

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DOS ALIMENTOS

Eduarda Lasch Costa

**CARACTERIZAÇÃO DE VINHOS PRODUZIDOS NA REGIÃO
CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2022

Eduarda Lasch Costa

**CARACTERIZAÇÃO DE VINHOS PRODUZIDOS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Neidi Garcia Penna
Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Brunetto

Santa Maria, RS
2022

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Costa, Eduarda Lasch
Caracterização de vinhos produzidos na região central
do Rio Grande do Sul / Eduarda Lasch Costa.- 2022.
76 p.; 30 cm

Orientadora: Neidi Garcia Penna
Coorientador: Gustavo Brunetto
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2022

1. Vinho 2. Região Central 3. Caracterização I. Penna,
Neidi Garcia II. Brunetto, Gustavo III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, EDUARDA LASCH COSTA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Eduarda Lasch Costa

**CARACTERIZAÇÃO DE VINHOS PRODUZIDOS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**.

Aprovada em 02 de dezembro de 2022:

**Neidi Garcia Penna, Dr^a (UFSM)
(Presidente/Orientadora)**

Cláudia Kaehler Sautter, Dr^a (UFSM)

Raul Cauduro Girardello, PhD (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2022

RESUMO

CARACTERIZAÇÃO DE VINHOS PRODUZIDOS NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Autora: Eduarda Lasch Costa
Orientadora: Neidi Garcia Penna
Coorientador: Gustavo Brunetto

A localização de cultivo tem influência sobre as características enológicas e sensoriais dos vinhos e atualmente se encontram poucos relatos sobre os vinhos produzidos na Região Central do RS. Esse estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico-química, fenólica e mineral de vinhos comerciais produzidos nesta região e avaliar se existem correlações entre a caracterização com as condições climáticas da região. Foram avaliadas as características físico-químicas (gradação alcoólica, açúcares redutores totais, acidez total e volátil, pH, e tonalidade e intensidade de cor) e compostos fenólicos e antocianinas totais de 25 vinhos comerciais produzidos na Região Central do RS nas safras de 2018, 2019 e 2020. Também foram determinados os minerais nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, cobre, zinco e ferro. Foram utilizados os dados referentes a temperatura do ar horária, precipitação horária e radiação solar horária dos meses de dezembro a março de 2017 a 2020. Os resultados foram submetidos à análise de variância seguido por teste T de student ou teste de Tukey ($p < 0,05$) e correlação de Pearson. Todos os vinhos foram classificados como vinhos finos secos, apresentando baixo teor de açúcares redutores totais, entre 0,14 e 1,04 g/L, e gradação alcoólica entre 11,3 e 13,9%. Além disso, para pH, acidez total e volátil, todos os vinhos se apresentaram dentro dos parâmetros da Legislação Brasileira, com exceção de dois vinhos da safra de 2020, provenientes da mesma vinícola, que apresentaram acidez volátil acima do permitido. Os vinhos apresentaram alta intensidade de cor e a tonalidade de cor foi menor nos vinhos da safra de 2020, evidenciando a evolução da cor da bebida. O teor de compostos fenólicos e de antocianinas foi bastante heterogêneo, influenciado pelas cultivares e pela safra. Em relação ao conteúdo mineral, os vinhos da Região Central apresentaram teores de nitrogênio e manganês intermediários; teores altos de fósforo, potássio e magnésio; e teores baixos de cálcio e zinco. Os minerais ferro e cobre apresentaram teores muito baixos, sendo o último dentro dos parâmetros exigidos pela Legislação Brasileira para contaminantes inorgânicos do vinho. Foram observadas correlações entre as características físico-químicas e antocianinas dos vinhos Malbec e Merlot 1 e as variáveis climáticas. De forma geral, a força das correlações obtidas foi diferente para as duas cultivares. Além disso, as variáveis climáticas dos meses de fevereiro e março foram as que se apresentaram mais correlacionadas com as características físico-químicas e fenólicas dos vinhos. Pôde-se concluir que tanto o fator cultivar e/ou corte, quanto o fator safra, tiveram efeito sobre as características físico-químicas e minerais dos vinhos comerciais produzidos na Região Central do Rio Grande do Sul. Ainda, apesar de terem sido observadas correlações fortes, não foi possível estabelecer relações de causalidade entre as variáveis.

Palavras-chave: Vinho. Região Central. Safras. Caracterização. Mineral.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF WINES PRODUCED IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

Author: Eduarda Lasch Costa

Advisor: Neidi Garcia Penna

Co-advisor: Gustavo Brunetto

The location of cultivation influences on the oenological and sensory characteristics of wines and currently there are few studies on wines produced in the Central Region of RS. This study aimed to carry out the physical-chemical, phenolic and mineral characterization of commercial wines produced in this region and to assess if there are correlations between the characterization and the climatic conditions of the region. The physicochemical characteristics (alcohol content, total reducing sugars, total and volatile acidity, pH, hue and color intensity), total phenolic compounds and total anthocyanins of 25 commercial wines were evaluated. The wines were produced in the Central Region of RS in the 2018, 2019 and 2020 harvests. The content of minerals (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, copper, zinc and iron) were also determined. Data referring to hourly air temperature, hourly precipitation and hourly solar radiation from December to March of 2017, 2018, 2019 and 2020 were used. The results were subjected to analysis of variance followed by Student's T test or Tukey's test ($p < 0.05$) and Pearson's correlation. All wines were classified as fine dry wines, with a low content of total reducing sugars, between 0.14 and 1.04 g/L, and an alcohol content between 11.3 and 13.9%. In addition, for pH, total and volatile acidity, all wines were within the parameters of Brazilian legislation, with the exception of two wines from the 2020 harvest, obtained from the same winery, which presented volatile acidity above the allowed. The wines showed high color intensity and hue was lower in the wines from 2020 harvest, showing the evolution of the color of the wine. The content of phenolic compounds and anthocyanins was quite heterogeneous, influenced by cultivars and season. Regarding the mineral content, the wines from the Central Region showed intermediate levels of nitrogen and manganese; high levels of phosphorus, potassium and magnesium; and low levels of calcium and zinc. The iron and copper minerals presented very low contents, the latter being within the parameters required by the Brazilian Legislation for inorganic contaminants in wine. Correlations were observed between the physicochemical and anthocyanin characteristics of Malbec and Merlot 1 wines and the climatic variables. In general, the strength of the correlations obtained was different for the two cultivars. In addition, the climatic variables of the months of February and March were the ones that were more correlated with the physicochemical and phenolic characteristics of the wines. Therefore, both the cultivar and/or cut factor, as well as the harvest factor, had an effect on the physicochemical and mineral characteristics of commercial wines produced in the Central Region of Rio Grande do Sul. Also, despite strong correlations being observed, it was not possible to establish causal relationships between the variables.

Keywords: Wine. Central Region. Harvests. Characterization. Mineral.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos vinhos comerciais utilizados como amostra no presente estudo.....	19
Tabela 2- Teor de açúcares redutores totais (g glicose/L) em vinhos produzidos na região central do Rio Grande do Sul, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	24
Tabela 3 – Valor médio das temperaturas mínimas e máximas na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 e normal climatológica mensal (1991-2020) para a estação meteorológica de Santa Maria – RS.....	25
Tabela 4 - Precipitação acumulada (mm) na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 e normal climatológica mensal (1991-2020) na estação meteorológica de Santa Maria – RS.	27
Tabela 5- Radiação acumulada (MJ/m ²) na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 na estação meteorológica de Santa Maria – RS.....	27
Tabela 6 – Soma térmica (GD) entre os meses de setembro a março das safras de 2018 a 2020 a partir dos dados de temperatura para a estação meteorológica de Santa Maria-RS.....	28
Tabela 7 -Correlação entre o teor de açúcares redutores totais dos vinhos Merlot 1 e Malbec, condições climáticas e soma térmica das safras de 2018, 2019 e 2020.	29
Tabela 8 - Graduação alcoólica (%) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	30
Tabela 9 - Correlação entre teor alcoólico dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	31
Tabela 10 - Potencial hidrogeniônico (pH) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.	33
Tabela 11 - Correlação entre pH dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	34
Tabela 12 - Acidez total (mEq de ácido tartárico/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	36
Tabela 13 - Correlação entre acidez total dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	37
Tabela 14 - Acidez volátil (mEq de ácido acético/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	38
Tabela 15 - Correlação entre acidez volátil dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	40
Tabela 16 – Intensidade de cor em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	41

Tabela 17 – Tonalidade de cor em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	43
Tabela 18 - Correlação entre intensidade de cor dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	44
Tabela 19 - Correlação entre tonalidade de cor dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.	45
Tabela 20 - Teor de compostos fenólicos totais (g ácido gálico/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	46
Tabela 21 - Teor de antocianinas totais (mg cianidina-3-glicosídeo/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	48
Tabela 22 - Correlação entre teor de antocianinas e compostos fenólicos totais dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.....	49
Tabela 23 - Teor de nitrogênio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	51
Tabela 24 - Teor de fósforo (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	53
Tabela 25 - Teor de potássio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	55
Tabela 26 - Teor de cálcio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.....	57
Tabela 27 - Teor de magnésio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	59
Tabela 28 - Teor de manganês (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	61
Tabela 29 - Teor de cobre (mg/kg) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	62
Tabela 30 - Teor de zinco (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	64
Tabela 31 - Teor de ferro (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020	66

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 ESPÉCIES E VARIEDADES DE UVA	12
3.2 CONSUMO DE VINHOS	12
3.3 FATORES QUE AFETAM AS CARACTERÍSTICAS DOS VINHOS	13
3.4 PARÂMETROS ANALÍTICOS EM VINHOS FINOS	15
3.5 VITIVINICULTURA NO BRASIL	16
3.7 VITIVINICULTURA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 AMOSTRAS	19
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	20
4.4 CARACTERIZAÇÃO MINERAL	21
4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA	23
5.1.1 Açúcares redutores totais	23
5.1.2 Graduação alcoólica	29
5.1.3 pH, acidez total e acidez volátil	32
5.1.4 Intensidade e tonalidade de cor	41
5.2 COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIÂNICOS	45
5.3 CONTEÚDO MINERAL	50
5.3.1 Macronutrientes	51
5.3.1.1 Nitrogênio	51
5.3.1.2 Fósforo	53
5.3.1.3 Potássio	54
5.3.1.4 Cálcio	57
5.3.2 Micronutrientes	60
5.3.2.1 Manganês	60
5.3.2.2 Cobre	62
5.3.2.3 Zinco	64
5.3.2.4 Ferro	66
6 CONCLUSÕES	68
7 REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da busca por alimentação saudável nos últimos anos, o vinho ganhou ainda mais destaque entre a população brasileira. Isso se deve às características antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas e outras que levam à prevenção de doenças no ser humano. No entanto, muitos desses atributos benéficos são influenciados pelas características das cultivares utilizadas, dos processos produtivos da uva e do vinho e da localização de cultivo, ou seja, pelo seu *terroir*.

Além disso, a localização de cultivo tem influência sobre as características enológicas e sensoriais dos vinhos produzidos. Com isso, são produzidos vinhos com características distintas entre as diversas regiões do Brasil, visto que é um país de grande extensão territorial e com características continentais. Tais diferenças também são observadas entre as regiões produtoras dentro de um mesmo estado, como o Rio Grande do Sul, que atualmente se configura como o maior produtor de vinhos do país.

No Rio Grande do Sul, as duas principais regiões vitivinícolas são a Serra Gaúcha e a Campanha. Entretanto, a produção também é presente em outras regiões no estado, como o Alto Uruguai, a Serra do Sudeste, os Campos de Cima da Serra e a Região Central, que com o aumento do consumo da bebida têm buscado cada vez mais espaço no mercado vinícola.

Esse cenário, de especificidades para produtos conforme as características regionais, pode ser visto como oportunidade de diferenciação para os vinhos produzidos. Como é o caso da Região Central do estado, onde estão presentes algumas vinícolas, que delas resultam os Vinhos do Coração do Rio Grande.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização físico, química e mineral dos vinhos produzidos na Região Central do Rio Grande do Sul e avaliar se existem correlações entre as características e o clima local. A pesquisa por tais características é justificada a fim de fornecer informações inéditas para a comunidade científica, visto que não existem, até o momento, trabalhos semelhantes. Além disso, fornecer informações aos produtores buscando a valorização e reconhecimento dos vinhos da região no comércio local e nacional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização físico-química, fenólica e mineral de vinhos comerciais produzidos na Região Central do RS e avaliar se existem correlações entre a caracterização com as condições climáticas da região.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para a realização do estudo, foram delimitados os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as características físico-químicas, fenólicas e minerais dos vinhos comerciais produzidos na Região Central e verificar se existem diferenças estatísticas para vinhos da mesma safra;
- Verificar se existem diferenças nas características físico-químicas, fenólicas e minerais entre os vinhos de mesma cultivar produzidos em safras diferentes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESPÉCIES E VARIEDADES DE UVA

A videira é uma frutífera pertencente ao gênero *Vitis*, que inclui espécies e variedades para consumo da uva como fruta fresca, frutas secas ou após processamento na forma de vinhos, sucos e de outros derivados da uva (MAIA & CAMARGO, 2005).

No Brasil são cultivadas variedades da espécie *Vitis vinifera*, originárias da Europa e chamadas uvas europeias ou finas, e também variedades originárias dos Estados Unidos, chamadas uvas americanas, comuns ou rústicas e que pertencem principalmente às espécies *Vitis labrusca* e *Vitis bourquina* (MAIA & CAMARGO, 2005)

As variedades da espécie *Vitis vinifera* são destinadas principalmente para a produção de vinhos finos tintos, brancos e rosados (CAMARGO, 2003).

3.2 CONSUMO DE VINHOS

Vinho é a bebida obtida a partir da fermentação alcoólica parcial ou total do mosto da uva, com graduação alcoólica mínima pré-determinada (BRASIL, 2021). Entre as bebidas fermentadas, o vinho é a que apresenta maior valor cultural, além de ser a que mais valoriza a origem geográfica, isto é, o local onde é produzida a uva e elaborado o vinho (RIZZON & DALL'AGNOL, 2007).

A legislação brasileira classifica os vinhos em duas grandes categorias, finos e comuns ou de mesa. Os vinhos finos são exclusivamente elaborados com cultivares da espécie *Vitis vinifera*, em que se destacam a Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc e Merlot (BRASIL, 2021; RIZZON & DALL'AGNOL, 2007).

O consumo moderado de vinho apresenta efeito benéfico à saúde do consumidor, o que tem levado ao aumento do consumo da bebida e da procura por vinhos de maior qualidade. Estes benefícios se devem principalmente à presença de compostos fenólicos com atividades antioxidantes, anti-inflamatória e antimicrobiana (VAGANTE, 2012). Além disso, os compostos fenólicos, juntamente com as substâncias aromáticas, são importantes para a determinação das características e

qualidade do vinho, com ação bastante expressiva nos aspectos visuais e no paladar (GUERRA, 2002; MIELE et al., 2014).

Considerando que os consumidores cada vez mais buscam conhecimento sobre a qualidade dos produtos que consomem, entre eles o vinho, e que a concorrência de outras bebidas está cada vez mais intensa, mostra-se cada vez mais importante a dedicação com a qualidade do produto (GUERRA, 2002) e com a demonstração dessa qualidade para o consumidor.

Vinho de qualidade é aquele que possui bom equilíbrio entre suas características organolépticas e analíticas, é isento de defeitos tecnológicos e tem forte personalidade, determinada pela variedade, pela origem e pela competência do viticultor e do enólogo (GUERRA, 2002). São inúmeros os fatores que estão relacionados com as características dos vinhos. Estas características devem ser utilizadas para promover a diferenciação dos produtos e a valorização do produto no mercado através da autenticidade da bebida (GIOSANU; VÎJAN; DELIU, 2011). A caracterização do vinho deve ser obtida através de análises físico-químicas, por exemplo, que fornecem informações a respeito de parâmetros exigidos pela legislação. Além disso, através desta caracterização é possível explicar comportamentos e alterações sensoriais e de qualidade do vinho (GUERRA, 2002).

No entanto, como muitos fatores relacionados ao ambiente e ao local de produção influenciam significativamente a qualidade do vinho (SÁNCHEZ & DOKOOZLIAN, 2005), mostra-se cada vez mais relevante o estudo de atributos de qualidade relacionados a estes fatores, visto que o vinho é uma bebida mundialmente produzida.

3.3 FATORES QUE AFETAM AS CARACTERÍSTICAS DOS VINHOS

Fatores como solo, clima, cultivares, e práticas agronômicas e enológicas são capazes de influenciar na produção e nas características de uvas e por fim afetar a qualidades físico-química e sensorial dos vinhos (SÁNCHEZ & DOKOOZLIAN, 2005). Todos esses fatores podem ser peculiares ao local de origem das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos.

A influência do solo se deve à existência de solos com teores maiores e menores de determinados minerais e isso tem como principal consequência a presença ou não desses minerais nas uvas e nos vinhos. A profundidade e o tipo do

solo onde a videira está plantada também podem influenciar, apesar de a videira ser adapta a vários tipos de solo (MELLO, 2008). Já o relevo, por sua vez, pode influenciar nas características do solo, na exposição das videiras a fatores climáticos e nas práticas de manejo da cultura.

O clima possui forte influência sobre a videira, sendo importante na definição das potencialidades das regiões para a cultura. Ele interage com os demais componentes do meio natural, em particular com o solo, assim como com a cultivar e com as técnicas de cultivo da videira (TONIETTO & MANDELLI, 2003).

Juntamente com o relevo, o clima é capaz de afetar as características qualitativas e a tipicidade das uvas pois interferem na temperatura, na pluviosidade, na exposição da planta à radiação solar, na umidade relativa do ar e na exposição a ventos e intempéries. Quanto à fatores geográficos do clima, é importante considerar a influência da latitude e da altitude sobretudo na temperatura do ar (TONIETTO & MANDELLI, 2003).

O efeito do microclima do vinhedo exerce grande influência sobre a qualidade da uva e do vinho por interferir diretamente na incidência de doenças (AGRIOS, 1997) e nas respostas fisiológicas das plantas quando submetidas a estresses (MULLINS et al., 1992). Os estresses a que a videira é submetida são de extrema importância pois influenciam na síntese de compostos importantes para a qualidade enológica, como os compostos fenólicos (CHAVARRIA et al., 2008). Ainda em relação ao clima, a radiação solar e/ou temperaturas elevadas juntamente com um déficit hídrico moderado auxiliam no acúmulo de açúcares.

Além de todas as variáveis a respeito do clima característico de cada local de produção, é muito importante considerar que entre safras também poderá haver diferenças climáticas significativas que por sua vez poderão impactar nas características da uva e do vinho (TONIETTO; MANDELLI; CONCEIÇÃO, 2008).

Também influenciam nos aspectos qualitativos do vinho todos os fatores biológicos a respeito da videira como cultivar, duração dos ciclos vegetativo e reprodutivo, resistência a determinadas pragas e a variações climáticas; tamanho, formato, cor e peso das bagas da uva, dentre outros (BORGHEZAN, 2010). A escolha das cultivares mais adaptadas e porta-enxertos utilizadas na produção em função das suas características particulares também diz respeito aos fatores agrônômicos que afetam a qualidade dos vinhos. Outros fatores agrônômicos como

escolha dos sistemas de condução, podas, adubação e outras práticas de cultivo também vão interferir na bebida final (BORGHEZAN, 2010).

Por fim, os fatores enológicos estão relacionados às técnicas utilizadas no processo de vinificação (BORGHEZAN, 2010). Entre elas podem ser citadas utilização de leveduras selvagens e/ou de leveduras adicionadas ao mosto, número de trasfegas, clarificação, sulfitagem, chaptalização, envelhecimento e outros. Ainda, deve-se considerar a influência cultural tanto nas práticas de cultivo como nas de vinificação.

Cada região produtora possui uma interação distinta entre esses fatores, podendo interferir nas características de qualidade de uvas e vinhos. Com isso, remete-se ao conceito de *terroir*, palavra francesa que exprime a interação entre os meios naturais e os fatores humanos (TONIETTO, 2007).

3.4 PARÂMETROS ANALÍTICOS EM VINHOS FINOS

Sabe-se que os parâmetros estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2021) são de extrema importância para a qualidade da bebida, além disso algumas podem auxiliar na distinção e diferenciação dos produtos regionais.

A legislação brasileira estabelece que vinhos finos, ou seja, aqueles produzidos a partir de cultivares *Vitis vinífera*, devem apresentar teor alcoólico de 8,6 a 14%, em v/v, a 20°C (BRASIL, 2021).

De acordo com a legislação brasileira, os vinhos finos podem ser classificados de acordo com a quantidade de glicose presentes por litro de vinho. Assim, vinhos secos apresentam até 4 g/L, demi-sec apresentam entre 4 e 25 g/L e vinhos suaves apresentam entre 25 e 80 g/L (BRASIL, 2021).

A acidez total de vinhos finos deve respeitar os valores mínimo de 40 mEq/L e máximo de 130 mEq/L em pH 8,2, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2021). A acidez volátil de vinhos finos deve respeitar o valor máximo de 20 mEq/L, segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2021).

Além disso, alguns minerais são considerados contaminantes inorgânicos, dentre eles o cobre, que pode estar presente em no máximo 10 mg/kg.

3.5 VITIVINICULTURA NO BRASIL

Devido à grande diversidade geográfica e cultural do país, a viticultura brasileira apresenta características regionais distintas, com particularidades no ciclo de produção, época de colheita, cultivares e tratamentos culturais. Com isso, também se observa particularidades no tipo de produto e foco de mercado de cada região produtora (MELLO & MACHADO, 2020).

Em 2022, a produção de uvas no Brasil foi de 1.501.655 t. em uma área cultivada de 75.598 ha (IBGE, 2022), sendo as principais regiões brasileiras produtoras as regiões Sul, Nordeste e Sudeste. A região Sul é a maior produtora de uvas, sendo que em 2022 representou 56,36% da produção nacional e 72,60% da área cultivada (IBGE, 2022). Entre os estados, o Rio Grande do Sul se encontra como maior produtor nacional de uvas.

Apesar de a região Nordeste ter contribuído com 30,81% da produção nacional (IBGE, 2020), o principal destino da fruta é para o consumo *in natura*, visto que o nordeste é a principal região nacional produtora de uvas de mesa (MELLO & MACHADO, 2020). Já o Rio Grande do Sul responde por mais de 90% da produção total de vinhos e suco de uva e cerca de 85% dos espumantes do país (MELLO & MACHADO, 2020).

Ademais, em função da diversidade geográfica, existem polos vitícolas com característica de regiões temperadas, polos em áreas subtropicais e polos de viticultura tropical. Com isso, percebe-se a influência de fatores culturais e geográficos sobre a adaptabilidade de cultivares, sobre as características físico-químicas da fruta e sobre o destino da produção vitícola. Quanto ao destino da produção pode se dividir em uvas para consumo *in natura* e uvas para o processamento, que inclui a elaboração de suco de uva, vinhos e derivados (MELLO & MACHADO, 2020).

3.6 VITIVINICULTURA NO RIO GRANDE DO SUL

O Rio Grande do Sul é o principal estado produtor de uvas no Brasil, respondendo por 62,22% da área cultivada nacional e por 48,94 % da produção nacional, o que representa 734.994 t de uva (IBGE, 2020).

Segundo o IBGE (2022), a produção nacional de uvas destinadas ao processamento foi estimada em 698.045 t em 2019, representando 48,28% da produção total. O processamento da fruta no Rio Grande do Sul, em 2019, resultou em 508,74 milhões de litros de bebidas, representando quase a totalidade de vinhos, sucos e espumantes produzidos no país. Desse total, foram produzidos 184,54 milhões de litros de suco, 144,63 milhões de litros de vinhos de mesa e 37,61 milhões de litros de vinhos finos (IBGE, 2022).

O Rio Grande do Sul é o estado com mais polos vitivinícolas no Brasil. São eles a Serra Gaúcha, a Campanha Gaúcha, a Serra do Sudeste, o Alto Uruguai, a Região Central e os Campos de Cima da Serra. A Região da Serra Gaúcha é o maior polo produtor nacional. No entanto, a participação percentual da Serra Gaúcha no panorama estadual vem diminuindo com o aumento da produção vitivinícola em demais microrregiões, segundo o último Cadastro Vitivinícola do Rio Grande do Sul (ZANELLA, 2017). A viticultura em 2015, já estava presente em 27 das 35 microrregiões do estado (ZANELLA, 2017).

3.7 VITIVINICULTURA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

A Região Central do estado conta com as microrregiões produtoras de Cachoeira do Sul, Restinga Seca e Santa Maria, que em 2015 totalizavam 54 propriedades produtoras (MELLO & MACHADO, 2015).

Os vinhedos da região estão localizados em pequenas áreas planas ou vales, com microclimas e solos apropriados. A região apresenta relevo suave ondulado a ondulado com altitude entre 40 e 200 metros e solos dos tipos argissolos, planossolos e alissolos. A região apresenta clima classificado como Cfa, segundo a classificação de Koppen. O clima subtropical apresenta verão quente com temperaturas superiores a 22°C e precipitação superior a 30 mm de chuva no mês mais seco (REINERT et al., 2007).

A Associação de Vitivinicultores do Vale Central Gaúcho – Vinhos do Coração, é uma associação que abrange um raio de aproximadamente 70 km, nos quais se encontram as oito vinícolas participantes da associação. As vinícolas estão distribuídas entre os municípios de Dilermando de Aguiar, Itaara, Santa Maria, São João do Polêsine e Silveira Martins. Nas vinícolas participantes são produzidos

vinhos finos a partir de uvas cultivadas em vinhedos próprios ou eventualmente utilizando-se uvas de outras regiões do estado (BITTENCOURT, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMOSTRAS

Para a execução do trabalho, 25 amostras de vinhos comerciais foram obtidas em 4 vinícolas da Região Central do RS, sendo elas, 20 amostras varietais e 5 cortes (Tabela 1). Os vinhos foram produzidos a partir de 9 cultivares de uva. São elas: Cabernet Sauvignon, Merlot, Malbec, Shiraz, Montepulciano, Syrah, Rebo, Sangiovese, Bianco del Bianchi e Chardonnay, totalizando 23 amostras tintas, 2 brancas e 1 rosada. Destas amostras, 18 foram obtidas já em sua embalagem final e 8 foram coletadas diretamente do tanque de fermentação, já com o vinho finalizado, segundo o produtor.

Apenas foram objetos de estudo vinhos produzidos a partir de uvas cultivadas em vinhedos situados na Região Central do RS, durante as safras de 2018, 2019 e 2020. A safra de 2018 corresponde ao período de desenvolvimento da cultura entre 2017 e 2018. Já as safras de 2019 e 2020 correspondem aos períodos entre 2018 e 2019 e entre 2019 e 2020, respectivamente.

Tabela 1 - Caracterização dos vinhos comerciais utilizados como amostra no presente estudo.

Localização	Vinho	Safra (s)
Itaara-RS	Cabernet Sauvignon 1*	2018 e 2020
Itaara-RS	Cabernet Sauvignon 2*	2020
Itaara-RS	Cabernet Sauvignon e Merlot	2020
Itaara-RS	Merlot 1*	2018 e 2020
Itaara-RS	Merlot 2*	2018, 2019 e 2020
Itaara-RS	Shiraz	2018 e 2020
Itaara-RS	Malbec	2018, 2019 e 2020
São João do Polêsine-RS	Bianco del Bianchi	2019
São João do Polêsine-RS	Chardonnay	2019
São João do Polêsine-RS	Rosé Montepulciano	2020
Itaara-RS	Rebo	2019
Itaara-RS	Montepulciano	2019
Itaara-RS	Sangiovese	2019 e 2020
Itaara-RS	Montepulciano e Sangiovese	2019
Itaara-RS	Syrah e Sangiovese	2019
Itaara-RS	Rebo e Sangiovese	2019
Itaara-RS	Syrah e Montepulciano	2020

*Vinhos de mesma cultivar, porém elaborados a partir de frutos de vinhedos de diferentes localizações geográficas.

Fonte: Autora (2022).

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Para a determinação da graduação alcoólica foi utilizado método densiométrico, através da destilação com óxido de cálcio e mensuração com densímetro (OIV, 2016).

A determinação do teor de açúcares redutores totais foi realizada através do método titulométrico de Lane & Eynon, com uso de solução de Fehling.

A análise de acidez total das amostras foi realizada através de técnica titulométrica com utilização de solução básica padronizada (MAPA, 2012) e de acidez volátil através de titulometria com arraste de vapor durante destilação para extração da amostra (MAPA, 2013). A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada através de método potenciométrico com peagâmetro de bancada.

As medidas de intensidade de cor e tonalidade foram determinadas através de leitura de absorvância a 420, 520 e 620 nm, de acordo com Rizzon (2010). A intensidade de cor foi determinada pela soma das três absorvâncias, enquanto a tonalidade foi determinada pela razão entre as leituras 420:520. Para vinhos brancos, a intensidade de cor foi determinada apenas pela leitura a 420 nm.

Todas as análises de caracterização físico-química foram realizadas em 3 repetições.

4.3 CARACTERIZAÇÃO FENÓLICA E ANTOCIÂNICA

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi avaliado usando o reagente de Folin-Ciocalteu com leitura de absorvância a 765 nm, de acordo com método de Singleton & Rossi (1965).

Já o conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método do pH diferencial descrito por Giusti & Wrolstad (2001), com leitura de absorvância a 540 e 700 nm.

As análises de antocianinas totais e de compostos fenólicos totais foram realizadas em 3 repetições.

4.4 CARACTERIZAÇÃO MINERAL

Os teores totais dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e dos micronutrientes manganês, cobre, zinco e ferro foram realizados segundo metodologia proposta por Rizzon (2010), com adaptações. A metodologia para determinação de nitrogênio baseia-se na mineralização do nitrogênio, seguida por uma destilação e por fim uma análise titulométrica. Para determinação de fósforo é realizada técnica colorimétrica e os demais minerais são analisados por espectrofotometria de absorção atômica e emissão de chama.

Todas as análises de caracterização mineral foram realizadas em 3 repetições.

4.5 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Os dados meteorológicos foram obtidos em banco de dados da estação meteorológica A803 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022). A estação A803 é a mais próxima da localização dos vinhedos e está situada no município de Santa Maria-RS, latitude -29,725, longitude -53,7206, altitude 103,1m. Foram utilizados os dados referentes a temperatura do ar horária, precipitação horária e radiação solar horária dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março dos anos 2017 a 2020, referentes as safras estudadas. Os meses de dezembro a março foram utilizados pois correspondem ao período de maturação da uva no Rio Grande do Sul (SOUZA, 1996).

A partir dos dados obtidos no banco de dados, foram calculados os valores quinzenais de precipitação acumulada, temperatura do ar máxima média, temperatura do ar mínima média e radiação solar acumulada.

As normais climatológicas referentes aos anos de 1991 a 2020 também foram obtidas a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022).

A soma térmica da videira, ou seja, o valor de graus-dia acumulado, foi calculada através da Equação 1, conforme proposto por Pedro Júnior (2001) e considerando a temperatura basal de 10°C. Para a determinação da soma térmica foi utilizado o número de dias entre 01 de setembro e 31 de março para cada safra

como forma de padronização pois não se teve conhecimento exato das datas que marcaram os períodos dos ciclos de cada cultivar.

$$ST = \sum^n \frac{(T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n})}{2} - Tb \quad (1)$$

Onde:

ST = soma térmica; graus-dia acumulados, GD.

T_{máx} = temperatura máxima diária, °C.

T_{mín} = temperatura mínima diária, °C

T_b = temperatura basal, °C.

n = número de dias entre 01 de setembro e 31 de março da respectiva safra.

4.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados da caracterização dos vinhos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido por teste T de student para comparação de dupla de amostras ou seguido por teste de Tukey para comparação de médias de mais de duas amostras, ambos utilizando nível de significância de 5%.

Os resultados da caracterização das amostras das cultivares Malbec e Merlot 1 foram correlacionados com os dados climáticos através da correlação de Pearson. Foram utilizadas apenas estas duas cultivares pois são as únicas englobadas nas três safras estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os resultados obtidos a respeito da caracterização físico-química dos vinhos estudados e a correlação destes parâmetros com as condições climáticas obtidos na estação meteorológica de Santa Maria-RS foram apresentados nas tabelas 2 a 19.

5.1.1 Açúcares redutores totais

O teor de açúcares redutores totais do vinho indica a quantidade de açúcar residual na bebida, ou seja, o açúcar que não foi transformado em álcool a partir da atividade das leveduras no processo de fermentação (VENTURINI FILHO, 2010). Todos os vinhos analisados apresentaram açúcares residuais dentro dos limites expressos na Legislação Brasileira (BRASIL, 2021), com teores entre 0,14 e 1,04 g de glicose/litro de vinho, na cultivar Montepulciano 2019 e corte Merlot e Cabernet Sauvignon 2020, respectivamente (Tabela 2), sendo assim classificados como vinhos secos (BRASIL, 2021). Estes valores indicam que, após finalizada a fermentação alcoólica, as leveduras concluíram a conversão dos açúcares fermentescíveis em álcool (GIULIANI, 2016). Ademais, os valores encontrados apresentam diferença estatística para as cultivares analisadas em cada safra estudada.

Na safra de 2018 as amostras com maior teor de açúcares redutores foram Merlot 1 e 2 e Cabernet Sauvignon 1 (Tabela 2). Malbec, em 2018, foi a amostra com menor teor e apresentou, assim como as amostras Merlot 1 e Sangiovese, aumento ao longo das safras. Merlot 2 foi a única amostra que não apresentou variação significativa no teor de açúcar entre safras.

Tabela 2- Teor de açúcares redutores totais (g glicose/L) em vinhos produzidos na região central do Rio Grande do Sul, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,65 ± 0,07 A		0,57 ± 0,05 CD	0,61 ns
C. Sauvignon 2			0,81 ± 0,08 BC	-
C. Sauvignon e Merlot			1,04 ± 0,08 A	-
Merlot 1	0,62 ± 0,09 ABb	0,65 ± 0,02 B ab	0,82 ± 0,09 BC a	0,69 *
Merlot 2	0,67 ± 0,07 A		0,73 ± 0,07 BC	0,70 ns
Shiraz	0,50 ± 0,04 B a		0,38 ± 0,04 DE b	0,44 *
Malbec	0,31 ± 0,03 C c	0,42 ± 0,08 C b	0,65 ± 0,08 BC a	0,46 *
Bianco del Bianchi		0,23 ± 0,04 D		-
Chardonnay		0,23 ± 0,05 D		-
Rosé Montepulciano			0,29 ± 0,06 E	-
Rebo		0,66 ± 0,03 B		-
Montepulciano		0,14 ± 0,04 D		-
Sangiovese		0,17 ± 0,08 D b	0,70 ± 0,08 BC a	0,43 *
Montepulciano e Sangiovese		0,58 ± 0,07 B		-
Syrah e Sangiovese		0,90 ± 0,06 A		-
Rebo e Sangiovese		0,41 ± 0,08 C		-
Syrah e Montepulciano			0,72 ± 0,07 BC	-
Média da safra	0,55 *	0,44 *	0,67 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

A relação videira *versus* clima é complexa e difícil de ser completamente compreendida, entretanto, é bem conhecido que o desenvolvimento da videira e a composição química da uva são fortemente afetados pelo clima do local do vinhedo (ALMANZA et al., 2010). Variações climáticas podem ser observadas tanto entre regiões geográficas distintas quanto no mesmo local, porém em diferentes safras. Giuliani (2016), estudando vinhos Cabernet Sauvignon de 6 vinhedos diferentes, observou variação nos valores de açúcares redutores totais e de teor alcóolico entre as safras de 2012/13, 2013/14 e 2014/15. Da mesma forma, no presente estudo foram observadas variações estatísticas em quatro das seis amostras da Região Central avaliadas entre safras.

As condições climáticas exercem grande influência sobre a qualidade da uva e do vinho por interferir na incidência de doenças (AGRIOS, 1997), nas respostas fisiológicas das plantas (MULLINS et al., 1992) e principalmente na síntese de compostos de interesse enológico, como açúcares e polifenóis (CHAVARRIA et al., 2008). No entanto, sabe-se que cada estágio fenológico da videira tem exigências climáticas particulares, principalmente quanto à temperatura do ar (MONTEIRO, 2009). A precipitação e a incidência de radiação também são fatores com relevante influência na qualidade da uva (MONTEIRO, 2009).

Na Tabela 3 podem ser observados os dados médios de temperatura máxima e mínima para os meses de dezembro a março referentes às safras 2018 a 2020, além dos valores da Normal Climatológica para a região abrangida pela estação meteorológica A803 situada em Santa Maria-RS. A Normal Climatológica representa um valor médio para cada elemento climático, correspondente a um número de anos suficiente para se poder admitir que o valor médio representa o valor predominante no local considerado ao longo dos anos (INMET, 2022).

Tabela 3 – Valor médio das temperaturas mínimas e máximas na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 e normal climatológica mensal (1991-2020) para a estação meteorológica de Santa Maria – RS.

Temperatura mínima média (°C)									
Safr	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Média dez-mar
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	
2018	18,7	19,4	19,3	19,8	17,9	18,5	17,3	17,0	18,4
2019	16,3	20,5	21,5	21,9	19,0	18,8	17,8	16,1	18,6
2020	16,6	19,0	20,6	19,4	20,1	16,5	18,0	18,1	17,4
Normal*	18,7		20,1		19,7		18,3		

Temperatura máxima média (°C)									
Safr	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Média dez-mar
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	
2018	30,8	30,6	30,9	29,1	29,8	29,2	29,9	27,1	29,4
2019	28,5	30,1	29,9	30,8	29,5	29,5	28,4	26,4	28,4
2020	30,3	32,3	31,7	29,1	28,9	28,9	33,1	30,2	29,9
Normal*	30,4		31		30,2		29,1		

Fonte: INMET (2022).

Observa-se que nos meses de fevereiro e março, as temperaturas mínimas médias foram inferiores à Normal Climatológica, nas 3 safras estudadas. Já a temperatura máxima média dos meses de dezembro e março foram inferiores à Normal na safra 2019 e superiores na safra 2020. Essa diminuição da temperatura no período final da maturação, associada à menor precipitação (Tabela 4) durante a colheita, favorece a maturação fenológica completa da uva (BORGHEZAN et al., 2011). Além disso, o período de maturação da uva é bastante favorecido quando ocorre em condições de pouca chuva e bastante sol. O tempo nublado e as chuvas intensas são mais prejudiciais no final do período de maturação das uvas, pois favorecem a ocorrência das podridões do cacho e de rachadura de bagas nas cultivares de casca mais sensível, o que deprecia a uva tanto para a elaboração de sucos e vinhos, quanto para o consumo *in natura*. Além disso, elevada precipitação causa perda da qualidade devido à diluição dos constituintes do mosto, principalmente reduzindo o teor de açúcares e elevando a acidez (MONTEIRO, 2009).

Na safra de 2020 foram observadas as amostras com maior teor de açúcares residuais (Tabela 2), podendo ser relacionado com a menor precipitação acumulada (Tabela 4) e a maior radiação solar (Tabela 5) entre as 3 safras analisadas. Normalmente, uma maior insolação está relacionada a um menor número de dias de chuva. Nas condições de alta umidade do sul do país, tais condições no período de primavera/verão são desejáveis, pois favorecem a qualidade e maturação da uva, resultando em uvas com maior teor de açúcar e com menor acidez (MONTEIRO, 2009; HIDALGO, 1980). Além disso, valores inferiores de açúcares residuais em vinhos de safras anteriores podem estar relacionados com a polimerização das moléculas de glicose com outros constituintes do vinho, reações que ocorrem com o armazenamento da bebida (VENTURINI FILHO, 2010).

Tabela 4 - Precipitação acumulada (mm) na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 e normal climatológica mensal (1991-2020) na estação meteorológica de Santa Maria – RS.

Safr	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Total dez-mar
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	
2018	21,4	65,2	32,2	99,6	54,8	81,4	62,4	111,6	528,6
2019	3,8	155,2	138,4	100,8	59,4	14,2	54,6	68,4	594,8
2020	14,2	58,8	177,0	78,6	12,2	39,4	24,4	11,0	415,6
Normal	136,0		170,6		131,7		142,1		

Fonte: INMET (2022).

Tabela 5- Radiação acumulada (MJ/m²) na 1ª e 2ª quinzena nos meses de dezembro a março das safras de 2018 a 2020 na estação meteorológica de Santa Maria – RS.

Safr	Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Total dez-mar
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	
2018	397,8	376,1	356,7	325,7	365,6	270,1	310,0	240,0	2642,1
2019	394,5	361,9	256,3	332,0	310,4	296,1	283,2	284,3	2518,7
2020	406,9	433,8	368,2	371,6	367,1	323,4	333,0	305,1	2908,9

Fonte: INMET (2022).

Outro fator climático correlacionado com a qualidade da uva e com o acúmulo de açúcares é a soma de horas com temperaturas superiores a 10°C (WINKLER et al., 1974; SARTORI, 2011), ou seja, o acúmulo de graus-dia. Observando as curvas de maturação em Niágara Rosada, Mandelli (2002) concluiu que para estimar o teor de sólidos solúveis na uva, a melhor equação de regressão obtida em seu estudo considerou o total de graus-dia e a precipitação como variáveis, acumulados a partir da data de poda. A maior concentração de açúcares no fruto influencia na quantidade de açúcares residuais após a fermentação e também no possível teor alcoólico a ser obtido no vinho (VENTURINI FILHO, 2010). Ainda segundo Venturini Filho (2010), quando utilizados frutos sobremaduros, podem ser elaborados vinhos com excesso de açúcar residual devido à dificuldade de algumas cepas de leveduras não fermentar a frutose, açúcar que tem seu teor aumentado com o amadurecimento. Além disso, a soma térmica pode ser empregada para estimar as curvas de crescimento e maturação da cultura e época de colheita (CONCEIÇÃO et

al., 2012). Na Tabela 6 podem ser observados os valores da soma térmica, ou seja, do acúmulo de graus-dia, entre os meses de setembro a março das safras de 2018 e 2020. Os valores obtidos indicam que as exigências térmicas para o desenvolvimento e maturação das uvas foram atendidas.

Tabela 6 – Soma térmica (GD) entre os meses de setembro a março das safras de 2018 a 2020 a partir dos dados de temperatura para a estação meteorológica de Santa Maria-RS.

Saíra	Soma Térmica (GD)
2018	2.622,60
2019	2.651,25
2020	2.709,60

Acúmulo entre 01 de setembro e 31 de março das respectivas safras, com temperatura basal de 10°C.

Fonte: Autora.

Na caracterização das amostras de vinhos Malbec e Merlot 1, observa-se forte correlação entre o conteúdo de açúcares redutores totais destes vinhos com a precipitação dos meses de janeiro, fevereiro e março. Estes resultados podem ser evidenciados na Tabela 7. Foi estabelecida estatisticamente uma correlação negativa com a precipitação de janeiro, devido a elevada precipitação neste mês (Tabela 4). Já nos meses de fevereiro e março, em que se observou baixa precipitação acumulada, a correlação com os açúcares residuais foi positiva. Também foram observadas correlações positivas com a radiação acumulada no mês de março. A soma térmica apresentou, estatisticamente, correlação positiva com ambas cultivares, reiterando que safras com maior acúmulo de horas com temperaturas acima de 10°C apresentam potencial para produção de uvas com maturação adequada.

Em uvas Cabernet Sauvignon cultivadas na região da Campanha Gaúcha foram observados valores entre 1,46 e 2,91 g/L de açúcares redutores totais (GIULIANI, 2016), valores superiores aos encontrados nos vinhos estudados.

Tabela 7 -Correlação entre o teor de açúcares redutores totais dos vinhos Merlot 1 e Malbec, condições climáticas e soma térmica das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,22*	-1,00*	1,00*	0,87*
Malbec	-0,05*	-0,98*	1,00*	0,94*

	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,46*	-0,01*	-0,32*	0,76*
Malbec	-0,61*	-0,19*	-0,48*	0,86*

	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,94*	-0,54*	-0,48*	-0,48*
Malbec	0,98*	-0,39*	-0,32*	-0,63*

	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,07*	-1,00*	-0,30*	-0,41*
Malbec	-0,10*	-0,98*	-0,46*	-0,56*

	Soma Térmica	
Merlot 1	0,84*	
Malbec	0,92*	

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

5.1.2 Graduação alcoólica

Em relação à graduação alcoólica, observou-se que as amostras apresentaram valores dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (BRASIL, 2021), variando de 11,3% (Shiraz 2018) a 13,9% (corte Syrah e Montepulciano 2020 e corte Rebo e Sangiovese 2019), com diferenças significativas entre cultivares dentro de uma mesma safra, valores estes apresentados na Tabela 8. Para Venturini Filho (2010), vinhos tintos de qualidade devem apresentar entre 12 e 14 °GL. Ainda segundo o autor, o etanol é o álcool mais importante dos vinhos, apresenta gosto levemente adocicado, auxilia na relação volume/estrutura e na estabilidade química

da bebida e atua como solvente na extração de pigmentos e taninos durante a fermentação e na dissolução de compostos voláteis responsáveis pelo aroma do vinho.

Tabela 8 - Graduação alcoólica (%) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	12,3 ± 0,1 BC b		13,4 ± 0,2 BC a	12,9 *
C. Sauvignon 2			13,5 ± 0,1 B	-
C. Sauvignon e Merlot			13,6 ± 0,1 B	-
Merlot 1	12,5 ± 0,1 B b	13,4 ± 0,1 C a	13,2 ± 0,3 BCD ab	13,0 *
Merlot 2	12,9 ± 0,1 A		13,0 ± 0,1 CD	13,0 ns
Shiraz	11,3 ± 0,2 D b		12,4 ± 0,2 E a	11,9 *
Malbec	12,1 ± 0,1 C b	12,2 ± 0,1 E b	13,3 ± 0,2 BCD a	12,5 *
Bianco del Bianchi		12,2 ± 0,2 E		-
Chardonnay		11,9 ± 0,1 E		-
Rosé Montepulciano			11,4 ± 0,1 F	-
Rebo		13,6 ± 0,1 B		-
Montepulciano		12,9 ± 0,1 D		-
Sangiovese		13,7 ± 0,1 B a	12,8 ± 0,1 DE b	13,2 *
Montepulciano e Sangiovese		12,8 ± 0,1 D		-
Syrah e Sangiovese		12,2 ± 0,2 E		-
Rebo e Sangiovese		13,9 ± 0,1 A		-
Syrah e Montepulciano			13,9 ± 0,1 A	-
Média da safra	12,2 *	13,1 *	13,1 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

A análise entre safras indicou que, com exceção das amostras Merlot 2, todas as amostras apresentaram variação significativa na graduação alcoólica (Tabela 8). Dentre estas, a cultivar Sangiovese foi a única que apresentou redução da graduação alcoólica ao longo das safras.

O teor alcoólico do vinho varia com o nível de maturação da uva, ou seja, o conteúdo de açúcares disponíveis para a fermentação, com as condições fermentativas, com o armazenamento em barricas de madeira e outros fatores (VENTURINI FILHO, 2010). Um menor teor alcoólico foi observado para Merlot 1 na

safra de 2018, quando comparado à mesma cultivar em 2019 e 2020. No entanto, Merlot 2, que foi elaborado com frutos de vinhedo diferente de Merlot 1, não apresentou diferenças significativas entre safras e em 2020 também não diferiu estatisticamente de Merlot 1 na safra de 2020. Isso indica que a variação apresentada na safra de 2018 possivelmente esteja relacionada a fatores pontuais que ocorreram na maturação das uvas do vinhedo 1. Podem ter efeito indireto no teor alcoólico a incidência de luz nos frutos e o manejo aplicado ao vinhedo, como o nível de desfolha (ALOY, 2019).

Além disso, o teor alcoólico médio foi menor na safra de 2018, possivelmente em função das condições climáticas da safra. Sendo assim, na Tabela 9 foi apresentada a correlação entre o teor alcoólico dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras estudadas. Parece haver correlações entre o teor alcoólico e as precipitações dos meses de janeiro, fevereiro e março, da mesma forma que foi apresentado para os açúcares redutores totais (Tabela 7). Ainda, a cultivar Malbec apresentou correlação positiva forte entre teor alcoólico e radiação solar de dezembro a março, com aumento no teor alcoólico conforme aumento na radiação acumulada. Entretanto, Merlot 1 não apresentou o mesmo comportamento. A partir dos resultados não se pode chegar a uma conclusão, visto que as cultivares tiveram padrão de correlação bem diferentes entre si, para cada fator climático. Se mostram, assim necessários mais estudos para se obter melhores resultados.

Analisando vinhos da cultivar Merlot, produzidos na região da Campanha Gaúcha, Cerbaro et al. (2018) encontraram teores alcoólicos entre 12,4 e 12,8 °GL, semelhantes aos apresentados pelos vinhos estudados. Porém, para a mesma região, Giuliani (2016) encontrou valores inferiores para a cultivar Cabernet Sauvignon que os observados neste trabalho. O que indica que pode ter havido influência da safra ou que a influência da regionalidade se apresente diferentemente conforme a cultivar avaliada.

Tabela 9 - Correlação entre teor alcoólico dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

Precipitação Acumulada			
Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março

Merlot 1	0,56*	0,94*	-0,89*	-0,63*
Malbec	-0,56*	0,66*	-0,75*	-0,96*

	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,11*	-0,35*	-0,04*	0,48*
Malbec	0,96*	0,74*	0,91*	0,99*

	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,76*	0,81*	0,76*	0,14*
Malbec	-0,89*	-0,25*	-0,31*	0,97*

	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,43*	0,95*	-0,06*	0,06*
Malbec	0,68*	0,65*	0,90*	0,95*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

Para a cultivar Sangiovese, Rossini et al. (2016) encontraram teores alcoólicos mais baixos, próximos a 11,3 °GL, para vinhos produzidos na região do Alto Uruguai. A diferença no teor alcoólico poderá estar atribuída a fatores climáticos que, por sua vez, influenciam na maturação do fruto e no acúmulo de açúcares fermentescíveis. A região do Alto Uruguai apresenta maiores altitudes, temperaturas médias mais amenas, mais horas de frio (inferiores a 7,2°C) e menores taxas de insolação que a Região Central (WREGE et al, 2012).

Em estudos sobre a caracterização físico-química de vinhos comerciais Chardonnay produzidos no Rio Grande do Sul, foram observados valores de etanol de 11,6 e 13,0 °GL para as regiões da Serra Gaúcha e Campanha, respectivamente (LÚCIO, 2015). Valores intermediários foram encontrados na Região Central.

5.1.3 pH, acidez total e acidez volátil

Além do teor alcoólico do vinho e dos açúcares residuais, para a caracterização de um bom vinho é importante observar os parâmetros a respeito da acidez da bebida, como pH, acidez total e acidez volátil. Entre os constituintes dos vinhos, aqueles relacionados à acidez são os que mais sofrem a interferência dos

fatores naturais, como clima e solo. A acidez condiciona a estabilidade biológica, a cor e as características gustativas dos vinhos (RIZZON, 1998). O vinho é uma bebida naturalmente ácida e mesmo pequenas variações de pH podem interferir no aspecto visual, no perfil aromático, nas características organolépticas e no potencial de envelhecimento do vinho, sendo que valores baixos de pH estão associados a uma maior longevidade, com maior proteção contra enzimas oxidativas durante a fase pré-fermentativa.

Via de regra, valores de pH apropriados para vinhos finos estão no intervalo entre 3,0 e 3,8, variando com o tipo de vinho branco, tinto ou rosado, com a cultivar e com a safra (RIZZON, 2010). Ao contrário, vinhos com pH elevado são mais suscetíveis às alterações oxidativas e biológicas, uma vez que o teor de dióxido de enxofre livre é proporcionalmente menor. O pH mais elevado nos vinhos pode ser consequência da maior concentração de minerais na solução do solo, especialmente do K, do tipo de solo, dos níveis de adubação nitrogenada empregada, da precipitação pluviométrica e do vigor vegetativo da videira (RIZZON et al., 1998)

Todas as amostras avaliadas apresentaram valores de pH levemente altos (Tabela 10), porém ainda adequados (BRASIL, 2021), com diferenças significativas entre as cultivares de cada safra. Foram observados valores de pH entre 3,32 (Merlot 1, 2020) e 3,79 (Corte C. Sauvignon e Merlot, 2020), sendo que os vinhos com pH mais baixo foram Merlot 1, Merlot 2 e C. Sauvignon na safra de 2018, Merlot 1 e Bianco del Bianchi na safra de 2019 e Merlot 1 na safra de 2020.

Assim como o teor alcoólico das amostras, o potencial hidrogeniônico (pH) médio foi menor na safra de 2018. No entanto, quando são analisados os comportamentos isolados das amostras ao longo das safras, percebe-se que das 6 amostras analisadas em duas ou mais safras, uma não apresentou variação significativa (Cabernet Sauvignon 1) e duas apresentaram redução (Merlot 1 e Sangiovese).

Tabela 10 - Potencial hidrogeniônico (pH) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	3,50 ± 0,01 AB		3,49 ± 0,04 DE	3,50 ns
C. Sauvignon 2			3,60 ± 0,05 BC	-
C. Sauvignon e Merlot			3,79 ± 0,01 A	-

Merlot 1	3,51 ± 0,01 AB a	3,53 ± 0,01 CD a	3,32 ± 0,02 F b	3,45 *
Merlot 2	3,40 ± 0,01 B b		3,62 ± 0,01 BCa	3,51 *
Shiraz	3,58 ± 0,02 A b		3,74 ± 0,03 A a	3,66 *
Malbec	3,56 ± 0,01 A b	3,55 ± 0,03 C b	3,64 ± 0,06 B a	3,58 *
Bianco del Bianchi		3,47 ± 0,00 D		-
Chardonnay		3,60 ± 0,02 BC		-
Rosé Montepulciano			3,41 ± 0,01 E	-
Rebo		3,58 ± 0,02 BC		-
Montepulciano		3,69 ± 0,01 A		-
Sangiovese		3,58 ± 0,02 BC a	3,50 ± 0,01 D b	3,54 *
Montepulciano e Sangiovese		3,64 ± 0,06 AB		-
Syrah e Sangiovese		3,62 ± 0,01 AB		-
Rebo e Sangiovese		3,60 ± 0,05 BC		-
Syrah e Montepulciano			3,55 ± 0,03 CD	-
Média da safra	3,51 *	3,59 *	3,57 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Na tabela 11 é possível observar altas correlações do pH dos vinhos Merlot 1 e Malbec com as condições climáticas, indicando possível influência da precipitação, da radiação e das temperaturas sobre o pH dos vinhos. Entretanto, apenas com o estudo de correlação não é possível inferir uma relação de causalidade entre os fatores. Além disso, o comportamento dos valores absolutos de pH foi diferente para as duas cultivares, uma apresentou aumento com as safras, e a outra, redução. Isso fez com que as correlações apresentassem sinais opostos para as duas cultivares. Essa diferença pode ser explicada por condições de microclima ou de solo e adubação dos vinhedos.

Tabela 11 - Correlação entre pH dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,72*	-0,49*	0,60*	0,87*
Malbec	-0,72*	0,49*	-0,60*	-0,88*

Radiação Acumulada	

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-1,00*	-0,87*	-0,98*	-0,95*
Malbec	1,00*	0,86*	0,98*	0,95*

Temperatura Mínima Média				
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,78*	0,44*	0,50*	-1,00*
Malbec	-0,78*	-0,44*	-0,50*	1,00*

Temperatura Máxima Média				
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,82*	-0,48*	-0,97*	-0,99*
Malbec	0,81*	0,48*	0,97*	0,99*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

Aspectos de manejo da cultura de Cabernet Sauvignon nas regiões da Serra Gaúcha e Santana do Livramento influenciaram a acidez e a qualidade do vinho produzido (ZOCCHÉ et al., 2017). Estudando o comportamento da cultivar Cabernet Sauvignon em 6 diferentes vinhedos, Giuliani (2016) observou valores de pH de 3,82 e acidez total igual a 77,7 meq/L na Região da Campanha. Resultados diferentes para Cabernet Sauvignon foram observados na safra de 2016, com acidez total de 131,6 mEq/L, também na região da Campanha (STEIN et al., 2018). Já Rizzon e Miele (2002) observaram pH 3,81 e 72 meq/L de acidez total para a mesma cultivar na região da Serra Gaúcha.

Na Região Central, para pH e acidez total, foram observados valores iguais e inferiores aos observados por estes autores, variando conforme a safra (Tabelas 9 e 11). No entanto, as regiões gaúchas se apresentam com condições distintas quando são comparadas com a região de origem desta variedade, em Bourdeaux, na França. Chira et al. (2012) analisaram 23 safras de Cabernet Sauvignon elaborados comercialmente por uma única vinícola da região francesa e encontraram pH médio de 3,67 e acidez total de 63,4 meq/L.

A comparação das regiões gaúchas demonstra, primeiramente, que a cultivar tem característica de atingir pH elevados, o que pode comprometer a longevidade dos vinhos; e segundo, os resultados da Região Central apresentaram baixos pH e acidez total, quando comparados às outras regiões gaúchas, o que favorece a qualidade sensorial e a estabilidade do vinho (GIULIANI, 2016).

Tabela 12 - Acidez total (mEq de ácido tartárico/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020.

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	95,7 ± 1,5 A a		83,3 ± 1,1 C b	89,5 *
C. Sauvignon 2			82,9 ± 1,0 C	-
C. Sauvignon e Merlot			74,0 ± 1,0 D	-
Merlot 1	95,7 ± 2,0 A	86,7 ± 5,5 B	94,7 ± 1,5 B	92,1 ns
Merlot 2	95,3 ± 0,6 A a		69,7 ± 1,2 E b	82,5 *
Shiraz	69,9 ± 1,7 B		70,3 ± 1,5 DE	70,3 ns
Malbec	94,0 ± 1,7 A a	96,3 ± 1,2 A a	63,0 ± 1,7 F b	84,4 *
Bianco del Bianchi		84,0 ± 1,0 B		-
Chardonnay		75,7 ± 0,6 CD		-
Rosé Montepulciano			83,7 ± 1,2 C	-
Rebo		69,7 ± 2,1 DE		-
Montepulciano		68,3 ± 4,0 E		-
Sangiovese		69,0 ± 2,0 DE b	97,3 ± 1,5 B a	83,2 *
Montepulciano e Sangiovese		60,0 ± 1,7 F		-
Syrah e Sangiovese		66,7 ± 1,5 EF		-
Rebo e Sangiovese		80,3 ± 0,6 BC		-
Syrah e Montepulciano			103,7 ± 1,5 A	-
Média da safra	90,1 *	75,7 *	82,3 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Dentre os ácidos provenientes da uva, o ácido tartárico é o de maior importância, e segundo Andrade (2012), o valor ideal encontrado em vinhos estabilizados fica entre 1,5 e 3,0 g/L, sendo assim utilizado para a quantificação da acidez total do vinho. Juntamente com o ácido málico, envolvido na fermentação malolática e também proveniente da uva, correspondem a cerca de 90% da acidez fixa do vinho (VENTURINI FILHO, 2010). A Legislação Brasileira estabelece que vinhos finos devem apresentar entre 40 e 130 mEq/L (BRASIL, 2021). Todos os vinhos estudados se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos, sendo que os menores valores foram observados nas amostras da safra de 2019 (Tabela 12).

A cultivar Sangiovese, nativa da Região de Toscana (Itália), está presente em 1 vinho varietal e em 3 cortes de vinhos estudados, indicando sua relevância na região. A cultivar apresenta uvas com característica ácida, tânica e aroma frutado (MACEDO et al., 2015), principalmente em regiões muito frias. No entanto, em climas quentes sua acidez pode ser insuficiente, perdendo o equilíbrio da bebida final (LILLA, 2016). O corte Montepulciano e Sangiovese 2019 apresentou 60,0 mEq/L, sendo a amostra com menor acidez total (Tabela 12). No entanto, na safra de 2020, o vinho varietal apresentou acidez de 97,3 mEq/L, significativamente maior que na safra anterior. Além disso foi observado pH entre 3,50 e 3,64 nas amostras de vinhos varietais ou de cortes com a cv. Sangiovese (Tabela 10). Resultados semelhantes de pH para a mesma cultivar foram observados por Macedo et al. (2015), obtendo pH em torno de 3,6. Já Rossini et al. (2016), observou pH de até 3,89 para vinhos Sangiovese e acidez total de 63,1 mEq/L.

Analisando as tabelas 2 e 11, observa-se que as mesmas amostras que apresentaram elevado teor de açúcar, apresentaram baixa acidez total. Fugiram deste comportamento as amostras Merlot 2 e o corte Syrah e Montepulciano, que apresentaram açúcar residual e acidez total relativamente mais altos.

Na Tabela 13 foram apresentados os resultados da análise de correlação entre acidez total dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras estudadas, no entanto, não se pode concluir a existência de correlação entre os fatores. É preciso mais informações para obter melhores resultados, assim como para as análises de correlação de pH. Com exceção para a cultivar Malbec, em que foi identificada correlação negativa entre a acidez total do vinho e a radiação acumulada entre os meses de dezembro e março, indicando que uma menor acidez total está relacionada com maiores acúmulos de radiação durante o amadurecimento.

Tabela 13 - Correlação entre acidez total dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,98 ns	-0,42*	0,30 ns	-0,12 ns
Malbec	0,67 ns	-0,55*	0,65 ns	0,91 ns

	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,63*	0,91*	0,74*	0,30*
Malbec	-0,99*	-0,83*	-0,96*	-0,97*

	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,06*	-0,99*	-1,00*	0,61*
Malbec	0,82*	0,38*	0,44*	-0,99*

	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,95*	-0,43*	0,76*	0,67*
Malbec	-0,77*	-0,54*	-0,95*	-0,98*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

De acordo com a Legislação Brasileira (BRASIL, 2021) para elaboração de vinhos finos, o teor máximo de acidez volátil presentes nos vinhos é de 20 mEq de ácido acético/L de vinho. Sendo assim, 2 amostras avaliadas neste estudo apresentaram acidez volátil acima do permitido pela norma para comercialização no Brasil para vinhos finos. Além disso, na Tabela 14 é possível observar diferenças significativas entre as cultivares, tanto dentro de uma mesma safra quanto analisadas em safras distintas. Isso indica efeito da cultivar e das condições climáticas sobre a acidez volátil do vinho.

Tabela 14 - Acidez volátil (mEq de ácido acético/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safr			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	17,50 ± 0,50 A a		15,17 ± 0,29 CD b	16,33 *
C. Sauvignon 2			16,17 ± 0,29 C	
C. Sauvignon e Merlot			15,83 ± 0,29 C	
Merlot 1	17,83 ± 0,76 A a	14,17 ± 1,26 C a	9,33 ± 0,58 G b	13,78 *

Merlot 2	18,33 ± 0,58 A a		14,00 ± 0,87 DE b	16,19 *
Shiraz	14,00 ± 0,50 B a		13,00 ± 0,50 EF b	13,50 *
Malbec	17,83 ± 0,29 A a	18,00 ± 0,50 AB a	11,67 ± 0,29 F b	15,83 *
Bianco del Bianchi		13,17 ± 0,58 CD		
Chardonnay		12,00 ± 0,50 D		
Rosé Montepulciano			8,83 ± 0,76 G	
Rebo		18,67 ± 0,58 A		
Montepulciano		17,17 ± 0,76 AB		
Sangiovese		17,17 ± 0,29 AB b	30,33 ± 0,29 A a	23,75 *
Montepulciano e Sangiovese		17,67 ± 0,58 AB		
Syrah e Sangiovese		16,50 ± 0,50 B		
Rebo e Sangiovese		17,33 ± 0,58 AB		
Syrah e Montepulciano			25,33 ± 0,76 B	
Média da safra	17,10 *	16,18 *	15,97 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

A acidez volátil é resultado da atividade de bactérias que, em contato com o oxigênio, produzem ácido acético a partir do etanol do vinho. Altos valores, além de desenquadrar o produto segundo a Legislação Brasileira, prejudicam muito a aceitação do produto por parte do consumidor, visto que a presença de ácido acético provoca o avinagramento da bebida (VENTURINI FILHO, 2010). Sendo assim é imprescindível a preocupação com a manutenção das condições de produção e armazenamento adequadas.

Algumas amostras, incluindo as que apresentaram alta acidez volátil, foram retiradas para análise a partir do tanque de fermentação, já com o vinho pronto, e estas foram armazenadas em garrafas plásticas, com mínimo contato com o ar e sob refrigeração até a data de análise. Sendo assim, é possível que a acidez volátil elevada dessas amostras seja resultado de alguma questão referente ao armazenamento. No entanto, as duas amostras que apresentaram acidez volátil elevada são da mesma vinícola e provenientes da mesma safra (2020), o que indica ser uma questão referente as condições de fermentação do vinho.

Ainda, acidez volátil elevada pode indicar um baixo grau de sanidade dos frutos destinados à elaboração do vinho (VENTURINI FILHO, 2010). Para a cultivar Sangiovese, foi observada acidez volátil superior a 30 mEq/L, enquanto Rossini et al. (2016) encontraram valores de 2,6 mEq/L para a mesma cultivar na região do Alto Uruguai.

Montepulciano é uma variedade amplamente cultivada na Itália central e meridional e origina vinhos com sabores suaves, cores fortes e taninos delicados, motivos pelos quais são consumidos quando jovens. Rossini (2012) obteve para a mesma variedade, na região do Alto Uruguai, vinhos com 9,6 °GL e 3,4 mEq/L de acidez volátil, ou seja, com baixo teor alcoólico e baixa acidez volátil, ao contrário do que foi observado neste estudo para os vinhos varietal e cortes de Montepulciano. A acidez volátil do vinho Rosé de Montepulciano, única amostra rosada do estudo, foi a mais baixa observada entre todas as amostras, sendo a que mais se aproxima dos valores encontrados por Rossini (2012). A acidez total do vinho Montepulciano observada por Rossini (2012) é semelhante à dos vinhos encontrados na Região Central, próximo a 65 mEq/L, com exceção do vinho rosado Rosé de Montepulciano da safra 2020 e do corte Syrah e Montepulciano, também da safra de 2020. A acidez do corte observada foi de 103,7 mEq/L, considerada alta, porém ainda dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2021). A maior acidez pode estar atribuída a fatores localizados ou a fatores da safra, visto que não foram analisados outros vinhos com as mesmas cultivares isoladas ou em outros cortes na mesma ou em outras safras. Além disso, a amostra de vinho varietal Sangiovese foi obtida de vinhedos de localização próxima ao vinhedo de Syrah e Montepulciano, e a primeira também apresentou maior acidez total na safra de 2020.

A acidez volátil apresentou correlação com todos os fatores climáticos estudados, com efeito em diferentes meses ao longo da maturação dos frutos (Tabela 15). A correlação positiva observada para a precipitação acumulada e negativa com a radiação acumulada se deve, possivelmente, à sanidade da uva, visto que maiores precipitações favorecem a ocorrência de podridões e estas por sua vez alteram a acidez volátil do vinho. Ainda, dias chuvosos estão relacionados com dias com menor índice de radiação. O que fica evidenciado pelas correlações positiva e negativa com a precipitação e radiação, respectivamente. Assim, nas safras com menor precipitação no final da maturação, se obteve vinhos com menor acidez volátil. Também foram observadas correlações negativas com as temperaturas máximas no final da maturação.

Tabela 15 - Correlação entre acidez volátil dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,22*	-0,89*	0,94*	1,00*
Malbec	0,64*	-0,58*	0,68*	0,92*

	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,80*	-0,45*	-0,70*	-0,97*
Malbec	-0,98*	-0,80*	-0,95*	-0,98*

	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,99 ns	-0,12*	-0,05 ns	-0,82 ns
Malbec	0,84 ns	0,34*	0,40 ns	-0,99 ns

	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,37*	-0,88*	-0,69*	-0,77*
Malbec	-0,75*	-0,58*	-0,94*	-0,97*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

5.1.4 Intensidade e tonalidade de cor

A cor dos vinhos é definida como um dos parâmetros de qualidade para os vinhos, principalmente os tintos. Na Tabela 16 foram apresentados os valores de intensidade de cor obtidos para os vinhos comerciais produzidos na Região Central. Percebe-se que houve grande diferença entre os vinhos tintos, de 3,50 a 12,64. Os vinhos brancos Chardonnay e Bianco del Bianchi apresentaram 0,10 e 0,09, respectivamente e o rosado Rosé Montepulciano, 0,62. Ao analisar vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha, Rizzon et al (2009) encontraram intensidades entre 0,12 e 0,16, semelhantes às apresentadas pelos vinhos brancos do presente estudo. A baixa intensidade de cor de vinhos brancos e rosados se deve à mínima presença ou total ausência de pigmentos avermelhados e azulados.

Tabela 16 – Intensidade de cor em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safr			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	10,42 ± 0,14 A b		11,13 ± 0,08 B a	10,77*
C. Sauvignon 2			10,17 ± 0,08 C	
C. Sauvignon e Merlot			10,93 ± 0,06 B	
Merlot 1	10,66 ± 0,11 A b	6,01 ± 0,06 C c	12,64 ± 0,11 A a	9,77*
Merlot 2	9,43 ± 0,12 B b		10,34 ± 0,03 C a	9,88*
Shiraz	6,39 ± 0,06 C b		7,14 ± 0,10 E a	6,76*
Malbec	5,73 ± 0,06 D c	5,92 ± 0,03 C b	10,25 ± 0,05 C a	7,30*
Bianco del Bianchi		0,09 ± 0,00 E		
Chardonnay		0,10 ± 0,00 E		
Rosé Montepulciano			0,62 ± 0,00 G	
Rebo		8,42 ± 0,12 A		
Montepulciano		8,36 ± 0,03 A		
Sangiovese		5,39 ± 0,10 D a	3,50 ± 0,06 F b	4,44*
Montepulciano e Sangiovese		6,00 ± 0,24 C		
Syrah e Sangiovese		5,55 ± 0,08		
Rebo e Sangiovese		7,48 ± 0,07		
Syrah e Montepulciano			8,01 ± 0,12	
Média da safra	8,53 *	5,33 *	8,47 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Os espectros de absorvância referentes a 420, 520 e 620 nm representam as tonalidades e intensidade referentes às cores amarela, vermelha e azul, respectivamente. A intensidade de cor representa a expressão de todos os pigmentos do vinho, enquanto a tonalidade indica a relação existente entre os pigmentos amarelos e vermelhos. Os atributos intensidade e tonalidade da cor são indicadores de possíveis defeitos e qualidade no vinho, porém, a característica de cor varia de cultivar para cultivar e dos processos de vinificação que são empregados (CABRITA, 2003). Além da diferença estatística observada para as cultivares em uma mesma safra, percebeu-se também efeito da safra na intensidade de cor dos vinhos de uma mesma cultivar. Com exceção do vinho Sangiovese, todos os demais apresentaram intensidade de cor maior na safra de 2020 em relação às safras anteriores. Os menores valores de intensidade nas safras de 2018 e 2019 em relação à safra de 2020 podem ser atribuídos à influência das variáveis climáticas sobre o fruto.

Já a tonalidade de cor foi observada no intervalo entre 0,83 e 1,28 e os dados foram apresentados na Tabela 17. Da mesma forma que para a intensidade de cor,

foi observado efeito das diferentes cultivares e das diferentes safras sobre a tonalidade de cor dos vinhos.

Tabela 17 – Tonalidade de cor em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Saфра			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	1,08 ± 0,00 D a		0,88 ± 0,01 F b	0,98*
C. Sauvignon 2			0,87 ± 0,00 F	
C. Sauvignon e Merlot			1,03 ± 0,01 C	
Merlot 1	1,24 ± 0,01 A a	1,28 ± 0,03 A a	0,86 ± 0,00 F b	1,13*
Merlot 2	1,14 ± 0,01 C a		0,96 ± 0,01 D b	1,05*
Shiraz	1,10 ± 0,01 D a		0,92 ± 0,02 E b	1,01*
Malbec	1,19 ± 0,01 B a	1,19 ± 0,02 B a	0,83 ± 0,00 G b	1,07*
Bianco del Bianchi		-		
Chardonnay		-		
Rosé Montepulciano			1,31 ± 0,03 A	
Rebo		1,05 ± 0,01 C		
Montepulciano		1,06 ± 0,01 C		
Sangiovese		1,29 ± 0,01 A a	1,17 ± 0,02 B b	1,23*
Montepulciano e Sangiovese		1,15 ± 0,01 B		
Syrah e Sangiovese		1,17 ± 0,01 B		
Rebo e Sangiovese		1,07 ± 0,01 C		
Syrah e Montepulciano			0,96 ± 0,01 D	
Média da safra	1,15 *	1,16 *	0,98 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

A tonalidade de cor evidencia a evolução da cor do vinho. Valores de tonalidade menores indicam vinhos com maior composição antociânica, correspondentes a vinhos mais jovens (RIZZON, 2010). Assim, menores tonalidades evidenciam pigmentos avermelhados e maiores tonalidade evidenciam pigmentos amarelados. Com o processo de envelhecimento do vinho, os pigmentos vão sendo alterados e, conseqüentemente, os comprimentos de onda também. Assim, com o envelhecimento a tonalidade de cor passa a aumentar. Devido a isso, os menores valores de tonalidade de cores, quando observadas as variações entre safras para o

mesmo vinho, foram observados na safra de 2020, ou seja, em vinhos mais jovens (Tabela 17).

Stein (2017) observou tonalidade de 0,741 em vinho Cabernet Sauvignon, produzido na Campanha Gaúcha, e concluiu uma grande evidência da cor amarela presente no vinho, decorrente da expressão das tonalidades atijoladas. Na safra de 2020, os vinhos Cabernet Sauvignon da Região Central apresentaram tonalidades semelhantes ao observado por Stein (2017). O mesmo autor não encontrou correlações entre os parâmetros de coloração e as características climáticas da região. De forma contrária a Stein (2017), para a região Central foram observadas correlações positivas entre a intensidade de cor dos vinhos Merlot 1 e Malbec e radiação acumulada e temperatura máxima média durante o período de maturação da uva, sobretudo nos meses de fevereiro e março, conforme consta na Tabela 18. Para os mesmos parâmetros climáticos foram observadas correlações negativas com a tonalidade de cor dos vinhos (Tabela 18).

A correlação positiva entre radiação acumulada e temperatura máxima média e intensidade de cor pode ser atribuída ao fato de que maiores temperaturas e maior acúmulo de radiação favorecem a fotossíntese da planta e o amadurecimento do fruto (TAIZ & ZEIGER, 2013). Com isso, há uma maior formação de pigmentos antociânicos na casca, que vão interferir diretamente na intensidade de cor do vinho. Da mesma forma é explicada a correlação negativa entre os parâmetros climáticos e a tonalidade da cor do vinho, visto que maiores valores de tonalidade evidenciam pigmentos amarelados.

Tabela 18 - Correlação entre intensidade de cor dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,99*	-0,11*	-0,02*	-0,43*
Malbec	-0,59*	0,63*	-0,73*	-0,94*
	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,85*	1,00*	0,92*	0,59*
Malbec	0,97*	0,76*	0,93*	0,99*

	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,59*	-0,27*	-0,88*	-0,91*
Malbec	0,99*	-0,87*	-0,28*	-0,35*
	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	1,00*	-0,11*	0,93*	0,88*
Malbec	0,71*	0,63*	0,92*	0,96*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo
 Fonte: Autora (2022).

Tabela 19 - Correlação entre tonalidade de cor dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

	Precipitação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,69*	-0,53*	0,64*	0,90*
Malbec	0,62*	-0,60*	0,70*	0,93*
	Radiação Acumulada			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,99*	-0,84*	-0,97*	-0,96*
Malbec	-0,98*	-0,79*	-0,94*	-0,98*
	Temperatura Mínima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	0,81*	0,40*	0,46*	-1,00*
Malbec	0,85*	0,32*	0,38*	-0,99*
	Temperatura Máxima Média			
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	-0,79*	-0,52*	-0,96*	-0,99*
Malbec	-0,73*	-0,60*	-0,93*	-0,97*

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo
 Fonte: Autora (2022).

5.2 COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTOCIÂNICOS

Entre os vinhos produzidos na região Central e analisados no presente estudo, foram observados valores entre 0,54 e 6,46 g equivalente de ácido gálico/L de vinho (Tabela 20), com diferenças significativas entre cultivares analisadas dentro de uma mesma safra e entre vinhos da mesma cultivar analisados em safras diferentes. Os resultados indicam que o teor desses compostos é influenciado tanto

por fatores intrínsecos de cada cultivar como por fatores externos expressados através das diferentes safras de cultivo.

A catequina e a epigallocatequina são os compostos fenólicos mais abundantes nos vinhos brancos, enquanto a catequina e o ácido gálico são os mais abundantes nos tintos (MAMEDE & PASTORE, 2004). Por isso, o teor de compostos fenólicos totais analisado através da técnica de Singleton e Rossi (1965) expressa os resultados em equivalente de ácido gálico por litro de vinho.

Tabela 20 - Teor de compostos fenólicos totais (g ácido gálico/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	6,46 ± 0,38 A a		3,94 ± 0,07 AB b	5,20 *
C. Sauvignon 2			3,60 ± 0,01 BC	
C. Sauvignon e Merlot			4,33 ± 0,11 A	
Merlot 1	4,53 ± 0,04 B a	3,70 ± 0,03 A c	4,26 ± 0,06 A b	4,17 *
Merlot 2	6,02 ± 0,15 A a		4,16 ± 0,03 A b	5,09 *
Shiraz	1,97 ± 0,08 D b		2,75 ± 0,01 D a	2,36 *
Malbec	3,25 ± 0,08 C b	3,00 ± 0,02 B b	4,14 ± 0,04 A a	3,46 *
Bianco del Bianchi		0,58 ± 0,04 E		
Chardonnay		0,54 ± 0,10 E		
Rosé Montepulciano			0,85 ± 0,13 F	
Rebo		2,70 ± 0,04 BC		
Montepulciano		2,47 ± 0,06 C		
Sangiovese		2,11 ± 0,02 D a	1,81 ± 0,21 E b	1,96 *
Montepulciano e Sangiovese		2,39 ± 0,01 CD		
Syrah e Sangiovese		2,58 ± 0,30 C		
Rebo e Sangiovese		3,67 ± 0,11 A		
Syrah e Montepulciano			3,35 ± 0,51 C	
Média da safra	4,45 *	2,38 *	3,32 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Os menores valores foram observados para os vinhos brancos e rosado, o que é explicado devido ao processo de vinificação, que envolve mínima ou nenhuma influência das cascas (VENTURINI FILHO, 2010), onde se localizam a maior parte destes compostos. Pelo mesmo motivo, o vinho rosado Rosé Montepulciano ainda

apresentou teor sutilmente superior aos vinhos brancos Bianco del Bianchi e Chardonnay.

Quando observadas as amostras em totalidade, percebe-se que, os vinhos com maiores teores de compostos fenólicos foram Cabernet Sauvignon e Merlot da safra de 2018. Já na safra de 2019, tiveram destaque o vinho varietal Merlot 1 e o corte Rebo e Sangiovese, seguidos dos vinhos varietais Malbec e Rebo. E por fim, na safra de 2020, as mesmas cultivares de destaque das safras anteriores apresentaram os maiores teores: corte Cabernet Sauvignon e Merlot e varietais Merlot 1 e 2 e Malbec, seguidos dos vinhos Cabernet Sauvignon 1 e 2.

Fogaça (2012) obteve, para vinhos da cultivar Merlot, valores de compostos fenólicos inferiores aos encontrados para os vinhos estudados da Região Central, através do uso da mesma técnica de análise. Foram observados valores próximos a 2 g/L para vinhos produzidos nas safras de 2010 e 2011 em Bento Gonçalves e Dom Pedrito, RS, sem observar diferenças para as safras e locais (FOGAÇA, 2012). Por outro lado, Cerbaro et al. (2018) estudando vinhos da mesma cultivar na região da Campanha, obtiveram 17 g/L de polifenóis totais. No presente estudo foram observados valores intermediários aos autores citados, próximos a 4 g/L para vinhos Merlot.

Na safra de 2018, a diferença entre o teor de compostos fenólicos dos vinhos Merlot 1 e 2 indica a influência das possíveis variações de microclima e solo, visto que os vinhos foram obtidos na mesma vinícola e passaram pelo mesmo manejo cultural, processo de vinificação e possuem a mesma genética (DOWNEY et al., 2006). A mesma diferença significativa foi observada para antocianinas totais (Tabela 21). Cerbaro et al. (2018), observou valores semelhantes para a amostra Merlot 1, em seu estudo com vinhos Merlot na região da Campanha, obtendo 26,95 mg/L de antocianinas totais. Juntamente com os resultados de Fogaça (2012) e Cerbaro et al. (2018) tem-se a indicação de que para a cultivar Merlot o teor de antocianinas pode não ser o melhor indicativo de diferenciação para os vinhos da região Central.

Sabe-se que o acúmulo de compostos fenólicos na planta é estimulado por situações de estresse bióticos e/ou abióticos. Entre os principais fatores abióticos estão a temperatura, a luminosidade e as condições hídricas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Sendo assim, é inevitável a variação destes compostos conforme as diferentes safras e localizações de cultivo das uvas.

Regiões com temperaturas noturnas amenas, durante o período de maturação da uva, favorecem a síntese de substâncias fenólicas, como as antocianinas, as quais proporcionam vinhos com maior intensidade de cor (MONTEIRO, 2009). Além disso, segundo Leeuwen et al. (2004), a temperatura diurna elevada, durante o período de maturação, diminui o teor de antocianinas. As antocianinas são uma das classes de compostos fenólicos presentes na uva, e estas são pigmentos presentes sobretudo na casca das cultivares tintas e rosadas responsáveis pela coloração do fruto e dos seus subprodutos. Isso explica a inexistência de antocianinas nas amostras de Chardonnay e Bianco del Bianchi e do baixo teor em Rosé Montepulciano (Tabela 21). Em vinhos rosados produzidos com cultivares tintas, o teor de antocianinas é influenciado pelo tempo de contato do mosto com as cascas e com a intensidade de prensagem das mesmas.

Observa-se na Tabela 21 que houve uma grande diferença entre os teores de antocianinas encontrados nas 3 safras estudadas. O acúmulo destes compostos e a maturação fenólica da uva são determinados climaticamente pela temperatura do ar e pela precipitação (LEÃO & SILVA, 2003). O estudo da correlação de Pearson com a cultivar Merlot 1 mostra uma correlação positiva muito forte do teor de antocianinas com as temperaturas mínimas (Tabela 22). Estes são, no Rio Grande do Sul, os últimos meses de amadurecimento do fruto (SOUZA, 1996). Portanto, corroborando com as conclusões de Monteiro (2009), Leeuwen (2004) e Leão & Silva (2003).

Tabela 21 - Teor de antocianinas totais (mg cianidina-3-glicosídeo/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	35,62 ± 2,53 B b		79,93 ± 4,71 B a	57,78 *
C. Sauvignon 2			78,26 ± 3,35 BC	
C. Sauvignon e Merlot			64,35 ± 3,64 DE	
Merlot 1	27,44 ± 2,56 C b	27,11 ± 0,98 DEb	36,18 ± 2,76 F a	30,24 *
Merlot 2	13,47 ± 1,18 D b		67,63 ± 3,99 DEa	40,55 *
Shiraz	49,37 ± 1,77 A b		69,47 ± 2,05 CDa	59,42 *
Malbec	26,72 ± 1,59 C b	17,42 ± 3,54 E b	100,92 ± 2,59 A a	48,35 *
Bianco del Bianchi		-		

Chardonnay	-			
Rosé Montepulciano			7,46 ± 0,67 H	
Rebo	79,54 ± 3,26 A			
Montepulciano	61,62 ± 1,48 B			
Sangiovese	37,41 ± 5,69 D a		25,49 ± 2,43 G b	31,45 *
Montepulciano e Sangiovese	50,37 ± 0,75 C			
Syrah e Sangiovese	29,67 ± 2,61 D			
Rebo e Sangiovese	61,28 ± 6,51 B			
Syrah e Montepulciano			59,45 ± 3,78 E	
Média da safra	30,53 *	45,55 *	58,91 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Foram observados resultados interessantes de correlação das antocianinas com a radiação acumulada dos meses de dezembro a março, indicando forte correlação positiva com todos os meses. Entretanto, apenas com os resultados do presente estudo, não é possível estabelecer uma relação de causalidade (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JUNIOR, 2009).

Diferentemente dos resultados para antocianinas, os resultados de correlação de compostos fenólicos e condições climáticas mostraram-se diferentes para as duas cultivares estudadas, Malbec e Merlot 1. Possivelmente houve influência de outros fatores na produção destes compostos, ou até mesmo variações de microclima não sinalizadas pela estação meteorológica, seja sobre uma ou ambas cultivares, o que explicaria a diferença de comportamento dos resultados obtidos. Segundo Leão & Silva (2003), a qualidade do vinho é determinada pela interação do genótipo, ou seja, da carga genética de cada cultivar, com as condições ambientais

Tabela 22 - Correlação entre teor de antocianinas e compostos fenólicos totais dos vinhos Merlot 1 e Malbec e condições climáticas das safras de 2018, 2019 e 2020.

		Precipitação acumulada			
		Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	ANT	-0,65*	0,58*	-0,68*	-0,92 ns
	FEN	-0,89*	-0,66*	0,56*	0,17*
Malbec	ANT	-0,70 ns	0,52*	-0,63 ns	-0,89 ns
	FEN	-0,77*	0,42*	-0,54*	-0,84*

		Radiação Acumulada			
		Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	ANT	0,99*	0,81*	0,95*	0,98*
	FEN	0,39*	0,76*	0,52*	0,01*
Malbec	ANT	1,00*	0,85*	0,97*	0,96*
	FEN	1,00*	0,90*	0,99*	0,92*

		Temperatura Mínima Média			
		Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	ANT	0,99*	0,81*	0,95*	0,98*
	FEN	0,39*	0,76*	0,52*	0,01*
Malbec	ANT	-0,80 ns	-0,41 ns	-0,47 ns	1,00 ns
	FEN	-0,73*	-0,51*	-0,56*	1,00*

		Temperatura Máxima Média			
		Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Merlot 1	ANT	0,75 ns	0,57 ns	0,94 ns	0,98 ns
	FEN	0,81*	-0,67*	0,54*	0,44*
Malbec	ANT	0,80 ns	0,51 ns	0,96 ns	0,99 ns
	FEN	0,86*	0,42*	0,99*	1,00*

ANT = teor de antocianinas totais; FEN = teor de compostos fenólicos totais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo

Fonte: Autora (2022).

Segundo Downey e colaboradores (2006), a composição fenólica da uva e a concentração de alguns compostos varia com o manejo do vinhedo, práticas de elaboração, microclima e características genéticas das cultivares. Ademais, na Tabela 20, observa-se que Merlot 1 apresentou redução no teor de compostos fenólicos com o passar das safras, enquanto Malbec apresentou acréscimo. Malbec apresentou forte correlação positiva entre o teor de compostos fenólicos e radiação acumulada e temperatura máxima média.

A respeito do teor de antocianinas totais, o destaque deste estudo foi o vinho varietal Malbec, que, na safra de 2020, apresentou 100,92 g/L, possivelmente devido ao favorecimento de acúmulo destes compostos graças às condições climáticas da safra, que ficaram evidenciadas através do estudo de correlação.

5.3 CONTEÚDO MINERAL

Os resultados obtidos para os teores de minerais avaliados foram apresentados nas Tabelas 23 a 31.

5.3.1 Macronutrientes

5.3.1.1 Nitrogênio

No vinho se encontra normalmente de 1 g/L a 4 g/L de substâncias nitrogenadas, que participam da estabilidade, da limpidez e, também, do valor nutricional do mesmo (RIZZON, 2010). Ainda conforme o mesmo autor, o nitrogênio se encontra principalmente nas formas de proteína, polipeptídeo, aminoácido e amônia. Com exceção dos vinhos Cabernet Sauvignon 1 (2018), e cortes Rebo e Sangiovese (2019) e Syrah e Montepulciano (2020), todos os vinhos apresentaram teores de nitrogênio dentro do proposto por Rizzon (2010), de acordo com Tabela 23.

Na safra de 2018, não se observaram diferenças significativas entre cultivares, diferentemente das safras seguintes. O vinho Cabernet Sauvignon 1, em 2018, apresentou 0,92 g/L de nitrogênio, no entanto, por ser estatisticamente igual as outras amostras da mesma safra, deve-se considera-lo também dentro dos parâmetros citados, sem prejuízo na qualidade do vinho. Já os cortes Rebo e Sangiovese (2019) e Syrah e Montepulciano (2020) apresentaram, respectivamente, 4,96 e 4,70 g/L de nitrogênio, sendo estes valores estatisticamente superiores às demais amostras.

Tabela 23 - Teor de nitrogênio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,92 ± 0,14		2,23 ± 0,23 BC	1,57 ns
C. Sauvignon 2			2,08 ± 0,10 C	
C. Sauvignon e Merlot			2,25 ± 0,05 BC	
Merlot 1	1,24 ± 0,10 b	2,79 ± 0,17 BCD a	1,31 ± 0,02 D b	1,72 *
Merlot 2	1,23 ± 0,42		1,49 ± 0,10 D	1,36 ns
Shiraz	1,33 ± 0,21		1,14 ± 0,12 D	1,23 ns
Malbec	1,24 ± 0,02	1,30 ± 0,04 F	1,26 ± 0,13 D	1,27 ns
Bianco del Bianchi		1,18 ± 0,09 F		
Chardonnay		1,42 ± 0,13 F		
Rosé Montepulciano			1,09 ± 0,14 D	

Rebo		3,04 ± 0,11 B		
Montepulciano		2,57 ± 0,16 CDE		
Sangiovese		2,26 ± 0,05 E b	2,56 ± 0,10 B a	2,41 *
Montepulciano e Sangiovese		2,92 ± 0,14 BC		
Syrah e Sangiovese		2,43 ± 0,20 DE		
Rebo e Sangiovese		4,96 ± 0,16 A		
Syrah e Montepulciano			4,70 ± 0,30 A	
Média da safra	1,19 ns	2,49 *	2,01 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Após a fermentação alcoólica, são depositadas no fundo dos recipientes as borras precipitadas, formadas por leveduras inativas e por partículas sólidas de diversos tamanhos e composição (RIZZON & DALL'AGNOL, 2007). Devido a isso, há uma alta concentração de proteínas e compostos nitrogenados nas borras dos vinhos. Os cortes que apresentaram altos teores de nitrogênio continuam, no momento das análises, elevada quantidade de borras no fundo do recipiente, o que pode ter sido responsável pelo elevado resultado encontrado para o conteúdo nitrogenado destas amostras. A presença de borras pode afetar negativamente a percepção de qualidade do produto pelo consumidor final e pode ser resolvida através de técnicas como as trasfegas e clarificações (RIZZON & DALL'AGNOL, 2007).

Entre os 6 vinhos comerciais analisados em mais de uma safra, apenas 2 apresentaram diferença significativa entre safras. Entretanto, nas safras de 2019 e 2020, em que se tem maior representatividade de amostras, houve grande diferença significativa entre as cultivares. Isso indica que o teor de nitrogênio no vinho possivelmente é pouco influenciado pelas variações climáticas ocorridas entre as safras e sofre maior influência genética e de manejo. Para haver uma conclusão mais precisa a respeito, seriam necessários estudos mais aprofundados envolvendo outras variáveis e isolando possíveis fatores de influência.

O teor de nitrogênio do vinho está intimamente relacionado com as práticas de manejo e adubação do vinhedo, com as características do solo (RIZZON et al, 2008), com o nível de maturação da uva no momento da colheita e vinificação (RIZZON & MIELE, 2002) e com as práticas de vinificação (VENTURINI FILHO,

2010). Potter et al. (2010) observaram que a desfolha em videiras Cabernet Sauvignon não afetou o conteúdo de nitrogênio total dos mostos, no entanto aumentou o consumo do mineral pelas leveduras, resultando em teores menores de nitrogênio total em vinhos obtidos de vinhedos em que foi realizada a desfolha.

Sendo assim, não se mostra como um parâmetro adequado para a comparação dos vinhos obtidos em diferentes regiões produtoras, visto que depende muito das preferências agrônômicas e enológicas dos profissionais responsáveis.

5.3.1.2 Fósforo

O fósforo existe naturalmente nos vinhos, em forma mineral e orgânica. Esse elemento é importante, principalmente quando seus teores são elevados, na formação de precipitados de fosfato-férrico, causando turvação nos vinhos. Muitas vezes ele é adicionado ao mosto na forma de fosfato de amônio, com o objetivo de facilitar a fermentação alcoólica (RIZZON, 2010). A intensidade de prensagem da uva também interfere na concentração de fósforo no vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998). Foram encontrados valores entre 0,12 e 0,33 g/L de fósforo, com diferença significativa entre as amostras de cada safra (Tabela 24).

Rizzon et al. (2009) encontraram 0,0919 g/L de fósforo em vinhos Chardonnay, teor equivalente a outros vinhos brancos finos da Serra Gaúcha (Rizzon et al., 2008). Nos vinhos brancos analisados na Região Central, foram observados valores superiores, de 0,12 e 0,14 para Bianco del Bianchi e Chardonnay, respectivamente.

Tabela 24 - Teor de fósforo (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,25 ± 0,00 B b		0,26 ± 0,01 BC a	0,26 *
C. Sauvignon 2			0,25 ± 0,01 BC	
C. Sauvignon e Merlot			0,31 ± 0,02 A	
Merlot 1	0,22 ± 0,00 B	0,31 ± 0,01 A	0,27 ± 0,01 B	0,27 ns
Merlot 2	0,29 ± 0,02 A a		0,23 ± 0,02 C b	0,26 *
Shiraz	0,23 ± 0,01 B		0,23 ± 0,01 C	0,23 ns
Malbec	0,17 ± 0,02 C b	0,16 ± 0,01 D b	0,24 ± 0,01 BC a	0,19 *
Bianco del Bianchi		0,12 ± 0,01 D		

Chardonnay		0,14 ± 0,00 D		
Rosé Montepulciano			0,16 ± 0,02 D	
Rebo		0,30 ± 0,02 A		
Montepulciano		0,31 ± 0,02 A		
Sangiovese		0,21 ± 0,01 C b	0,31 ± 0,01 A a	0,26 *
Montepulciano e Sangiovese		0,33 ± 0,00 A		
Syrah e Sangiovese		0,26 ± 0,01 B		
Rebo e Sangiovese		0,14 ± 0,02 D		
Syrah e Montepulciano			0,15 ± 0,01 D	
Média da safra	0,23 *	0,23 *	0,24 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Valores bastante inferiores aos observados nos vinhos tintos da Região Central estão descritos na literatura. Em vinhos Merlot da Serra Gaúcha foram observados teores entre 0,11 e 0,14 g/L (RIZZON & MIELE, 2009). Já em vinhos Cabernet Sauvignon foram encontrados teores entre 40,4 e 111,8 mg/L, com diferença significativa entre safras (RIZZON & MIELE, 2017).

5.3.1.3 Potássio

O potássio é quantitativamente o cátion mais importante do vinho (VENTURINI FILHO, 2010; RIZZON & MIELE, 2008; RIZZON & MIELE, 2017). Em vinhos Sangiovese, Rossini et al. (2016) concluíram que o potássio representou aproximadamente 80% do total mineral do vinho. O potássio é fundamental para determinação da estabilidade da bebida, devido à formação do bitartarato de potássio, à neutralização dos ácidos orgânicos e consequente influência no pH do vinho (RIZZON & MIELE, 2017).

O teor de potássio normalmente encontrado no vinho varia entre 0,4 g/L e 1,5 g/L (RIZZON, 2010). Com exceção dos cortes Rebo e Sangiovese (2019) e Syrah e Montepulciano (2020), com teor de potássio de aproximadamente 1,6 g/L, todos os vinhos deste estudo apresentaram teores de potássio dentro do proposto por Rizzon (2010), conforme apresentado na Tabela 25. Outros estudos realizados com vinhos tintos demonstram que o teor de potássio pode variar entre 0,7 e 1,7 mg/L

(BRIGHENTI et al., 2014; MACEDO et al., 2015; SARTOR, 2009; VENTURINI FILHO, 2010).

Na Tabela 25 observa-se que o teor de potássio das amostras variou significativamente com as cultivares e cortes e com as safras. Com exceção, para esta última, no teor do mineral no vinho Malbec, que não apresentou diferença significativa entre safras. O teor de potássio no vinho pode variar de acordo com os teores encontrados no solo e com as condições climáticas da safra (VENTURINI FILHO, 2010).

Tabela 25 - Teor de potássio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,96 ± 0,01 C a		0,87 ± 0,01 G b	0,91 *
C. Sauvignon 2			0,91 ± 0,01 F	
C. Sauvignon e Merlot			1,26 ± 0,01 C	
Merlot 1	0,89 ± 0,01 D b	1,12 ± 0,01 D a	0,65 ± 0,01 H c	0,89 *
Merlot 2	0,81 ± 0,01 E b		0,89 ± 0,02 G a	0,85 *
Shiraz	1,00 ± 0,01 B b		1,14 ± 0,01 D a	1,07 *
Malbec	1,09 ± 0,01 A	1,08 ± 0,01 E	1,09 ± 0,01 E	1,08 ns
Bianco del Bianchi		0,89 ± 0,01 F		
Chardonnay		0,89 ± 0,01 F		
Rosé Montepulciano			0,47 ± 0,01 I	
Rebo		1,33 ± 0,01 C		
Montepulciano		1,46 ± 0,01 B		
Sangiovese		1,08 ± 0,00 E b	1,38 ± 0,01 B a	1,23 *
Montepulciano e Sangiovese		1,44 ± 0,01 B		
Syrah e Sangiovese		1,34 ± 0,01 C		
Rebo e Sangiovese		1,61 ± 0,01 A		
Syrah e Montepulciano			1,60 ± 0,01 A	
Média da safra	0,95 *	1,22 *	1,03 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

O vinho Cabernet Sauvignon da Serra Gaúcha geralmente é rico em potássio (MIELE & RIZZON, 2013; RIZZON & MIELE; 2017), o que, segundo os autores, é devido, principalmente, às características da cultivar e do teor do nutriente na maior parte dos solos da região. Foram observados valores entre 1,08 e 1,69 g/L para

vinhos desta cultivar na Serra Gaúcha (RIZZON & MIELE, 2017), enquanto que as amostras da Região Central apresentaram teores entre 0,87 e 0,96 g/L para vinhos varietais e 1,26 g/L para o corte Cabernet Sauvignon e Merlot (Tabela 25). Vinhos elaborados com uvas Cabernet Sauvignon apresentam elevados teores de potássio na região da Campanha Gaúcha (ZOOCHÉ et al., 2017), ainda mais elevados que aqueles descritos por Rizzon & Miele (2017). Aloy (2019) estudando o efeito da desfolha em videiras Cabernet Sauvignon obteve valores entre 2,0 e 2,4 g/L de potássio nos vinhos produzidos. Por outro lado, Rossini et al (2016) encontraram 1,07 g/L de potássio em vinhos Sangiovese produzidos na região do Alto Uruguai, valores semelhantes aos resultados encontrados para a mesma cultivar na Região Central.

Da mesma forma que para Cabernet Sauvignon, Merlot também apresentou teores de potássio inferiores no vinho varietal, quando comparado ao corte Cabernet Sauvignon e Merlot. Quando analisada a Tabela 10 juntamente com a Tabela 25, percebe-se que, assim como o teor de potássio, o pH também se apresentou mais elevado para o corte em relação aos vinhos varietais.

O excesso de potássio do vinho está relacionado à diminuição da acidez total e o aumento do pH da bebida, principalmente devido à neutralização do ácido tartárico (RIZZON & MIELE, 2002; RIZZON & MIELE, 2017). Isso acaba interferindo na qualidade e estabilidade microbiológica dos vinhos, pois a acidez total e o pH apresentam relação direta com a estabilidade da coloração dos vinhos tintos, visto que a estabilidade das antocianinas é dependente de um pH inferior a 4,0 (RIZZON & MIELE, 2002; ZOOCHÉ et al., 2016; ZOOCHÉ et al., 2017; STEIN et al., 2018). Como resultado dessa situação, possivelmente haverá perda de cor, pela instabilidade das antocianinas, reduzindo a vida de prateleira dos vinhos e aumentando a necessidade de utilização de conservantes. A diminuição da acidez total do vinho se deve a reação do potássio com o ácido tartárico, que resulta na formação do sal bitartarato de potássio (ALOY, 2019).

O potássio pode ser acumulado nas bagas até o final da maturação das mesmas. Sabe-se que elevada precipitação favorecem o acúmulo de potássio nas bagas (STEIN et al., 2018). Grande parte do conteúdo desse mineral do vinho é proveniente da casca da uva, onde sua concentração é mais elevada, e é transferida através da maceração durante a fermentação alcoólica.

Na Tabela 25 pode-se observar que os vinhos brancos e rosado corresponderam, de forma geral e dentro da respectiva safra, as amostras com menor teor de potássio. Isso se deve, principalmente, ao acúmulo desse mineral sobretudo nas cascas, que tem menor influência no processo de vinificação de vinhos brancos e rosados do que em tintos.

Em vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha, o potássio correspondeu a 33,7% do total mineral do vinho, totalizando 0,705 g/L do mineral (RIZZON et al., 2009), valor inferior ao encontrado na Região Central para a mesma cultivar. Rizzon et al. (2008), analisando 380 vinhos finos da Serra Gaúcha, encontraram valores médios de 1,130; 0,809 e 0,758 g/L para vinhos tintos rosados e brancos, respectivamente. Valor bastante inferior ao dos autores foi encontrado no vinho rosado Rosé Montepulciano.

5.3.1.4 Cálcio

O cálcio está sempre presente nos vinhos. Seu teor é consequência do manejo da videira, das condições do solo e do processo de vinificação, incluindo o tratamento dos mostos com carbonato de cálcio e a utilização de certos agentes filtrantes (RIZZON et al., 2008). O teor de cálcio normalmente encontrado no vinho varia entre 0,060 g/L e 0,110 g/L (RIZZON, 2010). Todos os vinhos analisados apresentaram teores inferiores aos propostos por Rizzon (2010). Como observado na Tabela 26, os vinhos produzidos na Região Central apresentaram teores baixos do nutriente, inferiores aos valores encontrados por diversos autores.

Rossini et al. (2016) encontraram 63,2 mg/L de cálcio em vinhos Sangiovese produzidos na região do Alto Uruguai. Já Aloy (2019) encontrou 127,9 mg/L de cálcio em vinhos Cabernet Sauvignon da Campanha Gaúcha. Para vinhos tintos, rosados e brancos da Serra Gaúcha, observaram-se valores de 79,2; 86,8 e 85,5 mg/L, respectivamente (RIZZON et al. 2008; RIZZON et al., 2009). Além disso, foram observadas diferenças significativas entre cultivares e entre safras, para metade dos vinhos comerciais da Região Central avaliados.

Tabela 26 - Teor de cálcio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safrá			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,039 ± 0,001 B		0,041 ± 0,001 CD	0,040 ns
C. Sauvignon 2			0,050 ± 0,001 AB	
C. Sauvignon e Merlot			0,055 ± 0,001 A	
Merlot 1	0,034 ± 0,001 C b	0,052 ± 0,001 A a	0,050 ± 0,001 AB a	0,045 *
Merlot 2	0,037 ± 0,001 B		0,042 ± 0,009 CD	0,039 ns
Shiraz	0,039 ± 0,001 B a		0,033 ± 0,001 E b	0,036 *
Malbec	0,043 ± 0,001 A	0,048 ± 0,001 B	0,036 ± 0,001 DE	0,042 ns
Bianco del Bianchi		0,030 ± 0,001 F		
Chardonnay		0,035 ± 0,001 E		
Rosé Montepulciano			0,044 ± 0,001 BC	
Rebo		0,049 ± 0,000 B		
Montepulciano		0,039 ± 0,001 D		
Sangiovese		0,036 ± 0,000 E b	0,045 ± 0,001 BC a	0,040 *
Montepulciano e Sangiovese		0,044 ± 0,001 C		
Syrah e Sangiovese		0,049 ± 0,001 B		
Rebo e Sangiovese		0,048 ± 0,001 B		
Syrah e Montepulciano			0,055 ± 0,000 A	
Média mesma safra	0,038 *	0,043 *	0,040 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

A aplicação de calda bordalesa no vinhedo durante a maturação da uva para controle de doenças fúngicas também pode interferir na concentração de cálcio, enxofre e cobre nas uvas e, conseqüentemente, nos minerais transferidos para o vinho (RIZZON et al., 2009). Nos anos em que a maturação da uva ocorre com tempo seco, a concentração de cálcio residual na película e no mosto é maior (RIZZON et al., 2008). Durante a fermentação alcoólica, a concentração de cálcio reduz, devido a precipitação do tartarato de cálcio.

Maiores concentrações de cálcio apresentaram correlação positiva com as concentrações de ácido tartárico (ALOY, 2019). O ácido tartárico se encontra em grande parte em estado neutralizado, na forma ionizada de tartarato de cálcio e bitartarato de potássio (ZOECKLEIN et al., 2001; RIBÉREAU-GAYON, 2003). A insolubilização e precipitação dos sais de tartarato de cálcio, como mencionado anteriormente, pode ocasionar problemas de estabilização e turvamento dos vinhos tintos (RIBÉREAU-GAYON, 2003).

Além disso, a concentração de cálcio dos vinhos é limitada pelo pH e teor alcoólico devido ao produto de solubilidade do tartarato de cálcio diminuir com o aumento do teor alcoólico (RIZZON et al., 2008).

5.3.1.5 Magnésio

O teor de magnésio encontrado no vinho normalmente é superior ao de cálcio, variando entre 0,050 g/L e 0,090 g/L (RIZZON, 2010). Isto se deve à maior solubilidade dos sais de magnésio em relação aos de cálcio. Os vinhos da Região Central avaliados apresentaram altas concentrações de magnésio, sendo que 2 amostras apresentaram teor superior a 0,100 g/L. Por outro lado, 3 amostras apresentaram teor inferior a 0,050 g/L (Tabela 27). Entretanto, estes parâmetros não são limitados pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2021), não sendo, assim, impeditivos para a comercialização dos vinhos.

O teor de magnésio nos vinhos está relacionado com agentes filtrantes, com a conservação em recipientes de concreto armado e com o tratamento com resinas. Além de estar relacionada com a concentração de álcool no vinho e com outros constituintes, como tartaratos e sulfatos. O pH, o tempo e a temperatura de conservação também influenciam no teor de magnésio dos vinhos (RIZZON, 2010).

O solo é um fator que influencia diretamente na concentração de minerais do vinho (RIZZON, 2010). Fatores como o tipo de solo, a densidade, a porosidade e outros impactam na disponibilidade de nutrientes minerais para a planta, e conseqüentemente, na presença destes minerais nos produtos subsequentes ao cultivo. Rossini et al. (2016) atribuíram o baixo teor de magnésio (48,9 mg/L) de vinhos Sangiovese, produzidos no Alto Uruguai, ao baixo pH do solo da região, que reduz a disponibilidade de cálcio e magnésio do solo (ANDRADE, 2012). Valores semelhantes (49,6 mg/L) foram encontrados em vinhos Cabernet Sauvignon na Campanha Gaúcha (ALOY, 2019), ambos inferiores aos encontrados nos vinhos da região Central. Ainda, vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha apresentaram 77,0 mg/L (RIZZON et al., 2009), superior aos encontrados na Região Central.

Tabela 27 - Teor de magnésio (g/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safras			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,084 ± 0,001 A b		0,086 ± 0,001 B a	0,085 *
C. Sauvignon 2			0,084 ± 0,000 C	
C. Sauvignon e Merlot			0,082 ± 0,001 D	
Merlot 1	0,048 ± 0,000 E c	0,081 ± 0,001 C a	0,073 ± 0,001 E b	0,068 *
Merlot 2	0,079 ± 0,001 B a		0,069 ± 0,000 F b	0,074 *
Shiraz	0,071 ± 0,000 D a		0,068 ± 0,001 F b	0,069 *
Malbec	0,075 ± 0,000 C b	0,081 ± 0,001 C a	0,083 ± 0,001 CD a	0,080 *
Bianco del Bianchi		0,046 ± 0,000 F		
Chardonnay		0,046 ± 0,004 F		
Rosé Montepulciano			0,054 ± 0,000 G	
Rebo		0,083 ± 0,001 BC		
Montepulciano		0,085 ± 0,001 B		
Sangiovese		0,059 ± 0,000 E	0,083 ± 0,000 CD	0,071 *
Montepulciano e Sangiovese		0,081 ± 0,000 C		
Syrah e Sangiovese		0,075 ± 0,000 D		
Rebo e Sangiovese		0,101 ± 0,001 A		
Syrah e Montepulciano			0,105 ± 0,000 A	
Média mesma safra	0,071 *	0,074 *	0,079 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

O magnésio é a parte central da molécula de clorofila, responsável pelo processo da fotossíntese e, conseqüentemente, pela elaboração e acúmulo de açúcar. No vinho, o magnésio contribui para a caracterização de sua tipicidade, participa da estabilidade, de aspectos organolépticos e de determinadas alterações. É, ainda, um nutriente importante para multiplicação e metabolismo das leveduras (RIZZON & MIELE, 2017).

5.3.2 Micronutrientes

5.3.2.1 Manganês

Apesar de a Legislação Brasileira (BRASIL, 2021) não estabelecer limites para o teor de manganês nos vinhos, o nutriente sempre está presente nos vinhos em pequenas quantidades, favorecendo inclusive a estabilidade da bebida (RIZZON, 2010). Os resultados encontrados nos vinhos da Região Central, conforme Tabela

28, estão de acordo com os valores propostos por Rizzon (2010), variando entre 0,5 mg/L e 3,5 mg/L. Além disso, observou-se diferença significativa tanto para as amostras da mesma safra quanto para safras diferentes. Com exceção dos vinhos Sangiovese, todos apresentaram valores menores na safra de 2020. Merlot 1 foi a amostra com maior teor de manganês, com 2,77 g/L.

Tabela 28 - Teor de manganês (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	2,03 ± 0,02 C a		1,66 ± 0,04 C b	1,84 *
C. Sauvignon 2			1,44 ± 0,01 D	
C. Sauvignon e Merlot			2,55 ± 0,01 A	
Merlot 1	2,77 ± 0,03 A a	2,73 ± 0,03 A a	1,91 ± 0,00 B b	2,47 *
Merlot 2	2,45 ± 0,00 B a		1,87 ± 0,01 B b	2,16 *
Shiraz	1,85 ± 0,02 D a		1,27 ± 0,01 E b	1,56 *
Malbec	1,28 ± 0,01 E a	1,29 ± 0,02 F a	1,10 ± 0,01 F b	1,22 *
Bianco del Bianchi		1,17 ± 0,02 H		
Chardonnay		1,55 ± 0,01 C		
Rosé Montepulciano			1,43 ± 0,01 D	
Rebo		1,81 ± 0,01 B		
Montepulciano		1,10 ± 0,00 I		
Sangiovese		0,96 ± 0,01 J b	1,01 ± 0,01 G a	0,99 *
Montepulciano e Sangiovese		1,24 ± 0,01 G		
Syrah e Sangiovese		1,39 ± 0,01 E		
Rebo e Sangiovese		1,44 ± 0,02 D		
Syrah e Montepulciano			1,28 ± 0,01 E	
Média mesma safra	2,08 *	1,47 *	1,55 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Para outras regiões vitivinícolas do estado, diversos autores encontraram valores semelhantes ou, na sua grande maioria, superiores aos encontrados nos vinhos comerciais da Região Central. Na Serra Gaúcha, vinhos Chardonnay apresentaram 2,6 a 3,0 mg/L (RIZZON et al. 2009), Merlot 2,7 a 3,5 mg/L (RIZZON & MIELE, 2009) e Cabernet Sauvignon 1,5 a 2,2 mg/L (RIZZON & MIELE, 2017). Já no Alto Uruguai, Rossini et al. (2016) encontraram 3,4 mg/L em vinho Sangiovese e Rossini (2012) 2,3 mg/L em vinho Montepulciano. E, segundo os mesmos autores, os valores foram pontuados como baixos e não interferem na estabilidade do vinho.

Sendo assim, pode-se concluir que os teores de manganês dos vinhos da Região Central também são baixos e não prejudicam a estabilidade da bebida.

Diferentemente dos resultados encontrados nos vinhos comerciais analisados, Miele & Rizzon (2017) ao estudar vinhos Cabernet Sauvignon de diferentes safras não obtiveram efeito da safra sobre os resultados do teor de manganês do vinho. Entre as causas que podem ter influenciado a diferença entre safras podem ser citados a contaminação por produtos fitossanitários que contêm esse cátion e a utilização de produtos enológicos, especialmente algumas bentonitas (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998; CABRERA et al., 2000). Além disso, reações químicas e de fertilidade do solo podem ter levado a uma maior disponibilidade deste nutriente para a planta, causando um maior acúmulo na semente (VOULGAROPOULOS & SOULIS, 1987; RIZZON & MIELE, 2017).

O manganês é encontrado em teores mais altos em vinhos tintos, uma vez que é bastante presente nas sementes, que tem pouca ou nenhuma participação da vinificação de vinhos rosados e brancos (RIZZON, 2010; VENTURINI FILHO, 2010). Entretanto, os vinhos brancos e rosado estudados apresentaram teores semelhantes ou por vezes superiores a alguns vinhos tintos.

5.3.2.2 Cobre

O cobre é considerado um contaminante inorgânico do vinho e tem concentração máxima permitida no vinho de 10 mg/kg (BRASIL, 2021). Excedendo esse limite, ele pode ser responsável por uma série de alterações. Segundo Rizzon (2010), o teor de cobre normalmente encontrado no vinho varia entre traços e 5 mg/L. Os resultados evidenciaram diferenças significativas na concentração de cobre entre as diferentes cultivares e entre safras (Tabela 29), porém, todas as amostras avaliadas apresentaram teores baixíssimos de cobre, estando dentro dos limites exigidos pela Legislação (BRASIL, 2021).

Tabela 29 - Teor de cobre (mg/kg) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre
	2018	2019	2020	

				safras
C. Sauvignon 1	0,013 ± 0,004 B b		0,043 ± 0,003 D a	0,028 *
C. Sauvignon 2			0,016 ± 0,004 G	
C. Sauvignon e Merlot			0,024 ± 0,000 E	
Merlot 1	0,009 ± 0,003 B c	0,019 ± 0,002 E b	0,024 ± 0,001 E a	0,017 *
Merlot 2	0,012 ± 0,003 B b		0,095 ± 0,001 A a	0,055 *
Shiraz	0,064 ± 0,003 A a		0,018 ± 0,001 FG b	0,041 *
Malbec	0,012 ± 0,002 B b	0,014 ± 0,003 EF b	0,020 ± 0,002 F a	0,015 *
Bianco del Bianchi		0,007 ± 0,003 F		
Chardonnay		0,019 ± 0,003 E		
Rosé Montepulciano			0,011 ± 0,001 H	
Rebo		0,067 ± 0,003 B		
Montepulciano		0,148 ± 0,004 A		
Sangiovese		0,061 ± 0,004 BC	0,064 ± 0,002 B	0,062 ns
Montepulciano e Sangiovese		0,053 ± 0,002 CD		
Syrah e Sangiovese		0,059 ± 0,002 BC		
Rebo e Sangiovese		0,045 ± 0,009 D		
Syrah e Montepulciano			0,055 ± 0,004 C	
Média mesma safra	0,022 *	0,050 *	0,037 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Para outras regiões vitivinícolas do estado, diversos autores encontraram valores semelhantes ou, na sua grande maioria, superiores aos encontrados nos vinhos comerciais da Região Central. Na Serra Gaúcha, vinhos Chardonnay apresentaram 0,12 a 0,24 mg/L (RIZZON et al. 2009), Merlot 0,10 a 0,71 mg/L (RIZZON & MIELE, 2009) e Cabernet Sauvignon 0,10 a 0,17 mg/L (RIZZON & MIELE, 2017). Já no Alto Uruguai, Rossini et al. (2016) encontraram 0,30 mg/L em vinho Sangiovese e Rossini (2012) 0,37 mg/L em vinho Montepulciano.

Os mostos geralmente possuem concentração mais elevada, devido principalmente aos tratamentos cúpricos para controlar o míldio da videira. O cobre também pode ser originado do contato do vinho com materiais e recipientes que contenham cobre. No entanto, durante a fermentação alcoólica as leveduras fixam e precipitam a maior parte do cobre existente no mosto (RIZZON, 2010; RIZZON et al., 2008). As diferenças encontradas dentre os resultados da Região Central e também em relação a outros autores podem ser atribuídas aos diferentes tratamentos fitossanitários e manejo do processo de vinificação utilizados pelos profissionais responsáveis em cada vinícola.

O cobre participa das enzimas de oxirredução e na respiração celular e sua deficiência interfere na síntese das proteínas. É um importante constituinte do mosto, necessário para a fermentação como fator de crescimento para as leveduras (RIZZON et al., 2008). Porém, o excesso de cobre no vinho, em ambiente redutor, provoca turvações e precipitados. Esta alteração ocorre normalmente nos vinhos brancos com maior concentração de dióxido de enxofre livre, os quais são conservados em ambiente anaeróbico. Temperaturas elevadas e exposição à luz aceleram a ocorrência desse problema (RIZZON et al., 2008). Entretanto, com os valores apresentados, os vinhos da Região Central estão pouco sujeitos a sofrer com tais adversidades.

5.3.2.3 Zinco

O zinco é um constituinte natural da uva, do mosto e do vinho, presente sempre em pequenas quantidades. Segundo Rizzon (2010), o teor de zinco normalmente encontrado no vinho varia entre 0,4 mg/L e 2,0 mg/L. Entretanto, a Legislação Brasileira não estabelece valores máximos e mínimos específicos para esse mineral (BRASIL, 2021). Os teores de zinco foram apresentados na Tabela 30, onde se pode observar as diferenças significativas entre safras e entre cultivares dentro de cada safra.

Todas as amostras de vinhos apresentaram teores dentro do proposto por Rizzon (2010), sendo o corte Cabernet Sauvignon e Merlot a amostra com maior teor de zinco, com 1,39 mg/L (Tabela 30). Eventuais aumentos desse mineral podem ser consequência do contato com certos materiais galvanizados ou de certas ligas metálicas que contenham zinco. Além disso, alguns produtos fitossanitários utilizados na videira podem contribuir para aumentar o teor de zinco nos vinhos (ORDOÑEZ et al., 1983; RIZZON, 2010; RIZZON et al., 2008)

Tabela 30 - Teor de zinco (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	0,28 ± 0,00 D b		0,62 ± 0,01 D a	0,45 *

C. Sauvignon 2			0,50 ± 0,00 F	
C. Sauvignon e Merlot			1,39 ± 0,01 A	
Merlot 1	0,41 ± 0,00 D c	1,11 ± 0,01 A a	0,56 ± 0,00 E b	0,70 *
Merlot 2	0,52 ± 0,00 C a		0,30 ± 0,01 H b	0,41 *
Shiraz	0,61 ± 0,00 B a		0,35 ± 0,00 G b	0,48 *
Malbec	0,71 ± 0,00 A a	0,71 ± 0,00 D a	0,29 ± 0,00 H b	0,57 *
Bianco del Bianchi		0,32 ± 0,00 G		
Chardonnay		0,43 ± 0,00 F		
Rosé Montepulciano			0,54 ± 0,00 E	
Rebo		0,73 ± 0,00 D		
Montepulciano		0,73 ± 0,00 D		
Sangiovese		0,72 ± 0,01 D b	0,78 ± 0,01 C a	0,75 *
Montepulciano e Sangiovese		1,01 ± 0,01 B		
Syrah e Sangiovese		0,47 ± 0,06 E		
Rebo e Sangiovese		0,78 ± 0,01 C		
Syrah e Montepulciano			1,06 ± 0,01 B	
Média mesma safra	0,51 *	0,70 *	0,64 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Segundo Ribéreau-Gayon et al. (1998), vinhos de macerações mais prolongadas apresentam concentração mais elevada de zinco. Entretanto, no presente estudo observou-se vinhos tintos com teor de zinco igual e inferior ao teor observado na amostra de vinho branco.

Os teores de zinco encontrados em vinhos da Região Central são intermediários a valores encontrados na literatura para mesmas cultivares, porém produzidas em outras regiões vitivinícolas do estado. Ao analisar 360 amostras de vinhos tintos, rosados e brancos da Serra Gaúcha Rizzon (2008) encontrou 0,91; 0,53 e 0,90 mg/L de zinco, respectivamente. Resultados inferiores foram encontrados em vinhos Cabernet Sauvignon, entre 0,13 e 0,37 mg/L (RIZZON & MIELE, 2017). Por outro lado, na região do Alto Uruguai, vinhos Montepulciano e Sangiovese apresentaram 1,13 e 1,54 mg/L, respectivamente.

Os resultados obtidos mostram-se como positivos visto que teores baixos de zinco, assim como de cobre e ferro, são necessários para garantir a estabilidade do vinho (RIZZON, 2010). E, quando em excesso, afetam as características organolépticas do vinho, incluindo sabor, aroma, cor e frescor, principalmente devido à formação de precipitados ou através da turvação durante a vinificação ou armazenamento (CHRISTAKI & TZIA, 2002; JESUS, 2009).

Da mesma forma que observado na Tabela 30, Rizzon e Miele (2017) também observaram efeito da safra sobre o teor de zinco em vinhos Cabernet Sauvignon. Esta diferença pode ser atribuída a eventuais resíduos presentes no momento do processamento do fruto ou por algum fator de nutrição e/ou fertilidade e de solo que venha a favorecer o acúmulo do mineral no fruto.

5.3.2.4 Ferro

O ferro é um nutriente encontrado em todos os vinhos e participa dos processos de turvação e oxidação quando em concentrações elevadas. Apesar de não constar limites mínimos e/ou máximos para este nutriente na Legislação Brasileira (BRASIL, 2021), o teor de ferro normalmente encontrado no vinho varia entre traços e 15 mg/L (RIZZON, 2010). Os vinhos da Região Central apresentaram baixos teores de ferro, variando entre 0,55 e 2,89 mg/L, conforme consta na Tabela 31. Em vinhos Merlot da Serra Gaúcha, Rizzon e Miele (2003) observaram teores intermediários aos encontrados na Região Central, entre 1,4 e 2,4 mg/L, e concluíram que estes valores não afetam a estabilidade da bebida.

Dentre os resultados, foram observados efeitos significativos tanto em relação às cultivares quanto à safra avaliada. De forma contrária, Rizzon e Miele (2017), ao estudarem o teor de ferro em vinhos Cabernet Sauvignon produzidos na Serra Gaúcha, não observaram efeito da safra sobre o teor do mineral. Os mesmos autores encontraram valores entre 1,47 e 2,33 mg/L.

O porta-enxerto pode exercer uma importante função na absorção dos minerais, pois estudos revelam que eles têm uma capacidade seletiva em sua assimilação (DELAS & POUGET, 1984; ALVARENGA et al., 2004). Visto que não são conhecidos os porta-enxertos utilizados pelas diferentes vinícolas onde foram obtidas as amostras, o uso de porta-enxertos diferentes pode ter sido uma razão para as diferenças significativas do presente estudo.

Tabela 31 - Teor de ferro (mg/L) em vinhos produzidos na região central do RS, provenientes de diferentes cultivares nas safras de 2018, 2019 e 2020

Amostra	Safra			Média entre safras
	2018	2019	2020	
C. Sauvignon 1	1,10 ± 0,01 E		0,84 ± 0,01 F	0,97 *

C. Sauvignon 2			0,96 ± 0,00 E	
C. Sauvignon e Merlot			1,85 ± 0,02 B	
Merlot 1	1,29 ± 0,04 D b	1,37 ± 0,01 CD a	0,85 ± 0,00 E c	1,17 *
Merlot 2	1,81 ± 0,01 B a		0,69 ± 0,01 G b	1,25 *
Shiraz	2,89 ± 0,03 A a		1,25 ± 0,01 C b	2,07 *
Malbec	1,41 ± 0,03 C b	1,35 ± 0,01 D c	1,97 ± 0,01 A a	1,57 *
Bianco del Bianchi		1,80 ± 0,02 A		
Chardonnay		1,43 ± 0,01 C		
Rosé Montepulciano			0,55 ± 0,00 H	
Rebo		0,96 ± 0,00 G		
Montepulciano		0,93 ± 0,01 GH		
Sangiovese		1,23 ± 0,01 E a	1,02 ± 0,01 D b	1,13 *
Montepulciano e Sangiovese		1,55 ± 0,01 B		
Syrah e Sangiovese		0,89 ± 0,01 H		
Rebo e Sangiovese		1,04 ± 0,04 F		
Syrah e Montepulciano			0,92 ± 0,01 E	
Média mesma safra	1,70 *	1,25 *	1,09 *	

Os resultados representam a média de 3 repetições ± o desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre safras para as mesmas cultivares. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre cultivares na mesma safra.

Amostras 1 e 2 representam vinhos elaborados a partir das mesmas cultivares, porém de vinhedos de diferentes locais.

* = Efeito significativo; ns = efeito não significativo.

Fonte: Autora (2022).

Além disso, a química e a fertilidade do solo influenciam diretamente no teor dos nutrientes presentes no fruto e no vinho. E sabe-se que a variabilidade espacial dá origem a diferentes absorções de minerais, mesmo em um único vinhedo. Além da interação entre os nutrientes presentes no solo, em áreas de pH do solo alto, a absorção de ferro pode ser dificultada ou até mesmo inibida (RIZZON et al., 2008). Sendo assim, a presença de ferro no vinho está altamente relacionada com a natureza do solo. E isso pode ter sido, junto com o porta-enxerto, explicar as diferenças obtidas para as diferentes cultivares e safras estudadas. Mostra-se necessário reunir mais informações sobre manejo e características de solo de cada vinhedo para serem tomadas conclusões assertivas.

6 CONCLUSÕES

A partir do estudo realizado pôde-se concluir que tanto o fator cultivar e/ou corte, quanto o fator safra, tiveram efeito sobre as características físico-químicas dos vinhos comerciais produzidos na Região Central do Rio Grande do Sul.

Todos os vinhos foram classificados como vinhos finos secos, apresentando baixo teor de açúcares redutores totais e graduação alcoólica entre 11,3 e 13,9%. Além disso, para pH, acidez total e volátil, todos os vinhos se apresentaram dentro dos parâmetros da Legislação Brasileira, com exceção de dois vinhos provenientes da mesma vinícola que apresentaram acidez volátil acima do permitido.

Os vinhos da Região Central apresentaram alta intensidade de cor, com grandes diferenças entre cultivares. A tonalidade de cor foi menor nos vinhos da safra de 2020, evidenciando a evolução da cor da bebida. O teor de compostos fenólicos e de antocianinas foi bastante heterogêneo, influenciado pelas cultivares e pela safra.

Em relação ao conteúdo mineral, os vinhos da Região Central apresentaram teores de nitrogênio e manganês intermediários; teores altos de fósforo, potássio e magnésio; e teores baixos de cálcio e zinco. Os minerais ferro e cobre apresentaram teores muito baixos, sendo o último dentro dos parâmetros exigidos pela Legislação Brasileira para contaminantes inorgânicos do vinho. De maneira geral, foi observado efeito significativo das diferentes cultivares e cortes de vinhos e das diferentes safras avaliadas sobre o teor de todos os minerais.

Foram observadas correlações a partir de análise estatística entre as características físico-químicas e antociânicas dos vinhos Malbec e Merlot 1 e as variáveis climáticas. O teor de compostos fenólicos não apresentou resultados de correlações consistentes para os dois vinhos.

De forma geral, a força das correlações obtidas foi diferente para as duas cultivares. Além disso, as variáveis climáticas dos meses de fevereiro e março foram as que se apresentaram mais correlacionadas com as características físico-químicas e fenólicas dos vinhos. Entretanto, apenas com a análise de correlação não foi possível estabelecer relações de causalidade entre as variáveis.

7 REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. Plant Pathology. 4nd ed. London: Academic Press, 1997.
- ALMANZA P. J. et al. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinífera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. **Agronomía Colombiana**, v. 38, p.173-180, 2010.
- ALOY, K. G.. **Intensidades de desfolha na Cabernet Sauvignon e composição físico-química do vinho no município de Bagé, Campanha Caúcha**. 2019. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Enologia) – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2019.
- ALVARENGA, M. A. A. et al. Absorption des nutriments et croissance des porte-greffes de vigne en présence d'aluminium. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 38, n. 2, p. 119-129, 2004.
- ANDRADE, M. J. C. **Estabilização tartárica de vinhos tintos por combinação de nanofiltração e permuta catiônica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Vinho) - Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2012.
- BITTENCOURT, A. Representando o Vale Central Gaúcho, Santa Maria sedia o lançamento oficial do Dia do Vinho 2018. **Notícias**. Santa Maria, 9 mai. 2018. Disponível em: <<https://www.santamaria.rs.gov.br/noticias/16769-representando-o-vale-central-gaúcho-santa-maria-sedia-o-lancamento-oficial-do-dia-do-vinho-2018>> Acesso em: 15 out. 2020.
- BORGHEZAN, M. **Comportamento ecofisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, Santa Catarina: área foliar, crescimento vegetativo, composição da uva e qualidade sensorial dos vinhos**. 2010. 228 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- 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.
- BRASIL. **Anexo à Norma Interna DIPOV Nº 01/2019: Consolidação das Normas de Bebidas, Fermentado Acético, Vinho e Derivados da Uva e do Vinho** Brasília: 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/AnexoNormaInternaDIPOVverso301219001.pdf>> Acesso em: 22 out. 2022.
- BRIGHENTI A. F. et al. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, p. 465-474, 2014.
- CABRERA-VIQUE, C. et al. Manganese determination in grapes and wines from different regions of France. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.51, n.2, p.103-107, 2000.

CABRITA, M. J. et al. Os compostos fenólicos da uva e do vinho. In: I Seminário Internacional de Viticultura. 2003, México. **Anais**. México. P 61-100, 2003

CAMARGO, U. A. Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. **Sistema de Produção**. Bento Gonçalves, n. 4, Jul. 2003. Disponível em:

<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/cultivares.htm>>. Acesso em 20 out. 2020.

CERBARO, D. et al. Influência dos manejos pré-fermentativos na qualidade de vinhos merlot da região da campanha. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 4, p. 88-104, 2018. Disponível em: <

<https://revistas.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/8092>>. Acesso em: 27 out. 2022.

CHAVARRIA, G. et al. Caracterização físico-química do mosto e do vinho de uvas Moscato Giallo cultivadas sob cobertura plástica. **Comunicado Técnico**. Bento Gonçalves, n. 91, Nov. 2008. Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cot091_000fsdhs25d02wyiv80vmsf5bwo5pdnh.pdf>. Acesso em 15 nov. 2020.

CHIRA, K.; JOURDES, M.; TEISSEDRE, P. L. Cabernet Sauvignon red wine astringency quality control by tannin characterization and polymerization during storage. **European Food Research Technology**, Berlin, v. 234, n. 2, p. 253-261, 2012.

CHRISTAKI, T.; TZIA, C. Quality and safety assurance in winemaking. **Food Control**, v. 13, p. 503-517, 2002.

CONCEIÇÃO, M. A. F. et al. Condições climáticas. In: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. O cultivo da videira Niágara no Brasil. DF: Embrapa, 2012. p. 23-29.

DELAS, J.; POUGET, R. Action de la concentration de la solution nutritive sur quelques caractéristiques physiologiques e technologiques chez *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. II. Composition minérale des organes végétatifs, du moût et du vin. **Agronomie**, v. 4, n. 5, p. 443-450, 1984.

DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M... Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.57, p.257–268, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FOGAÇA, A. de O. **Compostos fenólicos em uvas e vinhos da variedade Merlot**. 2012. 142 p. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3386>> Acesso em: 27 out. 2022.

GIOSANU, D.; VÎJAN, L. E.; DELIU, I. The analyse of physico-chemical parameters means to appreciate the typicity of some red wines. **Food and Environment Safety Journal**, v. 10, n. 1, 2011.

GIULIANI, J. C. **Caracterização edafoclimática e sua influência sobre a qualidade enológica em vinhedos da campanha Gaúcha**. 2016. 141 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2016. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170142>> Acesso em: 22 out. 2022.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. **Current protocols in food analytical chemistry**, 2001.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. **Viticultura e enologia – Atualizando conceitos**. p. 179-192. 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1054864/maturacao-da-uva-e-conducao-da-vinificacao-para-a-elaboracao-de-vinhos-finos>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

HIDALGO, L. **Caracterización macrofísica del ecosistema médio-planta em los viñedos españoles**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1980, 255p.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 22 set. 2022.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: 22 set. 2022.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2022. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 22 out. 2022.

JESUS, R. M. D. **Desenvolvimento de método analítico para a determinação de cádmio em vinho e estudo preliminar de especiação de cádmio, ferro, manganês, zinco e cobre em vinho**. 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

LEÃO, P. C. S.; SILVA, E. E. G. Caracterização fenólica e requerimento térmico de variedades de uvas sem sementes no vale de São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n.3, p. 379-382, 2003.

LEEUWEN, C. et al. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2004.

LILLA, C. **Introdução ao mundo do vinho**. São Paulo: WWF Martins Fontes, 2016.

- LÚCIO, P. DA S. **Caracterização físico-química de vinhos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul**. 2015. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3066>> Acesso em: 22 out. 2022.
- MACEDO T. A. et al. Manejo do dossel vegetativo e qualidade físico-química dos cachos de ‘Sangiovese’ e ‘Tempranillo’ em região microclimática de altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 146-152, 2015.
- MAIA, J. D. G; CAMARGO, U. A. Sistema de Produção de Uvas Rústicas para Processamento em Regiões Tropicais do Brasil. **Sistema de Produção**. Bento Gonçalves, n. 9, Dez, 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/cultivar.htm>>. Acesso em: 20 out. 2020
- MAMEDE, M. E. de O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 2, 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/viewFile/1192/993>> Acesso em: 23 out. 2022.
- MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e Qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. 217p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1572/000351902.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> . Acesso em: 14 nov. 2022.
- MAPA. **Determinação de acidez total em vinhos, destilados, alcoólicos por mistura e não-alcoólicos por titulometria determinação de acidez total em vinhos, destilados, alcoólicos por mistura e não-alcoólicos por titulometria**. Porto Alegre, 2012
- MAPA. **Determinação de acidez volátil em vinhos, bebidas não-alcoólicas e vinagres por titulometria**. Porto Alegre: 2013
- MELLO, L. M. R. Comercialização, custos e rentabilidade. In: NACHTIGAL, J. C.; MAZZAROLO, A. (Org.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 15. p. 197-202.
- MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. M. **Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: 2015
- MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Viticultura brasileira: panorama 2019. **Comunicado Técnico**. Bento Gonçalves, n. 214, Jul. 2020. Disponível: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215377/1/COMUNICADO-TECNICO-214-Publica-602-versao-2020-08-14.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- MIELE, A. et al. Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**. n.6. p. 40-47.

2014. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110041/1/2014-v6-n3-p40-47.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2020.

MIELE, A.; RIZZON, L.A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.1081-1093, 2013.

MIELE, A.; RIZZON, L.A. Rootstock-scion interaction: Effect on the yield components of the Cabernet Sauvignon grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.39, n.1, p.1-9, 2017.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170142>> Acesso em: 22 out. 2022.

MULLINS M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS L. E. (Ed.). **Biology of the grapevine**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 239 p.

OIV. **Compendium of International Analysis of Methods - OIVOIV-MA-AS312-01A**, 2016. Disponível em: <<http://www.oiv.int/public/medias/5158/oiv-ma-as312-01a.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2020.

ORDOÑEZ, R. et al. Estudio de mostos de vendimia y fermentados de la zona Montilla Moriles: II. K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, v. 42, n. 7-8, p. 1133-1144. 1983.

PEDRO JÚNIOR, M. J. Clima para videira. In: BOLIANI, A. C; CORRÊA, L. de S. Culturas de uvas de mesa: do plantio à comercialização. Piracicaba: Algraf. 2001. p. 69-77.

PÖTTER, G. H. et al. Desfolha parcial em videiras e seus efeitos em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, p. 2011-2016, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/GrbN8B9WyYyMnHRwzqbY7fP/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 27 out. 2022.

REINERT, D. J. et al. **Principais solos da Depressão Central e Campanha do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Santa Maria: Gráfica Universitária – UFSM, 2007. 47 p.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Traité d'oenologie**: chimie du vin, stabilisation et traitements. Paris: Dunod, 1998. v.2, 519p.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Tratado de Enologia**: Química del vino, estabilización y tratamientos. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 2003. 537p.

RIZZON, A. L. **Metodologias para análise de vinho**. 1. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 120 p. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/887323/1/Methodologiaanalisevinhotintoed012010.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.

RIZZON, L. A.; DALL'AGNOL, I. Vinho Tinto. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 45 p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 22, p. 192-198, 2002. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cta/a/qLg5LJxBbBSYjqCRJWw4vhx/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 27 out. 2022.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 23, p. 156-161, 2003.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Características analíticas de vinhos Merlot da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1913-1916, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cr/a/58xwY5QCchzgWH9qTzYYZMR/abstract/?lang=pt>> Acesso em: 27 out. 2022.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito do porta-enxerto na composição mineral do vinho Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 9, p. 66-73, 2017. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1076112>> Acesso em: 27 out. 2022.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; SCOPEL, G. Características analíticas de vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2555-2558, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cr/a/gVPWZDCX99Nq5p8FdhCpyps/?lang=pt&format=html>> Acesso em: 27 out. 2022.

RIZZON, L. A., ZANUZ, M. C., MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Food Science and Technology**. 1998, v. 18, n. 2. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cta/a/nYngm6QT6VwF5zLXZDmyJYM/?lang=pt>> Acesso em: 21 out 2022.

RIZZON, L. A.; SALVADOR, M. B. G.; MIELE, A. Teores de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 635-641, 2008. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cta/a/y6psFg9TN7NqvZMRLHz69yd/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 27 out. 2022.

ROSSINI, A. L. et al. Avaliação da cv. Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) introduzida na região do alto uruguai/RS na elaboração de vinho tinto. **Perspectiva**, Erechim, v. 40, n.151, p. 19-27, set. 2016. Disponível em < https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_579.pdf> Acesso em: 22 out. 2022.

ROSSINI, A. L. **Avaliação de cultivares italianas (*Vitis vinifera* L.) introduzidas na região do Alto Uruguai/RS para elaboração de vinhos em unidade de microvinificação**. 2012. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada, Erechim, RS, 2012. Disponível em: < https://www.uricer.edu.br/cursos/arg_trabalhos_usuario/2159.pdf> Acesso em: 27

ou. 2022.

SÁNCHEZ, L. A.; DOKOOZLIAN, N. K. Bud Microclimate and Fruitfulness in *Vitis vinifera* L. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 56, n. 4, p. 319-329, 2005.

SARTOR, S. B. **Caracterização química de uvas e vinhos Goethe produzidos na região de Urussanga – Santa Catarina**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SARTORI, G. V. **Maturação fenólica de uvas tintas cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2011. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOUZA, J.S.I. **Uvas para o Brasil**. Edição 2, Piracicaba: Fealq, 1996. 791p.

STEIN, T. **Influência climatológica na 'Cabernet Sauvignon' de Dom Pedrito, RS, safra 2016**. 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Enologia) – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2017.

STEIN, T. et al. Climatic Variables and Their Effects on Phenolic Maturation And Potassium Uptake in Cabernet Sauvignon Wines. **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n. 8; 2018. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183321163>> Acesso em: 22 out. 2022.

TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TONIETTO, J. Afinal, o que é terroir? **Bom Vivant**. Abr. 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147755/1/Tonietto-BonVivant-v8-n98-p8-abr2007.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

TONIETTO, J; MANDELLI, F. Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. **Sistemas de Produção**. Bento Gonçalves, n. 4, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Clima. In: NACHTIGAL J. C.; MAZZAROLO, A. (Org.). **Uva: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 15. p. 197-202.

VAGANTE, C. S. L. **Efeitos do consumo de vinho na saúde humana: Aspectos positivos e negativos**. 2012. 87 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

VENTURINI FILHO, W. G.. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo: Blucher, 461p. 2010.

VOULGAROPOULOS, A.; SOULIS T. Teneurs de certains vins grecs du commerce en lithium, potassium, sodium, magnésium, calcium, strontium, baryum, manganèse, fer et aluminium. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v.21, n.1, p.23-31, 1987.

WREGGE, M. S. et al. **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012., 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1045852>>. Acesso em: 28 out. 2022.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIWER, W. N. **General Viticulture**. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.

ZANELLA, V. Cadastro Vitícola mostra o novo mapa da viticultura no Rio Grande do Sul. **Notícias**. Bento Gonçalves, 26 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21842668/cadastro-viticola-mostra-o-novo-mapa-da-viticultura-no-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 20 out. 2020.

ZOCHE, R. G. S. et al. Wines produced with 'Cabernet Sauvignon' grapes from the region of Bagé in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 311-318, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/NYFVfVg4zTWTZddg43Nvfhr/?lang=en&format=pdf>> Acesso em: 22 out. 2022.

ZOECLKLEIN, B. W. et al. **Análisis y producción de vino**. Zaragoza. ACRIBIA, 2001.

NUP: 23081.000929/2023-86

Prioridade: Normal

Ato de entrega de dissertação/tese

134.334 - Dissertação e tese

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
4	Dissertação de mestrado (134.334)	Dissertação Eduarda FINAL.pdf

Assinaturas

03/01/2023 22:57:04

NEIDI GARCIA PENNA (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR)

03.39.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIA ALIMENTOS - DTCA



Código Verificador: 2224144

Código CRC: 71544636

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

