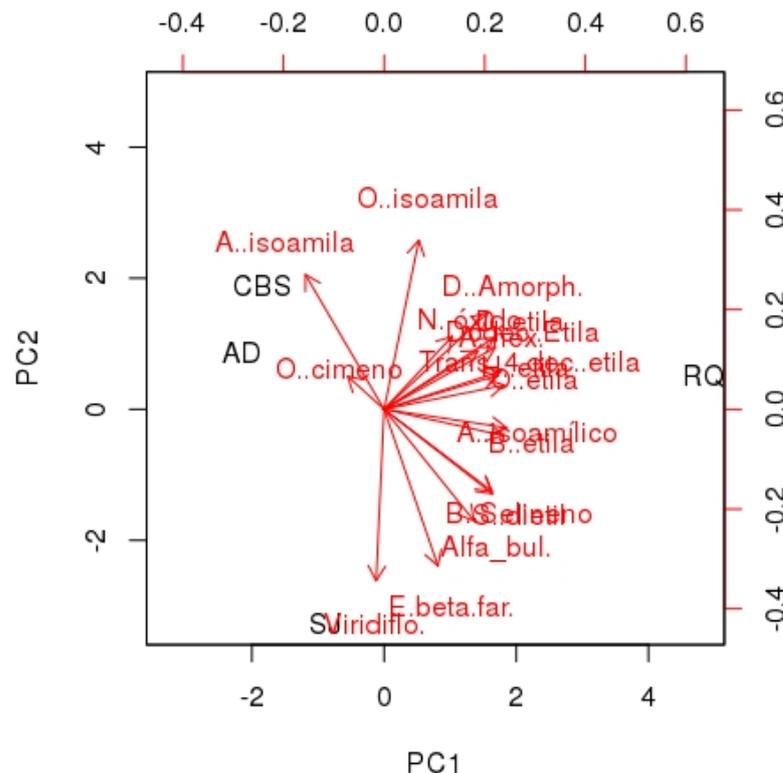
Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os vinhos produzidos em CBS e SJ em 2018 apresentaram aromas com notais florais e frutais como a maçã verde, pera e banana. Rancho Queimado apresentou aromas descritos com notas florais, frutais, balsâmico (amadeirado) e com toque de especiarias (louro) e herbáceo. O aroma presente no vinho de AD apresentou maior intensidade de compostos, no qual podem ser descritos como frutas verdes (uva pera) e de caroço (caju), com toque floral e doce, entretanto esse vinho apresentou alguns aromas considerados “desagradáveis” como cera e sabão.

Em 2019 através da PCA, podemos observar diferenças entre os compostos presentes nos vinhos (Figura 17). Em CBS e AD podemos observar relação positiva entre os compostos: acetato de isoamila e orto cimeno. RQ apresentou relações positivas entre os compostos: acetato de hexanoila, decanoato de etila, dodecanoato de etila, hexanoato de etila, trans-4-decenoato de etil, octanoato de etila, delta amorpheno, octanoato de isoamila, nerol óxido e succinato de dietil

e relação negativa entre o composto viridifloreno, presentes no vinho SJ. Os compostos que não possuíram nenhuma covariância com nenhum dos locais de coleta foram: butanoato de etila, álcool isoamílico, beta selineno, e beta farneseno e alfa-bulneseno.

Figura 17. Análise Multivariada dos Componentes Principais (PCA) dos compostos voláteis em vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de diferentes regiões de altitude de Santa Catarina na safra 2018/19



Onde: CBS: Campo Belo do Sul, RQ: Rancho Queimado, AD: Água Doce e SJ: São Joaquim. Compostos: álcool isoamílico, butanoato de etila, acetato de isoamila, hexanoato de etila, acetato de hexanoila, orto cimeno, nerol oxido, succinato de dietil, octanoato de etila, carvacrol (padrão interno), trans-4-decanoato de etil, decanoato de etila, octanoato de isomila, e beta farneseno (e beta farn), beta selineno, viridifloreno, alfa-bulneseno, delta amorpheneno e dodecanoato de etila. succinato de dietil

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Os vinhos produzidos em CBS e AD apresentaram aromas florais e frutado como a pera e a banana. Por outro lado, SJ apresentou vinho herbáceo com especiarias como louro e temperos. Os aromas presentes no vinho de RQ remetem acentuadamente ao frutal, doce, floral; levemente balsâmico (amadeirado) e aroma desagradável de sabão, cera, esmalte e banana passada. O aroma do esmalte e da banana passada são provenientes do composto octanoato de isoamila, sendo considerado aroma secundários ou obtidos pela fermentação.

Em 2018, CBS e SJ apresentaram semelhança na umidade relativa (UR) (%) e precipitação durante o período de maturação (84,60 e 83,27%, 470 e 483,8 mm

respectivamente). CBS teve maior temperatura média entre o período de maturação (20,27°C). A precipitação em RQ foi 491,6mm, UR de 91,97%. A precipitação de AD por sua vez foi de 571,91 mm e UR de 91,29%.

O ano de 2019 apresentou maiores índices pluviométricos anuais, maiores quantidades de dias com chuvas, maior temperatura durante o período de maturação e menores valores de UR (%) durante a maturação, fator esse que pode ter influenciado na diferença entre os compostos presente nos vinhos produzidos em 2018 e 2019. CBS se manteve com temperaturas mais elevadas durante a maturação, em relação as demais cidades estudadas e a UR foi muito semelhante à de 2018, já a precipitação foi inferior as demais.

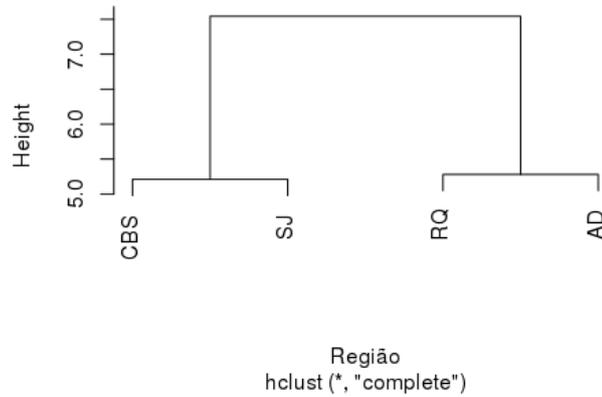
A colheita das uvas em CBS e SJ em 2018 foi realizada em fevereiro, e tiveram valores de acidez menores que as demais. As uvas em RQ e AD por sua vez foram colhidas no dia 12 de março, e AD apresentou valores de ATT de 144 meq L⁻¹, e foi a que teve maior índice pluviométrico durante a maturação 571 mm. Os compostos presentes no vinho de AD são ésteres, de modo geral, eles contribuem positivamente para a qualidade dos vinhos pois apresentam aromas com notas florais e frutadas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003). Ugliano e Henschke (2009) relatam que os responsáveis por conferir notas frutadas de origem fermentativa para vinhos brancos são os ésteres etílicos de ácidos graxos, que por sua vez são essencialmente produzidos durante a fermentação alcoólica pelo metabolismo das leveduras. Elevadas concentrações de acidez volátil em vinhos não são interessantes, uma vez que podem apresentar possível contaminação da bebida devido a esse parâmetro estar relacionado à presença de ácido acético (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005). O acetato de etila, quando encontrado em concentração próxima de 150 mg.L⁻¹ fornece aromas de solvente. A presença deste composto é geralmente associada à contaminação do mosto ou do vinho por bactérias acéticas (JACKSON, 2008).

Em 2018, o vinho de RQ por sua vez apresentou em sua maioria compostos da família dos terpenos, e devido a serem sintetizados nas uvas durante o período de maturação, são classificados como aromas primários, responsáveis por conferir as características aromáticas varietais dos vinhos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Já em 2019, o vinho de RQ teve como compostos principais em sua composição os ésteres, SJ os terpenos, e CBS e AD tiveram uma mistura entre os dois. Nos dois anos avaliados os compostos butanoato de etila e álcool isoamílico não influenciaram na composição dos vinhos.

A análise de agrupamento hierárquico (HCA) foi aplicada aos dados normalizados e auto escalonados, empregando a distância euclidiana para investigar similaridades entre os compostos encontrados em diferentes locais de coletas fornecendo os clusters de similaridade.

Os resultados obtidos podem ser observados no dendrograma da Figura 18, onde dois agrupamentos distintos, com similaridade de aproximadamente 53% entre o primeiro grupo e 56% entre o segundo grupo.

Figura 18. Dendrograma dos quatro locais de coleta em relação aos compostos voláteis na safra de 2017/18

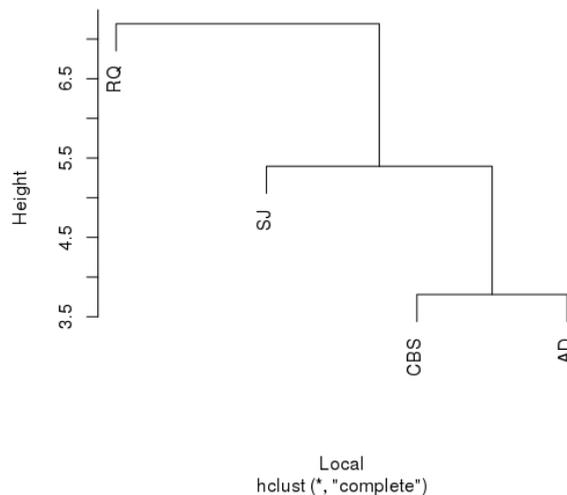


Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Em 2018, com a formação de dois grupos homogêneos, podemos confirmar a consistência dos resultados oriundos da PCA.

Em 2019, RQ se mostrou diferente dos demais grupos, CBS e AD se mostraram homogêneos, onde SJ se mostrou semelhante a eles, resultado esse que corrobora com o encontrado na PCA (Figura 19).

Figura 19. Dendrograma dos quatro locais de coleta em relação aos compostos voláteis na safra de 2018/19.



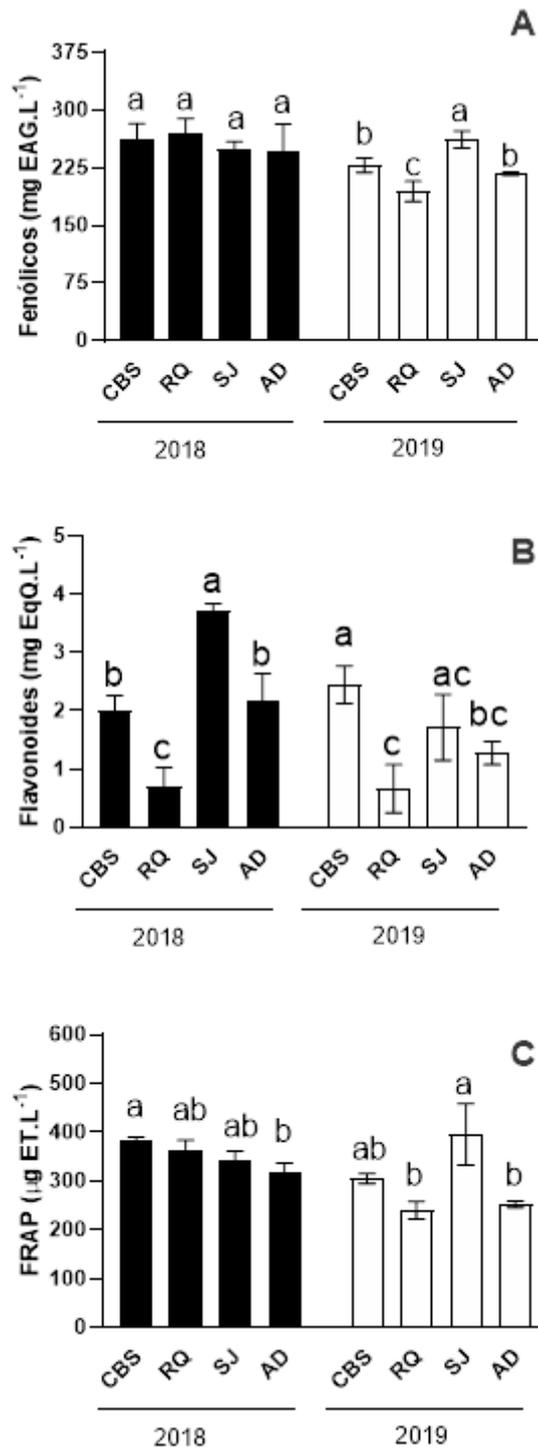
Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

5.3 FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONÓIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O conteúdo de fenólicos totais nas safras de 2017/18 e 2018/19 (Figura 20), variaram de 177 a 285 mgEAG.mL⁻¹. Não houve diferenças no teor de fenólicos totais entre os vinhos das 4 diferentes regiões de altitude de Santa Catarina, na safra de 2017/18 (Figura 20A). Por outro lado, na safra de 2018/19, esse teor variou entre os vinhos das 4 vinícolas estudadas (Figura 20A), já que os valores médios de fenólicos totais dos vinhos de CBS, RQ e AD foram reduzidos (em torno de 12,5, 28,4 e 5,64%, respectivamente) em relação à safra de 2017/18 (Figura 21A).

Esses valores estão de acordo com outros estudos que também quantificaram o teor de fenólicos totais em vinhos brancos de diferentes variedades de uva (BRAVO, 1998; LIMA, 2012; VILLANO et al., 2005; VRCEK et al., 2011). Por outro lado, o conteúdo total desses compostos é geralmente menor do que aquele encontrado em vinhos tintos (1.000 – 4.000 mgEAG.L⁻¹) (BRAVO, 1998), pois a produção desses últimos requer a fermentação do suco da uva na presença da casca e semente, enquanto que a produção de vinhos brancos consiste na rápida prensagem e separação do suco dos sólidos da uva (KATALINIĆ et al., 2004). Ressalta-se ainda que as variações no teor e no perfil de compostos fenólicos dos vinhos também estão relacionadas às variedades e maturidade das uvas, bem como às características físico-químicas do solo, localização geográfica das videiras, condições meteorológicas e por fim, às condições do processo de vinificação (GARRIDO; BORGES, 2013; HE et al., 2010; MIELE et al., 2014; PENNA; DAUDT; HENRIQUES, 2001).

Figura 20. Comparação dentro de cada safra dos fenólicos totais (A) flavonoides totais (B) e potencial antioxidante redutor de ferro (FRAP) (C) entre os vinhos obtidos de uvas da variedade ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinífera* L.) provenientes de 4 diferentes vinícolas.



*Os dados são expressos como média \pm erro padrão de três repetições independentes. Barras com letras diferentes representam resultados significativamente diferentes entre si. ($p < 0,05$, ANOVA/Tukey). Sendo: CBS: Campo Belo do Sul, RQ: Rancho Queimado, AD: Água Doce e SJ: São Joaquim.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Apesar da redução na precipitação pluviométrica, em 2019, nas 3 regiões (exceto AD) e na UR do ar nas 4 regiões, sugere-se que o aumento da temperatura média durante a safra 2018/19 comparado ao mesmo período da safra 2017/18 (Tabela 2), possa ter contribuído para a redução do conteúdo de fenólicos totais nos vinhos das vinícolas de CBS, AD e RQ na safra de 2018/19 (Figura 20A). Esses eventos parecem ter contribuído para as diferenças no teor de fenólicos entre as 4 regiões em 2019, e que não foram observadas em 2018 (Figura 21A). Porém, outros fatores que interferem no teor dos compostos fenólicos (porta-enxerto, características físico-químicas do solo, práticas de cultivo da videira, etc) e que não foram avaliados neste trabalho podem ter contribuído para essas diferenças entre as duas safras. Além disso, o método espectrofotométrico com Folin-Ciocalteu não permite uma medida acurada do conteúdo de fenólicos totais, pois outros compostos redutores diferentes dos compostos fenólicos (ácido ascórbico, ácidos orgânicos, etc.) também têm a capacidade de reduzir esse reagente (PRIOR; WU; SCHAICH, 2005). Uma vez presente nas uvas e nos vinhos, esses compostos redutores não fenólicos também podem ser sensíveis aos fatores que afetam o teor de fenólicos nas uvas e vinhos, mascarando, portanto, o resultado final obtido por esse método espectrofotométrico.

Os valores de flavonoides totais variaram de 0,25 a 3,86 mgEQ.L⁻¹, os quais corroboram com dados prévios de outros estudos que relatam baixos teores de flavonoides em vinhos brancos obtidos de diferentes variedades de uvas. Entre estes, descrito por Da Silva et al. (2015) relatou valores médios de flavonoides totais entre 0,99 e 1,17 mgEQ.L⁻¹, enquanto que Darias-Martín et al. (2000) encontrou valores de 3,11 mgEQ.L⁻¹ em vinhos 'Listán Blanco', havendo ainda relatos de que não foi possível detectar teores de flavonoides em vinhos 'Sauvignon Blanc' (BAIANO et al., 2012). O contato do mosto com o bagaço da uva por pouco tempo durante a vinificação de vinhos brancos limita a extração dos flavonoides que se concentram principalmente na película da uva (MAKRIS et al., 2006).

No presente trabalho, observa-se que diferentemente do teor de fenólicos totais, o teor de flavonoides variou significativamente entre os vinhos das 4 vinícolas estudadas na safra de 2017/18 (Figura 20B), cujos valores médios de flavonoides foram maiores para o vinho da vinícolas de SJ, seguidos pelas de AD e CBS, e por fim, de RQ. A ocorrência de baixas temperaturas (especialmente noturnas) contribui para o acúmulo de compostos fenólicos (incluindo os flavonoides) o que em variedades de uvas brancas, também contribui para a intensidade dos aromas (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

Na safra de 2018/19, observou-se que, as diferenças entre os vinhos ocorreram devido à redução no conteúdo de flavonoides nos vinhos das vinícolas de SJ e AD (em torno de 53,8 e

41,8%, respectivamente), quando comparados aos valores encontrados na safra de 2017/18 para esses mesmos vinhos (Figuras 20B e 21B). Relacionando esses resultados com os dados meteorológicos de SJ e AD durante a safra de 2018/19, observa-se que houve um aumento das precipitações durante o período de maturação em AD na ordem de 12,09 % em relação a 2017/18 (vide Tabela 2). O excesso de chuvas expõe a videira à maior susceptibilidade ao ataque de fungos no início do ciclo, bem como à maiores chances de rupturas e podridão das bagas no período final da maturação, podendo assim, interferir no conteúdo dos seus compostos fenólicos (TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010). No caso de SJ, as precipitações em 2018/19 diminuíram em torno de 6,44% em relação ao mesmo período em 2017/18 (Tabela 2), porém o aumento na temperatura média em 2018/19 (4,57%) embora pequeno, pode também ter contribuído para o menor teor de fenólicos nesta safra, em relação a de 2017/18.

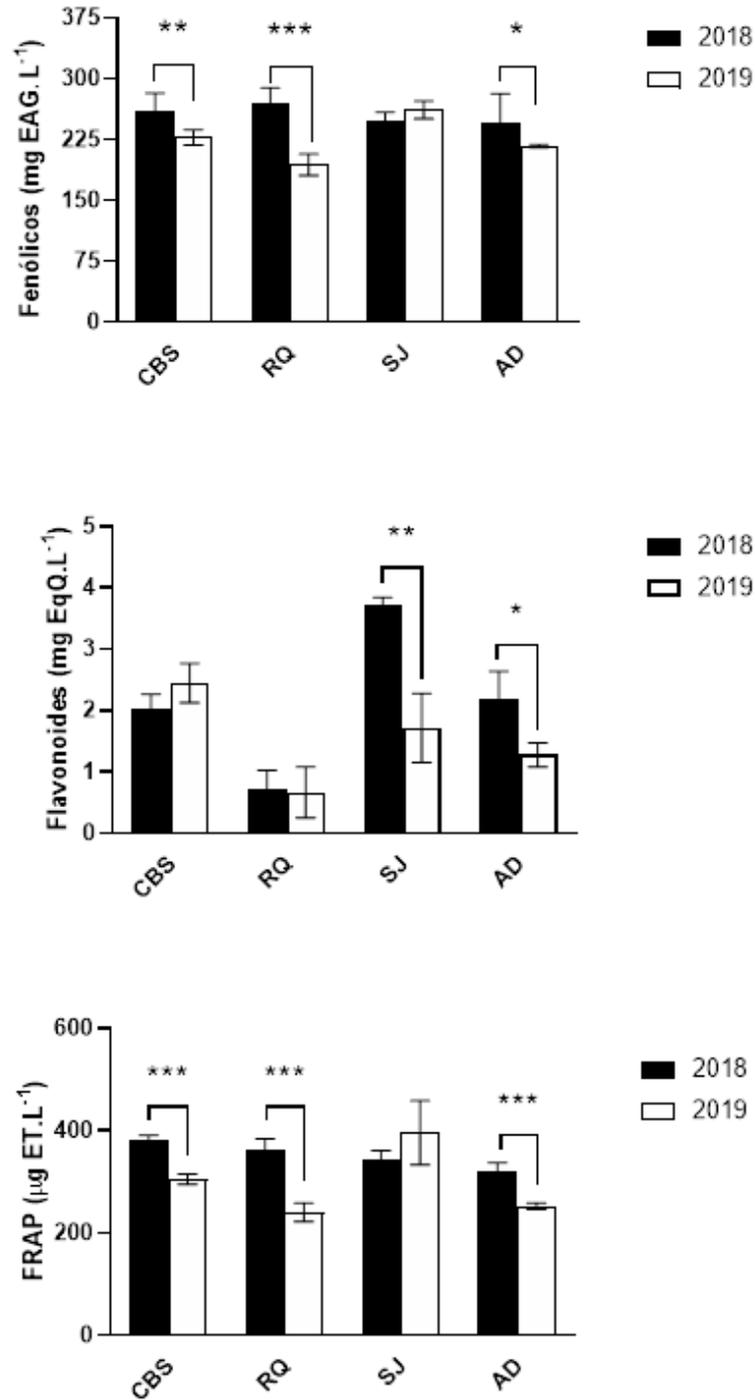
Comparando-se as regiões de menor altitude CBS (927 m) e RQ (981 m) entre si, os valores foram menores para RQ (Figura 20B), que apesar de ter maior altitude do que CBS e menor temperatura média, foi marcada por maior precipitação pluviométrica e maior UR do ar no período de maturação de ambas as safras, o que pode ter contribuído para a menor produção dos flavonoides nas uvas de RQ (Tabela 2). Conforme foi anteriormente mencionado, RQ sofre influência do cultivo com cobertura, evitando que as gotas da chuva tenham contato direto com a planta, portanto, é importante ressaltar que fatores que influenciam nos parâmetros enológicos (Tabela 2) (propriedades do solo, relevo, posição solar, etc), também podem interferir na produção dos compostos fenólicos, e devem ser posteriormente estudados a fim de melhor explicar as diferenças encontradas entre as 4 regiões estudadas.

Os resultados da capacidade antioxidante *in vitro* avaliada pelo potencial antioxidante redutor de ferro (FRAP) (Figura 20C) seguiram, de uma maneira geral, uma tendência similar àquela apresentada pelo conteúdo de fenólicos totais (Figura 20A) nas safras de 2017/18 e 2018/19. Mantendo-se desta forma os valores médios de FRAP similares entre os vinhos das 4 vinícolas em 2018, apenas com valor menor para AD em relação a CBS. Observou-se que os valores médios de FRAP seguiram a ordem decrescente SJ>CBS>AD>RQ em 2019, porém com diferenças estatísticas ($p<0,05$) entre o vinho de SJ e os vinhos de RQ e AD. Esse perfil similar dos resultados obtidos a partir desses dois métodos pode estar associado ao fato de que ambos os métodos, quantificação dos fenólicos totais e FRAP, determinam a capacidade redutora de compostos através da transferência de elétrons. Por sua vez, essa habilidade redutora pode refletir na habilidade de antioxidantes doarem elétrons para as ER, estabilizando-as em formas não reativas (BENZIE; STRAIN, 1996; SINGLETON; ROSSI, 1965). Por isso, frequentemente são encontradas correlações entre os resultados obtidos por esses dois métodos

(MÜLLER; FRÖHLICH; BOHM, 2011; THAIPONG et al., 2006; WOOTTON-BEARD; MORAN; RYAN, 2011).

Quando foram avaliados, no presente trabalho, os efeitos da safra (2018/19) sobre a capacidade antioxidante dos vinhos obtidos de cada uma das 4 vinícolas (Figura 21C), observou-se que a capacidade antioxidante reduziu nos vinhos das vinícolas de CBS, RQ e AD em 2018, quando comparados a 2019 (Figura 21A). Esses dados reforçam, portanto, a relação direta entre esses dois métodos, com a contribuição dos fenólicos totais para essa capacidade antioxidante. Embora os compostos fenólicos não flavonoides sejam majoritários em vinhos brancos, em especial, os ácidos hidroxibenzóicos e os ácidos hidroxicinâmicos, não se descarta a contribuição dos flavonoides para a capacidade antioxidante dos vinhos avaliados (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Figura 21. Efeito do ano em relação aos teores de fenólicos totais (A), flavonoides totais (B) e potencial antioxidante redutor de ferro – FRAP (C) de vinhos obtidos de uvas da variedade ‘Sauvignon Blanc’ (*Vitis vinífera* L.) provenientes de 4 diferentes vinícolas da Serra Catarinense.



Os dados são expressos como média ± erro padrão de três repetições independentes. *p<0,05; **P<0,01; ***p<0,001 (Test t de Student). Sendo: CBS: Campo Belo do Sul, RQ: Rancho Queimado, AD: Água Doce e SJ: São Joaquim.

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

6 CONCLUSÃO

O perfil de compostos voláteis nos vinhos avaliados foi semelhante. Entretanto houve diferença na concentração dos compostos voláteis presentes nos vinhos ‘Sauvignon Blanc’ entre os locais de coleta das uvas e entre os anos de estudo. Os perfis aromáticos dos vinhos produzidos nas regiões de altitude da Serra Catarinense apresentaram marcadores olfativos florais e frutados sendo de extrema importância para a diferenciação pela origem geográfica.

As condições meteorológicas foram importantes na composição dos compostos fenólicos no período de maturação das uvas. A safra de 2017/18 foi mais favorável em relação à safra de 2018/19 para o acúmulo de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante em CBS, RQ e AD, bem como para a maior retenção de flavonoides nas vinícolas em SJ e AD. Esses resultados podem estar relacionados a menores temperaturas médias durante o período de maturação.

Por fim, a caracterização dos compostos associados à qualidade do vinho pode auxiliar futuramente na obtenção da denominação de origem para vinhos ‘Sauvignon Blanc’ de altitude em Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinífera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 27, p.394-399, abr. 2007.
- ALLEN, M. **Advanced Oenology**. Charles Sturt University, 1994.
- ALI, K. et al. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. **Phytochemistry Reviews**, v. 9, n. 3, p. 357-378, sept. 2010.
- ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v.350, n.1, p.103-108, 1996.
- BAIANO, A. et al. Effects of different vinification technologies on physical and chemical characteristics of Sauvignon blanc wines. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 135, n. 4, p.2694-2701, dez. 2012.
- BARBIERI, R.; STEEMPT, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa. p. 909. 2008.
- BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p.629-643, ago. 2010.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, [s.l.], v. 29, n. 1, p.113-123, fev. 2006.
- BEKAR, T. et al. Effects of leaf removals on must and wine chemical composition and phenolic compounds of Narince (*Vitis vinifera*) grape cultivar. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 225, p.343-349, nov. 2017.
- BENOIT, I. et al. Gene Overexpression and Biochemical Characterization of the Biotechnologically Relevant Chlorogenic Acid Hydrolase from *Aspergillus niger*. **Applied and Environmental Microbiology**, [s.l.], v. 73, n. 17, p.5624-5632, 13 jul. 2007.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-6, 1996.
- BORGES, E.O. **ABC da vinha e do vinho**. 2º edição, 2008.
- BORGHEZAN, M. et al. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.398-405, 2011.
- BOROSKI, M. et al. Influence of winemaking techniques with low sulphur dioxide on wine varieties Chardonnay, Pinot and Montepulciano. **Journal of Food and Nutrition Research** 56: 326– 334 (2017).

BOSELLI, E. et al. Phenolic composition and quality of white d.o.c. wines from Marche (Italy). **Analytica Chimica Acta**, [s.l.], v. 563, n. 1-2, p.93-100, mar. 2006.

BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. **American Journal of Enology and Viticulture**, 52 (2001), pp. 67-85.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Lei da Propriedade Industrial. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm>. Acesso em: 02 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 14, DE 8 de Fevereiro de 2018**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-14-de-8-de-fevereiro-de-2018.pdf/view>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. **Nutrition Reviews**, [s.l.], v. 56, n. 11, p.317-333, 27 abr. 2009.

BRIGHENTI, A. F. et al. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 43, n. 7, p.1162-1167, 18 jun. 2013.

BROWNSON, D. M. et al. Flavonoid Effects Relevant to Cancer. **The Journal of Nutrition**, [s.l.], v. 132, n. 11, p.3482-3489, 1 nov. 2002.

BUDZIAK, D. **Desenvolvimento e aplicação de fases extratoras para técnicas de preparação de amostras**. 2009. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BURNS, J. et al. Relationship among Antioxidant Activity, Vasodilation Capacity, and Phenolic Content of Red Wines. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 48, n. 2, p.220-230, fev. 2000.

BUSCH, C. et al. Epigenetic activities of flavonoids in the prevention and treatment of cancer. **Clinical Epigenetics**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-18, 10 jul. 2015.

CALIARI, V. et al. Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. **Food Research International**, [s.l.], v. 62, p.965-973, ago. 2014.

CALIARI, V. **Influência da Variedade de uva do método de elaboração e envelhecimento sobre borras na composição**. 2014. 191 f. Tese (Doutorado) – Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

CÂMARA, J. S.; ALVES, M. A.; MARQUES, J. C. Development of headspace solid-phase microextraction-gas chromatography–mass spectrometry methodology for analysis of terpenoids in Madeira wines. **Analytica Chimica Acta**, [s.l.], v. 555, n. 2, p.191-200, jan. 2006.

CATANIA, C. D.; AVAGNINA DE DEL MONTE, S. 1987. **Determination des aptitudes oenologiques des différents cépages dans la République Argentine**. In: Congrès International de la Vigne et du Vin, 19, Santiago de Chile, Noviembre de 1987.

CHAMKHA, M. et al. Phenolic Composition of Champagnes from Chardonnay and Pinot Noir Vintages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s.l.], v. 51, n. 10, p.3179-3184, maio 2003.

CHIRA, K. et al. Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from Bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages (2006 and 2007). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 545-553, 2009.

COETZEE, C. et al. Oxygen and sulfur dioxide additions to Sauvignon Blanc must: effect on must and wine composition. **Flavour and Fragrance Journal** 28: 155-167, 2013.

COETZEE, C.; DU TOIT, W. J., 2015. Sauvignon Blanc wine: Contribution of ageing and oxygen on aromatic and non-aromatic compounds and sensory composition – A review. **South African Journal for Enology and Viticulture**. 36, 347-365.

CHRIST, B.; MÜLLER, K.H. Zur serienmäßigen Bestimmung des Gehaltes an Flavonol-Derivaten in Drogen. **Archive der Pharmazie**, v. 293, p. 1033-1042, 1960. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ardp.19602931202>. Acesso em: 24 nov. 2018.

DALL'ANTONIA, L. H.; ARCHELA, E. Determinação de Compostos Fenólicos em Vinho: Uma revisão. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Universidade Estadual de Londrina. [s.l.], v. 34, n. 2, p.193-210, 31 jan. 2013.

DARIAS-MARTÍN, J. J. et al. Effect of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 71, n. 4, p.483-487, dez. 2000.

DAUDT, J. A.; SIMON, J. A. Um Método rápido para análise de glicose em mostos e sua quantificação em algumas cultivares do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.31, n.4, p.697-701, 2001.

DECKER, E.A. Antioxidant mechanisms. In: Akoh CC, Min DB, editors. **Food Lipids**. 2nd ed. New York, p. 517–542, 2002.

DILLARD, C. J.; GERMAN, B. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 80, n. 12, p. 1744-1756, 2000.

EIATTAR, T.M.; VIRJI, A.S. Modulating effect of resveratrol and quercetin on oral cancer cell growth and proliferation. **Anticancer Drugs** 10, 187-194. 1999.

FALCÃO, L. D. et al. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, [s.l.], v. 35, n. 3, p.271-282, dez. 2008.

FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; CHAVES, E. S.; VIEIRA, H. J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the

phenology and maturation of Cabernet Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 44, n. 3, p. 135- 150, 2010.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United. **Faostat: Countries by commodity**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 05 jan. 2019.

FERGUSON, L. R.; ZHU, S.; HARRIS, P. J. Antioxidant and antigenotoxic effects of plant cell wall hydroxycinnamic acids in cultured HT-29 cells. **Molecular Nutrition & Food Research**, [s.l.], v. 49, n. 6, p.585-593, jun. 2005.

FERREIRA, Sergio L.C. et al. Multivariate optimization techniques in analytical chemistry - an overview. **Microchemical Journal**, [s.l.], v. 140, p.176-182, jul. 2018.

FERREIRA-LIMA, N. E. et al. Impact of Pressing Conditions on the Phenolic Composition, Radical Scavenging Activity and Glutathione Content of Brazilian *Vitis vinifera* White Wines and Evolution During Bottle Ageing. **Food and Bioprocess Technology**, [s.l.], v. 9, n. 6, p.944-957, 28 jan. 2016.

FLANZY, C. **Enologia: Fundamentos científicos y tecnológicos**. Madrid: AMV ediciones Mundi-Prensa, 784p., 2000.

FOGAÇA, A. O. **Compostos fenólicos em uvas e vinhos da variedade Merlot**. 2012. 142 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FULCRAND, H. et al. Phenolic Reactions during Winemaking and Aging. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, n. 3, p. 289-297, 2006.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, p. 1844–1858, 2013.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia: Elaboração de Grandes Vinhos nos Terroirs Brasileiros**. 1º edição. Cap2, p 225- 360. IFRS, Bento Gonçalves, 2009.

GRIS, E. F. **Perfil fenólico e atividades antioxidante e hipolipemiante de vinhos de variedades *Vitis vinifera* cultivadas em São Joaquim - SC - Brasil**. 2010. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GRIS, E. F. et al. Proanthocyanidin profile and antioxidant capacity of Brazilian *Vitis vinifera* red wines. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 126, n. 1, p.213-220, maio 2011.

GUEDES, N. M. **Tratado de viticultura: a videira, a vinha, o terroir**. Lisboa: Chaves Ferreira Publicações, 2008.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução vinificação para a elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO VITICULTURA ENOLOGIA, 1., 2002, Andradas. **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: Epamig, 2002. p.179-192.

GUTIÉRREZ-GAMBOA, G. et al. Foliar nitrogen application in Cabernet Sauvignon vines: Effects on wine flavonoid and amino acid content. **Food Research International**, [s.l.], v. 96, p.46-53, jun. 2017.

HALLIWELL, B.; WHITEMAN, M. Measuring reactive species and oxidative damage *in vivo* and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? **British Journal of Pharmacology**, 2004; 142(2): 231-55.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. **Free Radical Biology and Medicine**, 4 th edition. Oxford, 2007.

HE, F. et al. Increased consumption of fruit and vegetables is related to a reduced risk of coronary heart disease: Metaanalysis of cohort studies. **Journal of Human Hypertension**, v. 21, n. 9, p. 717-782, 2007.

HE, F. et al. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. **Molecules**, v. 15, p. 9057–9091, 2010.

HERBST, M. **Investigation into the aroma stability of New Zealand Sauvignon blanc**. Thesis, University of Auckland (Auckland), New Zealand. 2010.

HICKENBICK, A. C.; FIGUEIREDO, L. G. B. A importância da denominação de origem no estado de Santa Catarina: reconhecimento do selo de proteção. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s.l.], v. 6, n. 3, p.5-30, 9 nov. 2017.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays J. Agric. **Food Chemistry**. v. 53, p. 1841- 1856, 2005.

HUBER, P. C.; ALMEIDA, W. P.; FÁTIMA, A. Glutathione e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. **Química Nova**, [s.l.], v. 31, n. 5, p.1170-1179, 2008.

IBRAVIN, INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Panorama Geral**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/Panorama-Geral>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

INPI (INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL). Resolução n.75 INPI de 28 de novembro de 2000. **Estabelece as condições para o registro das indicações geográficas**. Rio de Janeiro, RJ.

JACKSON, R.S. **Wine science: principles, practice, perception**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2000. 645p.

JACKSON, R. Chemical Constituents of grapes. In: **Wine Science: principles and applications**. 3th ed. London: Academic Press, p. 270 - 331. 2008.

KANNER, J. et al. Natural antioxidants in grapes and wines. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 42, n. 1, p.64-69, jan. 1994.

KATALINIC, V. et al. Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-

catechin. **Food Chemistry**. p.593–600, 2004.

LAMBRECHTS, M. G.; PRETORIUS, I. S., 2000. Yeast and its importance to wine aroma - A review. **South African Journal for Enology and Viticulture**. 21, 97-129.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**. 2005;88(5):1269-78.

LIMA, N. E. F. **Perfil fenólico e atividade antioxidante de vinhos Goethe - caracterização e evolução durante o armazenamento em garrafa**. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

LOSSO, F. B.; PEREIRA, R. M. F.; A vitivinicultura de altitude em Santa Catarina (Brasil): espaços privilegiados para o turismo. **Revista Turismo & Sociedade**, v.7, n.3, p. 418-445, 2014.

LUND, C. M.; THOMPSON, M. K.; BENKWITZ, F.; WOHLER, M.W.; TRIGGS, C.M.; GARDNER, R.; HEYMANN, H.; NICOLAU, L. New Zealand Sauvignon Blanc distinct flavor characteristics: Sensory, chemical, and consumer aspects. **Am. J. Enol. Vitic.** 60:1-12. 2009.

MACHADO, L. P. et al. Lesão oxidativa eritrocitária e mecanismos antioxidantes de interesse em Medicina Veterinária. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 84-94, 2009.

MACNEIL, K. **The wine Bible**. Workman Publishing, New York, 2001.

MADEIRA, F. C. **Efeito da radiação ultravioleta B no comportamento vitícola da variedade (*Vitis vinifera* L.) Cabernet Sauvignon em São Joaquim, Santa Catarina**. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MAKRIS, D. P.; KALLITHRAKA, S.; KEFALAS, P. Flavonols in grapes, grape products and wines: Burden, profile and influential parameters. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.396-404, ago. 2006.

MALINOVSKI, L. I. **Comportamento vitícola da videira (*Vitis vinifera* L.) variedade Cabernet Sauvignon nos Municípios de Campo Alegre, Campo Belo do Sul e Bom Retiro**. 2009. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MALINOVSKI, L. I. et al. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 1115, p.203-210, mar. 2016.

MARCON FILHO, J. L. et al. Raleio de cachos sobre o potencial enológico da uva 'Cabernet Franc' em duas safras. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 45, n. 12, p.2150-2156, 18 set. 2015.

MARCON FILHO, J. L. **Sistemas de condução na produção de uvas viníferas e composição química e aromática de vinhos da região de altitude de Santa Catarina.** 2016. 201 f. Tese (Doutorado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016

MATTIVI, F. et al. Wine, biodiversity, technology, and antioxidants. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 957, p. 37-56, 2002.

MCCASKILL, D.; CROTEAU, R. Some caveats for bioengineering terpenoid metabolism in plants. **Trends In Biotechnology**, [s.l.], v. 16, n. 8, p.349-355, dez. 1998.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2014**, Comunicado técnico 175, Embrapa uva e vinho. Bento Gonçalves-RS. Setembro, 2015.

MIELE, A. et al. Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, v. 1, n. 6, p. 40-47, 2014.

MORAES, V.; LOCATELLI, C. Vinho: uma revisão sobre a composição química e benefícios à saúde. **Evidência**, Joaçaba, v. 10, n. 1-2, p.57-68, dez. 2010.

MOTA, C. S. et al. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras ‘cabernet sauvignon’ cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 148-153, 2008.

MUDNIC, I. et al. Antioxidative and vasodilatory effects of phenolic acids in wine. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 119, n. 3, p.1205-1210, 1 abr. 2010.

MÜLLER, L.; FRÖHLICH, K.; BÖHM, V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (α TEAC), DPPH assay and peroxy radical scavenging assay. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 129, n. 1, p.139-148, nov. 2011.

MURAT, M. L.; DUMEAU, F. Compreender o aroma dos vinhos de *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. **Revista Internet Técnica Do Vinho**. n.3, 2003.

NICOLLI, K. P. **Estudo dos componentes voláteis de vinhos espumantes Moscatéis através do emprego de microextração em fase sólida e cromatografia gasosa.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

NOGUEROL-PATO, R.; GONZÁLES-BARREIRO, C.; CANCHO-GRANDE, B.; SIMAL-GÁNDARA, J. Quantitative determination and characterisation of the main dourants of Menciamono varietal red wines. **Food Chemistry**, 2009, 117, 473-484.

O'BYRNE, D. J. et al. Comparison of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoids α -tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, [s.l.], v. 76, n. 6, p.1367-1374, 1 dez. 2002.

OIV, International Organisation of Vine and Wine Intergovernmental. **2019 Statistical Report on World Vitiviniculture**. 2019. Disponível em: <<http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

OLEJAR, K. J.; FEDRIZZI, B.; KILMARTIN, P. A. Enhancement of Chardonnay antioxidant activity and sensory perception through maceration technique. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 65, p.152-157, jan. 2016.

PATRIANAKOU, M.; ROUSSIS, I. G. Decrease of wine volatile aroma esters by oxidation. **S Afr J Enol Vitic**. **34**: 241– 245 (2013).

PANDOLFO, C. et al. Impacto das mudanças climáticas nas horas de frio, graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira (*Vitis vinifera* L.) Var. Cabernet Sauvignon, no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n. 3, p.267-274, 2008.

PEDERSEN, A.; JOHANSEN, C.; GRONBAEK, M. Relations between amount and type of alcohol and colon and rectal cancer in a Danish population based cohort study. **Gut** 2003; **52**:861–7.

PEKAL, A.; PYRZYNSKA, K. Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. **Food Anal Methods**, v. 7, n. 9, p. 1776 – 1782, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-014-9814-x>. Acesso em: 10 abr. 2017.

PENNA, N. G.; DAUDT, C. E.; HENRIQUES, J. A. P. Comportamento de ésteres hidroxicinâmicos durante a vinificação de vinhos brancos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 36, n. 7, p.983-989, jul. 2001.

PERESTRELO, R. et al. Analytical characterization of the aroma of Tinta Negra Mole red wine: Identification of the main odorants compounds. **Analytica Chimica Acta**, v.563, p. 154–164, 2006.

PINU, F. R. et al. Concentrations of the volatile thiol 3-mercaptohexanol in Sauvignon Blanc wines: No correlation with juice precursors. **American Journal of Enology and Viticulture**. **63**, 407-412. 2012.

POMMER, C. V. **Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 777 p. 2003.

PREU, M.; GUYOT, D.; PETZ, M. Development of a gas chromatography–mass spectrometry method for the analysis of aminoglycoside antibiotics using experimental design for the optimisation of the derivatisation reactions. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 818, n. 1, p.95-108, ago. 1998.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s.l.], v. 53, n. 10, p.4290-4302, maio 2005.

PROTAS, J. F. S. **A marca coletiva como estratégia organizacional: o caso dos vinhos finos de altitude de Santa Catarina**. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, 19 p.

(Documento n.77). 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing, **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2013. Disponível em: < <http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

RIBEIRO, M. E. M.; MANFROI, V. Vinho e Saúde: uma visão química. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, ano 2, n. 2, p. 91-103, 2010.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Tratado de Enologia. 1. Microbiologia del vino - Vinificaciones. 2. Química del vino – Estabilización y tratamientos**. 1.ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 2003.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of Enology Volume 2 – The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments**. 2 ed. West Sussex: John Wiley and Sons, Ltd., 2006.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, [s.l.], v. 20, n. 7, p.933-956, jan. 1996.

RIFICI, V. A.; SCHNEIDER, S. H.; KHACHADURIAN, A. K. Lipoprotein Oxidation Mediated by J774 Murine Macrophages Is Inhibited by Individual Red Wine Polyphenols but Not by Ethanol. **The Journal Of Nutrition**, [s.l.], v. 132, n. 9, p.2532-2537, 1 set. 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Tannat para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 223-229, jun. 2004.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chainbreaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, v. 92, p. 235- 254, 2005.

ROUSSIS, I. G.; LAMBROPOULOS, I.; TZIMAS, P. Protection of volatiles in a wine with low sulfur dioxide by caffeic acid or glutathione. **American Journal of Enology and Viticulture**. 58: 274– 278 (2007).

ROSIER, J. P. Vinhos de altitude: características e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 105-110, 2006.

SARTOR, S. B. **Compostos voláteis em vinhos Chardonnay (*Vitis vinifera L.*) produzidos em diferentes regiões Brasileiras**. Campinas. 2014. 160 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

SCHNEIDE, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p.308-313, maio 2004.

SCHREIER, P.; JENNINGS, W. G. Flavor composition of wines: A review. **C R C Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.59-111, nov. 1979.

SCHUCK, M. R. et al. Molecular characterization of grapevine from Santa Catarina, Brazil, using microsatellite markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 44, n. 5, p. 487-

495, maio 2009.

SCOLLARY, G. R. **Tannin review**. Grape and Wine Research and Development Corporation, p.1-132, 2010.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**: sources, chemistry, effects, application. Lancaster: Technomic, 1995. 331 p.

SILVA, C. T.; JASIULIONIS, M. G. Relação entre estresse oxidativo, alterações epigenéticas e câncer. **Ciência e Cultura**, [s.l.], v. 66, n. 1, p.38-42, 2014.

SILVA, M. J. R. et al. Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em resposta a porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 50, n. 11, p.1105-1113, nov. 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16: 144-158.

SMYTH, H.; COZZOLINO, D. 2012. Instrumental Methods (Spectroscopy, Electronic Nose, and Tongue) As Tools To Predict Taste and Aroma in Beverages: Advantages and Limitations. **Chemical Reviews**, 113, 1429- 1440.

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

STEFENON, C. A. et al. Antioxidant activity of sparkling wines produced by Champenoise and Charmat methods. **Food Chemistry**, v.119 (1), p.12–18, 2010.

STYGER, G.; PRIOR, B.; BAUER, F. F.. Wine flavor and aroma. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, [s.l.], v. 38, n. 9, p.1145-1159, 24 jul. 2011.

SWIEGERS, J.H. et al. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.139-173, jul. 2005.

SWIEGERS, J. H. et al. Meeting consumer expectations through management in vineyard and winery: the choice of yeast for fermentation offers great potential to adjust the aroma of Sauvignon Blanc wine. **Australian and New Zealand Wine Industry Journal**, Australia, v. 21, n. 1, p.34-42, fev. 2006.

THAIPONG, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s.l.], v. 19, n. 6-7, p.669-675, set. 2006.

TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B.; ANGELOTTI, F. **Cultivo da Videira: Aspectos agrometeorológicos da cultura da videira**. 1 - 2. ed. Embrapa Semiárido, Sistema de Produção, 2010. Disponível em:
<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/clima.html>. Acesso em: 20 jan. 2020.

THIBON, C. et al. Identification of S-3-(hexanal)-glutathione and its bisulfite adduct in grape juice from *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc as new potential precursors of 3SH. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 199, p.711-719, maio 2016.

TONIETTO, J. O conceito de denominação de origem como agente promotor da qualidade dos vinhos In: REGINA, M. de. A. (Ed.). **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG-FECD, 2002. p.151-163.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Clima. Regiões vitivinícolas Brasileiras. In: **Uvas para processamento**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134p. (Frutas do Brasil, 34).

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural And Forest Meteorology**, [s.l.], v. 124, n. 1-2, p.81-97, jul. 2004.

TORCHIO, F. et al. Changes in chromatic characteristics and phenolic composition during winemaking and shelf-life of two types of red sweet sparkling wines. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 3, p.729-738, abr. 2011.

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. 2009. p 313-392.

VAN WYNGAARD, E., 2013. **Volatiles playing an important role in South African Sauvignon blanc wines**. MSc thesis, Stellenbosch University, Private Bag X1, 7602 Matieland (Stellenbosch), South Africa.

VANDERLINDE, G. et al. Use of plastic cover in 'Sauvignon Blanc' cultivar as protection against rain damage in high altitude areas of southern Brazil. **Acta Horticulturae**, [s.l.], n. 1157, p.399-406, abr. 2017.

VILANOVA, M. et al. Volatile composition and sensory properties of North West Spain white wines. **Food Research International**, [s.l.], v. 54, n. 1, p.562-568, nov. 2013.

VILLAÑO, D. et al. Comparison of antioxidant activity of wine phenolic compounds and metabolites in vitro. **Analytica Chimica Acta**, [s.l.], v. 538, n. 1-2, p.391-398, maio 2005.

VRČEK, I. V. et al. Phenol content, antioxidant activity and metal composition of Croatian wines deriving from organically and conventionally grown grapes. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 124, n. 1, p.354-361, jan. 2011.

WATSON, B. Evaluation of winegrape maturity. In: HELLAMN, E. W. (Ed). **Oregon Viticulture**, Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, p. 235-245, 2003.

WELKE, J. E. **Uso da microextração em fase sólida e da cromatografia gasosa monodimensional e bidimensional abrangente na caracterização de voláteis de vinhos gaúchos**. 2012. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

WELKE, J. E. et al. Volatile characterization by multivariate optimization of headspace-solid phase microextraction and sensorial evaluation of chardonnay base wines. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 23, 678-687. 2012.

WEN, J. **Vitaceae**. In: Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer, Berlin, pp. 466–478. 2007.

WHITON, R. S.; ZOECKLEIN, B. W. Optimization of Headspace Solid-Phase Microextraction for Analysis of Wine Aroma Compounds. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 4, p. 379 – 382, 2000.

VON MOLLENDORF, A., 2013. **The impact of wine yeast strains on the aromatic profiles of Sauvignon Blanc wines derived from characterized viticultural treatments**. MSc thesis, Stellenbosch University, Private Bag X1, 7602, Matieland (Stellenbosch), South Africa.

WOOTTON-BEARD, P. C.; MORAN, A.; RYAN, L. Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin–Ciocalteu methods. **Food Research International**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.217-224, jan. 2011.

WÜRZ, D. A. **Desempenho viti-enológico das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc em regiões de altitude em função da época de desfolha**. 2016. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.

ZANGHELINI, J. A. et al. Response of PIWI grapevine cultivars to downy mildew in highland region of southern Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, [s.l.], v. 154, n. 4, p.1051-1058, 24 abr. 2019.

**APÊNDICE A – DADOS METEOROLÓGICOS REFERENTE AS SAFRAS
2017/18 E 2018/19 DOS PONTOS DE COLETAS DAS UVAS ‘SAUVIGNON
BLANC’**

Tabela 1. Precipitação mensal (mm), temperatura média (°C), e umidade relativa (%), referentes as safras de 2018 e 2019 no município de Campo Belo do Sul – SC

Período	Precipitação		T(°C)	UR(%)	Precipitação		T(°C)	UR(%)
	(mm)	(dias)			(mm)	(dias)		
	<i>Safra 2018</i>				<i>Safra 2019</i>			
Set.	47,20	5	18,32	80,68	205,40	12	15,22	85,50
Out.	182,20	20	16,68	83,59	174,80	15	16,43	85,69
Nov.	127,20	9	17,95	76,61	129,60	10	18,78	80,27
Dez.	94,20	11	21,06	78,67	134,20	11	20,81	75,63
Jan.	184,20	17	20,58	85,82	124,60	15	22,40	82,72
Fev.	96,60	8	19,84	81,39	121,40	14	20,22	82,84
Mar.	189,20	15	20,41	86,60	122,00	14	18,99	84,32
Média	131,54	12,14	19,26	81,91	144,57	13	18,98	82,42

T: Temperatura (°C), UR: Umidade Relativa do ar (%)

Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

Tabela 2. Precipitação mensal (mm), temperatura média (°C), e umidade relativa (%), referentes as safras de 2018 e 2019 no município de Rancho Queimado – SC

Período	Precipitação		T(°C)	UR(%)	Precipitação		T(°C)	UR(%)
	(mm)	(dias)			(mm)	(dias)		
	<i>Safra 2018</i>				<i>Safra 2019</i>			
Set.	62,80	8	15,95	88,79	146,20	15	14,35	92,28
Out.	89,40	14	15,57	87,61	132,40	22	14,35	93,97
Nov.	86,60	11	15,59	84,90	107,20	18	16,26	91,54
Dez.	207,40	24	17,87	92,23	221,20	22	18,58	87,26
Jan.	162,20	16	18,59	91,25	171,80	22	21,28	87,55
Fev.	116,40	13	17,67	90,88	123,00	18	18,62	88,83
Mar.	213,00	18	18,51	93,78	127,60	21	17,89	92,01
Média	133,97	14,86	17,11	89,92	147,06	19,71	17,33	90,49

T: Temperatura (°C), UR: Umidade Relativa do ar (%)

Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

Tabela 3. Precipitação mensal (mm), temperatura média (°C), e umidade relativa (%), referentes as safras de 2018 e 2019 no município de Água Doce - SC

Período	Precipitação		T(°C)	UR(%)	Precipitação		T(°C)	UR(%)
	(mm)	(dias)			(mm)	(dias)		
	<i>Safra 2018</i>				<i>Safra 2019</i>			
Set.	20,79	6	17,14	77,56	167,05	16	13,57	89,61
Out.	177,46	13	14,84	88,99	320,43	21	15,13	89,59
Nov.	2,52	5	15,86	82,57	178,28	11	17,16	84,21
Dez.	216,79	19	18,51	86,97	223,97	16	18,79	78,35
Jan.	226,91	21	17,98	92,98	205,36	20	20,52	85,01
Fev.	67,46	15	17,25	89,06	234,87	18	17,94	87,25
Mar.	277,54	24	18,44	91,85	200,81	19	17,41	87,28
Média	141,35	14,71	17,14	87,14	218,68	17,28	17,22	85,9

T: Temperatura (°C), UR: Umidade Relativa do ar (%)

Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

Tabela 4. Precipitação mensal (mm), temperatura média (°C), e umidade relativa (%), referentes as safras de 2018 e 2019 no município de São Joaquim – SC

Período	Precipitação		T(°C)	UR(%)	Precipitação		T(°C)	UR(%)
	(mm)	(dias)			(mm)	(dias)		
	<i>Safra 2018</i>				<i>Safra 2019</i>			
Set.	53,60	6	16,32	68,01	167,00	13	13,27	80,00
Out.	146,40	14	13,76	79,46	194,80	15	13,32	86,48
Nov.	114,20	11	14,21	74,51	174,40	11	15,36	80,51
Dez.	226,20	11	17,00	80,11	165,40	17	17,42	76,08
Jan.	256,40	18	16,88	85,19	201,60	20	19,45	82,02
Fev.	56,00	10	16,07	80,90	133,60	14	16,84	82,58
Mar.	171,40	18	16,90	84,12	117,40	15	15,87	85,22
Média	146,31	12,57	15,88	78,90	164,88	15	15,93	81,84

T: Temperatura (°C), UR: Umidade Relativa do ar (%)

Fonte: Epagri/Ciram. Adaptado pelo autor.

**APÊNDICE B – CROMATOGRAMAS DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES
EM VINHOS ‘SAUVIGNON BLANC’ DE DIFERENTES LOCAIS DE ALTITUDE
DE SANTA CATARINA**

Figura 1. Cromatograma representativo do perfil volátil de vinhos ‘Sauvignon Blanc’ safra 2017/18, com uvas produzidas em diferentes altitudes no estado de Santa Catarina em (A) Campo Belo do Sul, (B) Rancho Queimado (C) São Joaquim (D) Água Doce.

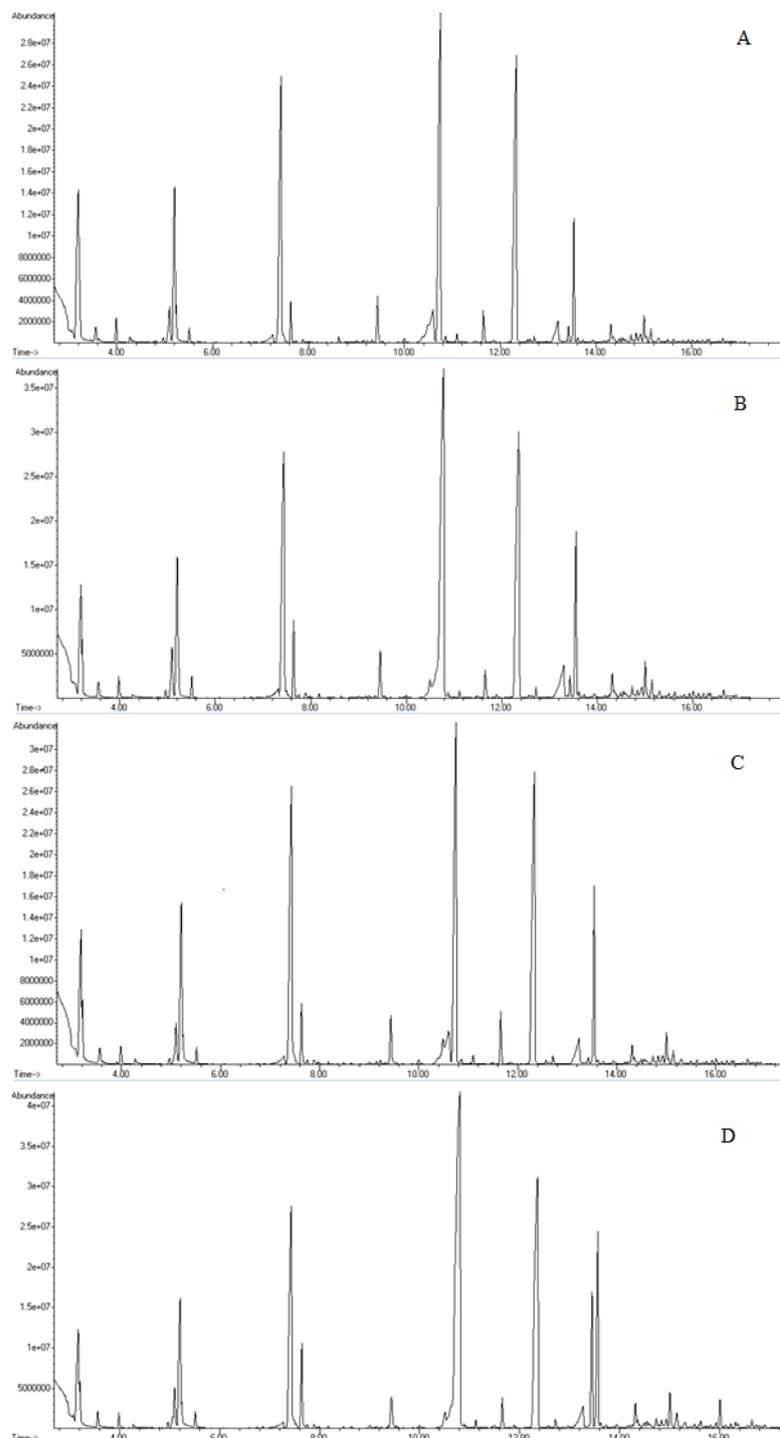


Figura 2. Cromatograma representativo do perfil volátil de vinhos ‘Sauvignon Blanc’ safra 2018/19, com uvas produzidas em diferentes altitudes no estado de Santa Catarina em (A) Campo Belo do Sul, (B) Rancho Queimado (C) São Joaquim (D) Água Doce.

