

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

**ANÁLISE CROMÁTICA DE VINHOS TINTOS  
DA VARIEDADE CABERNET SAUVIGNON  
DO RIO GRANDE DO SUL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Mariele dos Santos**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**ANÁLISE CROMÁTICA DE VINHOS TINTOS  
DA VARIEDADE CABERNET SAUVIGNON  
DO RIO GRANDE DO SUL**

**Mariele dos Santos**

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

**Orientadora: Neidi Garcia Penna**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

S237a Santos, Mariele dos

Análise cromática de vinhos tintos da variedade Cabernet Sauvignon do Rio Grande do Sul / por Mariele Dos Santos. – 2011.

78 f. ; 31 cm

Inclui apêndice.

Orientadora: Neidi Garcia Penna.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, RS, 2011

1. Vinhos 2. Parâmetros cromáticos 3. Vinho - Cabernet Sauvignon  
4. Regiões Vitivinícolas 5. Produção de vinho - Rio Grande do Sul I.  
Penna, Neidi Garcia II. Título.

CDU 663.21(816.5)

Ficha catalográfica elaborada por Simone G. Maisonave – CRB 10/1733  
Biblioteca Central da UFSM

---

© 2011

Todos os direitos autorais reservados a Mariele dos Santos. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Olavo Bilac, 621/405, - Centro - Santa Maria - RS. CEP: 97015-440

Fone: (55) 3311 6496 – End. Eletrônico: marieleweigel@hotmail.com.

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ANÁLISE CROMÁTICA DE VINHOS TINTOS DA VARIEDADE  
CABERNET SAUVIGNON DO RIO GRANDE DO SUL**

elaborado por  
**Mariele dos Santos**

**Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neidi Garcia Penna  
(Presidente/Orientador)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Vanderlinde  
(UCS)**

---

**Prof. Phd. Carlos Eugenio Daudt  
(UFSM)**

Santa Maria, 05 de Setembro de 2011

Dedico este trabalho à minha mãe,  
Derci dos Santos, *in memoriam*,  
por ter sido um exemplo de  
confiança e luta pela vida!

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo amor, carinho e dedicação. Por não medirem esforços para que eu continuasse estudando e chegasse até aqui. Saudades eternas!

Ao meu irmão Leonardo, por estar presente em minha vida.

Ao meu namorado Thomaz, pelo carinho, amor e atenção nos momentos de solidão, a fundamental ajuda na elaboração deste trabalho. O meu carinhoso agradecimento por me resgatar no momento em que achei que não completaria esta caminhada.

À orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neidi Garcia Penna, agradeço pelos ensinamentos, pelo carinho, amizade, apoio e conselhos nos momentos de insegurança, por ter acreditado em mim e proporcionado a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Eugenio Daudt, por ser um verdadeiro mestre na arte de ensinar, pela sabedoria e competência, pelo apoio intelectual a este trabalho. Obrigado pela amizade e pelas lições de vida.

Ao Prof. Dr. José Henrique Souza da Silva, pela disponibilidade de realizar as análises estatísticas e pelos ensinamentos.

Às alunas da graduação que foram voluntárias no projeto. Amanda Rosito, pelo empenho em aprender e em especial à Juliana Coelho, pela dedicação na realização das análises.

Aos amigos, funcionários e professores do Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, pelas conversas, convívio e contribuições no laboratório.

Aos colegas do curso de Mestrado, que tornaram a árdua missão mais prazerosa.

Às amigas Marlene, Haidi e familiares, pela amizade, incentivo e ajuda incondicional.

Aos colegas do Instituto Federal Farroupilha, Dílson, Léo, Eva e Renato, pelo apoio e incentivo. À direção, Celso, João Flávio e Luís Fernando, que possibilitaram conciliar o trabalho com o Mestrado.

Ao Instituto Brasileiro do Vinho - IBRAVIN, pelo aporte na obtenção dos vinhos das diversas regiões produtoras do Rio Grande do Sul.

As vinícolas Rio Velho Vitivicultura Ltda, Guatambu Indústria e Comércio de Alimentos, Vitivinícola Cordilheira de Sant'Ana, Vinícola Lidio Carraro Ltda - Sul Brasil, Vinícola Campestre Ltda, José Sozo Vinhos - Adega Campos de Santana, Vinhos Salton S.A. Indústria e Comércio, Vinícola Campestre Ltda, Vinícola Perini Ltda, Cooperativa Vinícola Aurora Ltda, ABEGÊ-Participações Indústria e Comércio de Bebidas Ltda, Vinícola Cordelier Ltda, Vinícola Maximo Boschi Ltda, Cooperativa Vinícola Garibaldi Ltda, Domno do Brasil Indústria e Comércio de Bebidas Ltda, Vinícola Monte Lemos Ltda, Vinhos Don Laurindo Ltda, Casa Valduga Vinhos Finos Ltda, Vinícola Pizzato Ltda, Pizzato Vinhas &

Vinhos, Casa Vinícola Don Vergilio Ltda, Cooperativa Vinícola de Jaguari, Sergio Lixinski Dalla Valle - ME, Vinícola Velho Amâncio Ltda, Cantina Veneza Ltda, Trentin Indústria Ltda. ME, Soc. De Bebidas Mioranza Ltda, Ernesto Zanrosso - Indústria de Vinhos Ltda, Irmãos Chesini Ltda, Soc. De Bebidas Panizzon Ltda, Vinícola Campestre Ltda, Vinícola Viapiana Ltda e Terrasul Vinhos Finos Ltda, por tornarem possível a pesquisa cedendo exemplares de seus vinhos para este trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria pelas oportunidades!

*“É tentando o impossível que se realiza o possível.”*

*Henry Barbusse*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### **ANÁLISE CROMÁTICA DE VINHOS TINTOS DA VARIEDADE CABERNET SAUVIGNON DO RIO GRANDE DO SUL**

AUTORA: MARIELE DOS SANTOS

ORIENTADORA: NEIDI GARCIA PENNA

Data e Local: Santa Maria, 05 de Setembro de 2011

No Estado do Rio Grande do Sul a produção de uvas é uma atividade já consolidada, de significativa importância socioeconômica, responsável por cerca de 90% da produção nacional de uvas, vinhos e derivados. Neste sentido, o vinho é um importante produto devido ao valor agregado que transfere para as vinícolas e para os produtores de uvas. São cinco as principais regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul: Serra do Nordeste, Campanha, Serra do Sudeste, Região Central e Campos de Cima da Serra. A cultivar Cabernet Sauvignon é a principal variedade *Vitis vinifera* do Estado. O vinho desta casta é mundialmente conhecido pelo seu caráter varietal, com intensa coloração, riqueza em taninos e complexidade de aroma e buquê. A cor compõe um dos principais indicadores da qualidade de vinhos, além de colaborar para alcançar as melhores classificações e efetivamente os maiores preços, relacionando-se diretamente com a qualidade da matéria-prima. Os métodos objetivos de avaliação da cor são os mais rápidos e, além disso, reproduzíveis e não sujeitos a erros subjetivos, logo são de fundamental importância para a indústria vinícola. As amostras de vinhos tintos Cabernet Sauvignon para este trabalho, provenientes das cinco regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul, foram obtidas com a colaboração do Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN) e analisadas no Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. Foram analisadas as características cromáticas através das coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  do Espaço CIE  $L^*a^*b^*$ , das coordenadas cilíndricas  $H^*$  (ângulo de tonalidade) e  $C^*$  (Croma), bem como a quantificação dos índices de intensidade de cor, tonalidade e os percentuais das componentes amarela, vermelha e azul. Também foram determinados os parâmetros físico-químicos: graduação alcoólica, acidez total, pH, conteúdo de antocianinas e compostos fenólicos totais. Os vinhos da Região Central apresentaram os maiores valores do ângulo de tonalidade  $H^*$  e a maior luminosidade média. As amostras da Região da Campanha caracterizaram-se pela menor média de tonalidade. Já os vinhos da Região da Serra do Nordeste foram os que apresentaram as maiores médias de Croma, a maior média de antocianinas totais e também a maior média de índice de polifenóis totais. Quanto à acidez total, todos os vinhos analisados estavam em conformidade com a legislação brasileira, porém os valores de pH se apresentaram elevados (próximos de 4,0), situação que favorece o desenvolvimento de bactérias. Portanto, através dos resultados obtidos nas análises cromáticas e físico-químicas das amostras, foi possível estabelecer um comparativo entre vinhos Cabernet Sauvignon produzidos no Rio Grande do Sul, de diferentes safras e diferentes regiões vitivinícolas, no sentido de subsidiar a busca pelo aprimoramento da qualidade na produção de vinhos finos no estado.

Palavras-chave: vinho; parâmetros cromáticos; Cabernet Sauvignon.

## ABSTRACT

Master's Degree Dissertation  
Postgraduate Program in Food Science and Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### CHROMATIC ANALYSIS OF RED WINES OF THE VARIETY CABERNET SAUVIGNON FROM RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: MARIELE DOS SANTOS

ADVISOR: NEIDI GARCIA PENNA

Date and Place: Santa Maria, September 5, 2011.

In the Rio Grande do Sul State, grape production is an already consolidated activity of significant socio-economic importance, accounting for about 90% of national production of grapes, wines and derivatives. In this sense, wine is an important product because of the added values transferred to the wineries and grape growers. There are five major wine regions within Rio Grande do Sul: Serra do Nordeste, Campanha, Serra do Sudeste, Central and Campos de Cima da Serra. Cabernet Sauvignon is the State's most important *Vitis vinifera* variety. The wine of this variety is world famous for its varietal character, intense color, richness in tannins and for its complexity of aroma and bouquet. Color is a key indicator of quality wines. It contributes to achieving the highest ratings and effectively the highest prices, and is directly related to quality of the raw material used. The objective methods of color evaluation are the fastest and, moreover, are replicable and not subject to subjective errors, so are of fundamental importance for the wine industry. The samples of red wines for this study, from the five wine regions of Rio Grande do Sul, were obtained in collaboration with the Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN) and analyzed at the Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos of the Universidade Federal de Santa Maria. The following chromatic characteristics were analyzed: CIEL\*a\*b coordinates \*L, \*a and \*b, cylindrical coordinates H\* (hue angle) and C\* (chroma), color intensity, hue and percentages of yellow, red and blue. Physicochemical parameters alcohol content, total acidity, pH, total phenolics content and anthocyanins were also determined. The wines from the Central region had the highest values of hue angle H\* and the highest average of lightness. Samples from the Campanha region were characterized by the lowest average of hue. The wines from the Serra do Nordeste region were those with the highest average of chroma, anthocyanins and total phenolics content. All wines were in accordance with Brazilian legislation for total acidity. However, pH values were high (near 4.0), which favors the development of bacteria. By the analysis of the results obtained in the chromatic and physical-chemical properties of the samples, it was possible to establish a comparison between Cabernet Sauvignon wines produced in Rio Grande do Sul, in different seasons and different wine regions, to support the quest for quality improvement in production of fine wines in the state.

Keywords: wine; chromatic parameters; Cabernet Sauvignon.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa das regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul .....	20
FIGURA 2 – Região da Serra Gaúcha e o Vale dos Vinhedos.....	21
FIGURA 3 – Região da Campanha Gaúcha e Serra do Sudeste.....	22
FIGURA 4 – Insolação total (horas) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.....	25
FIGURA 5 – Temperatura média compensada (°C) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro .....	26
FIGURA 6 – Precipitação acumulada (mm) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro..	26
FIGURA 7 – Umidade relativa do ar compensada (%) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro .....	27
FIGURA 8 – Classificação dos compostos fenólicos .....	31
FIGURA 9 – Estrutura do núcleo flavânico.....	32
FIGURA 10 – Estruturas das unidades monoméricas dos flavan-3-óis (catequinas e galocatequinas).....	32
FIGURA 11 – Esquema geral das proantocianidinas polimerizadas .....	33
FIGURA 12 – Decomposição das proantocianidinas por aquecimento e em meio ácido .....	34
FIGURA 13 – Estrutura do cátion flavílio.....	35
FIGURA 14 – Estrutura das agliconas das principais antocianinas presentes nas espécies <i>Vitis vinifera</i> .....	36
FIGURA 15 – Estrutura das antocianidinas 3-monoglicosídicas e respectivos ésteres acilados.....	36
FIGURA 16 – Formas de equilíbrio das antocianinas em solução .....	37
FIGURA 17 – Equação química que traduz a reação do ânion bissulfito com as antocianinas.....	38
FIGURA 18 – Espaço CIE L*a*b* .....	42
FIGURA 19 – Representação tridimensional de cromaticidade do sistema CIE L*a*b* .....	42
FIGURA 20 – Representação bidimensional de cromaticidade do sistema CIE L*a*b* .....	43

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Valores médios do ângulo de tonalidade H* (°) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul .....	50
TABELA 2 – Valores médios do parâmetro C* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	51
TABELA 3 – Valores médios do parâmetro L* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	52
TABELA 4 – Valores médios do parâmetro a* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	53
TABELA 5 – Valores médios do parâmetro b* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	55
TABELA 6 – Valores médios do parâmetro Tonalidade nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	56
TABELA 7 – Valores médios do parâmetro Intensidade de cor nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	57
TABELA 8 – Valores médios do parâmetro %Amarelo nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	59
TABELA 9 – Valores médios do parâmetro %Vermelho nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	60
TABELA 10 – Valores médios do parâmetro %Azul nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	61
TABELA 11 – Valores médios do parâmetro Antocianinas Totais (mg de Malvidina L <sup>-1</sup> ) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	62
TABELA 12 – Valores médios do parâmetro IPT nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	64
TABELA 13 – Valores médios do parâmetro Álcool (°GL) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	65
TABELA 14 – Valores médios do parâmetro pH nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	67

TABELA 15 – Valores médios do parâmetro Acidez Total (meq.L <sup>-1</sup> ) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.....	68
TABELA 16 – Número de amostras nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul .....	78

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 –	Valores médios do ângulo de tonalidade H* (°) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	50
GRÁFICO 2 –	Valores médios do parâmetro C* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	51
GRÁFICO 3 –	Valores médios do parâmetro L* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	52
GRÁFICO 4 –	Valores médios do parâmetro a* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	54
GRÁFICO 5 –	Valores médios do parâmetro b* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	55
GRÁFICO 6 –	Valores médios do parâmetro Tonalidade nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	56
GRÁFICO 7 –	Valores médios do parâmetro Intensidade de cor nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.	58
GRÁFICO 8 –	Valores médios do parâmetro % Amarelo nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	59
GRÁFICO 9 –	Valores médios do parâmetro % Vermelho nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.....	60
GRÁFICO 10 –	Valores médios do parâmetro % Azul nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.....	61
GRÁFICO 11 –	Valores médios do parâmetro Antocianinas Totais (mg de Malvidina.L <sup>-1</sup> ) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	62
GRÁFICO 12 –	Valores médios do parâmetro IPT nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	64
GRÁFICO 13 –	Valores médios do parâmetro Álcool (°GL) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.....	66

GRÁFICO 14 – Valores médios do parâmetro pH nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	67
GRÁFICO 15 – Valores médios do parâmetro Acidez Total (meq.L <sup>-1</sup> ) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul .....	68

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – Distribuição das amostras .....	78
--	----

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
<b>2.1 Regiões Vitivinícolas do Rio Grande do Sul</b> .....	20
<b>2.2 Clima</b> .....	24
<b>2.3 Cabernet Sauvignon</b> .....	27
<b>2.4 A Cor do Vinho</b> .....	28
<b>2.5 Compostos Fenólicos</b> .....	28
2.5.1 Flavanóis.....	32
2.5.2 Antocianinas .....	34
<b>2.6 Transformações da Cor do Vinho</b> .....	39
<b>2.7 Quantificação da cor</b> .....	40
2.7.1 Coordenadas cromáticas: Espaço CIE L*a*b* .....	41
2.7.2 Métodos Convencionais .....	44
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	45
<b>3.1 Análises da Cor</b> .....	45
3.1.1 Coordenadas cromáticas: Espaço CIE L*a*b* .....	45
3.1.2 Método Convencional.....	46
<b>3.2 Análises Físico-químicas</b> .....	47
<b>3.3 Análise Estatística</b> .....	48
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	49
<b>4.1 Características cromáticas dos vinhos pelo Método CIEL*a*b*</b> .....	49
<b>4.2 Características cromáticas dos vinhos pelo Método de Glories</b> .....	55
<b>4.3 Parâmetros Físico-Químicos</b> .....	61
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	69
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	71
<b>APÊNDICE</b> .....	78

# 1 INTRODUÇÃO

A cor de um vinho constitui o primeiro impacto sobre o consumidor, despertando nesse o desejo de consumir ou rejeitar o produto. Ela compõe um dos principais indicadores da qualidade de vinhos, além de colaborar para alcançar as melhores classificações e efetivamente os maiores preços, relacionando-se diretamente com a qualidade da matéria-prima. Atualmente, o preço de um vinho não decorre apenas do grau alcoólico, mas também da intensidade de sua cor, daí o grande o interesse no conhecimento e possível controle dos fatores que afetam sua coloração (ESPARZA; SANTAMARÍA; FERNANDEZ, 2006).

Geralmente, a cor é a primeira característica percebida em um vinho, portanto é ela que condiciona a análise sensorial. Em um vinho jovem, os principais compostos responsáveis pela cor são os pigmentos antociânicos, que diminuem progressivamente devido à sua degradação e transformação em outros pigmentos mais estáveis, que serão responsáveis pela expressão da cor em vinhos envelhecidos (RIVAS et al., 2006).

O método preferido para medir a aceitabilidade de um produto pelo consumidor é a avaliação da cor por um painel de observadores treinados. Entretanto, esse método tem algumas desvantagens ou limitações na indústria. Análises sensoriais consomem muito tempo, são sujeitas a erros subjetivos e limitadas no número de avaliações que podem ser realizadas de uma só vez. Por sua vez, os métodos objetivos são mais rápidos e reproduzíveis, não sujeitos a erros subjetivos e, portanto, de fundamental importância para a indústria de vinhos (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Os produtores de vinhos do Rio Grande do Sul, principal produtor do país, têm procurado agregar qualidade ao vinho produzido no Estado, especialmente no que diz respeito aos cultivares finos, tais como o Cabernet Sauvignon. Nesse contexto, o uso de parâmetros cromáticos constitui um importante método objetivo de avaliação da cor.

A realização deste estudo tem como objetivo promover um melhor conhecimento a respeito do perfil cromático dos vinhos Cabernet Sauvignon produzidos no Rio Grande do Sul, evidenciando as peculiaridades das diferentes safras e regiões vinícolas, no intuito de contribuir para a melhoria da qualidade na produção.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O cultivo de uvas foi trazido para o Brasil pelos imigrantes europeus, que introduziram a cultura no Sul do país, região que apresenta maior semelhança climática com as regiões de origem. Com efeito, no Estado do Rio Grande do Sul a produção de uvas é uma atividade já consolidada, de significativa importância socioeconômica para o Estado, responsável por cerca de 90% da produção nacional de uvas, vinhos e derivados. O restante é produzido nas regiões Sudeste e Nordeste do país (MELLO, 2010).

A produção brasileira anual de uvas é de mais de um milhão de toneladas, a metade vendida como uva de mesa e o restante para processamento. Considerando o último segmento, o vinho é um importante produto devido ao valor agregado que transfere para as vinícolas e para os produtores de uvas (MIELE; RIZZON; ZANUS, 2010).

Em 2009, o Rio Grande do Sul teve aumento de 1,20% na área plantada com videiras e de 2,29% na área colhida, porém apresentou redução na produção de uvas de 4,98%. No Brasil, ocorreu redução de 4,08% no total de uvas produzidas, interrompendo a tendência crescente dos últimos anos. Nesse ano, a crise mundial refletiu fortemente na produção de uvas de mesa, sendo que alguns produtores abandonaram parte dos vinhedos. Além disso, fatores climáticos desfavoráveis resultaram em menor produção (MELLO, 2010).

No Rio Grande do Sul, em 2010 a comercialização de vinho fino de mesa contou com 71% de tinto, 28% de branco e 1% de rosado, num total de 21.390.159 litros, uma redução de 35,34% na comercialização de vinhos finos, em relação ao ano anterior. Este decréscimo pode ser atribuído ao fato de em 2009 terem sido criados mecanismos de redução de estoques, via PEP (Prêmio de Escoamento da Produção do Governo Federal) resultando num elevado crescimento naquele ano. Por ter sido um ano atípico para esta categoria de vinhos, o ano de 2009 não pode ser usado como referência para avaliação de mercado (MELLO, 2011).

## 2.1 Regiões Vitivinícolas do Rio Grande do Sul

A produção de vinhos no Rio Grande do Sul está distribuída nas seguintes regiões: Serra do Nordeste, Campanha, Serra do Sudeste, Campos de Cima da Serra (Figura 1) (IBRAVIN, 2010) e a Região Central.



**Figura 1** – Mapa das regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul.  
Fonte: [www.academiadovinho.com.br](http://www.academiadovinho.com.br)

A região vitivinícola da Serra do Nordeste encontra-se na latitude 29°S e longitude 51°W. Apresenta um clima úmido, temperado e quente, de noites temperadas, temperatura média de 17,2°C, numa região cuja altitude varia entre 600 e 800 m (INMET, 2011a; TONIETTO; CABERNNEAU, 1999). É a maior região vitícola do país, com aproximadamente 40 mil hectares, em pequenas propriedades onde predomina o uso da mão-de-obra familiar. Os principais municípios onde se produzem as uvas são: Bento Gonçalves, Garibaldi, Caxias do Sul, Farroupilha, Flores da Cunha e Monte Belo do Sul. Apenas pequena parte dos vinhos (cerca de 15 %) é produzida com uvas *Vitis vinifera*. A maioria ainda é representada pelas uvas americanas e híbridas, responsáveis pela produção de vinhos comuns, de baixa qualidade e pouco valor agregado. No que se refere às castas *Vitis vinifera*, destacam-se as uvas brancas Moscato Branco, Riesling Itália, Chardonnay e Trebbiano e as

principais tintas Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, Tannat, Ancellota e Pinotage (IBRAVIN, 2010).

A região apresenta densidade de plantio de 1.600 a 3.300 plantas por hectare, com o predomínio do sistema horizontal (pérgola). A maior parte da colheita é destinada à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados. As uvas de origem americana são utilizadas sobretudo para a elaboração de suco e de vinho de mesa. A produtividade é de cerca de 10 a 30 toneladas por hectare, variando conforme o clima e o tipo da uva. Destaca-se a produção de vinhos espumantes de alta qualidade, além dos vinhos tranquilos, brancos e tintos. A região vem crescendo como produtora de vinhos de qualidade. Em 2002, foi instituída a Indicação de Procedência Vale dos Vinhedos (Figura 2), o que motivou outros grupos de produtores da região a seguirem o mesmo caminho (IBRAVIN, 2010).



**Figura 2** – Região da Serra Gaúcha (verde) e o Vale dos Vinhedos (rosa).  
Fonte: [www.academiadovinho.com.br](http://www.academiadovinho.com.br)

A etapa seguinte foi a solicitação à União Europeia do registro da Indicação Geográfica Vale dos Vinhedos, aceito em janeiro de 2007. Essa iniciativa é pioneira para qualificar o vinho da região, dando ao consumidor a certeza da sua procedência. No entanto, a indicação não é sinônimo de qualidade, pois essa depende de cada produtor individualmente (LAROUSSE DO VINHO, 2007).

A grande dificuldade nessa região são os elevados índices de precipitação pluvial, de 1.750 mm por ano, especialmente na vindima (janeiro e fevereiro), bem como a alta umidade relativa do ar, em média de 80% (INMET, 2011a). A excessiva umidade beneficia o

aparecimento de doenças por fungos, que danificam a produção e a qualidade das uvas, tornando mais caro o cultivo, pois exigem sucessivos tratamentos para garantir a sanidade das frutas. Soma-se a isso um número de horas/sol, muitas vezes insuficiente, o que caracteriza um cenário propício para a obtenção de uvas que não conseguem atingir o grau de maturidade adequado (LAROUSSE DO VINHO, 2007).

Uma nova e promissora área para a produção de uvas viníferas é a que fica localizada na fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai, em torno do Paralelo 31, conhecida como a Região da Campanha (Figura 3). Ocupa extensa região na “Metade Sul” do estado, entre os municípios de Uruguaiana e Pinheiro Machado, com pólos de produção concentrados em Santana do Livramento, Bagé e Dom Pedrito. A topografia caracteriza-se por coxilhas, com suaves elevações de altitude compreendida entre 100 e 200 m, apta à mecanização. (FREITAS, 2006).



**Figura 3** – Região da Campanha Gaúcha e Serra do Sudeste.

Fonte: [www.academiadovinho.com.br](http://www.academiadovinho.com.br)

O clima é temperado subtropical, com verões quentes e secos. A precipitação pluviométrica anual é de 1400 mm, com umidade relativa do ar na casa dos 75 % (INMET, 2011a). O número de horas/sol é maior que na Serra Gaúcha, o que garante melhores condições para o amadurecimento das uvas. As uvas plantadas na Campanha são variedades das melhores procedências, muito bem adaptadas ao solo da região, tais como Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc e Chardonnay, além de uvas inéditas no Brasil, como Touriga Nacional, Alfrocheiro, Petit Verdot, Tempranillo, Pinot Gris e Viognier (LAROUSSE DO VINHO, 2007). As principais limitações da região são a baixa fertilidade natural do solo, o

risco de erosão e a baixa capacidade de retenção de água nos períodos de menor precipitação pluvial (FREITAS, 2006).

Já na Serra do Sudeste (Figura 3), nos municípios de Pinheiro Machado e Encruzilhada do Sul, a vitivinicultura veio a ganhar importância econômica recentemente, a partir de investimentos efetuados por vinícolas originárias da Serra Gaúcha. Em ambos os pólos produtores são cultivadas exclusivamente castas de *Vitis vinifera*, com predominância das uvas tintas Cabernet Sauvignon, Merlot, Tannat, Cabernet Franc, Pinot Noir, Touriga Nacional e Tempranillo. Entre as uvas brancas, destacam-se Chardonnay, Sauvignon Blanc, Pinot Grigio e Ugni Blanc. A produtividade dos vinhedos na região situa-se entre 8 e 12 toneladas por hectare, dependendo da cultivar e das condições climáticas da safra (IBRAVIN, 2010).

Há predominância de vinhos de qualidade, aproveitando a topografia de fortes ondulações e altitudes que variam entre 200 e 400 m. O solo, composto por arenito, tem caráter ácido e teores de matéria orgânica entre baixos e médios. A precipitação pluviométrica anual se situa próximo à da Campanha, com boa quantidade de sol (LAROUSSE DO VINHO, 2007).

A região de Campos de Cima da Serra encontra-se no Nordeste do estado, em um local cuja altitude fica próxima dos 1.000 metros, o que propicia melhor amadurecimento fenológico das uvas. O solo é pedregoso e a temperatura média anual é de 16 °C (INMET, 2011a), apresenta amplitude térmica que vai de 8 a 28 °C na vindima, época beneficiada por poucas chuvas. As uvas são colhidas com elevado grau de maturação e excelente sanidade. Alguns dos vinhos produzidos nessa região têm se mostrado de ótima qualidade (IBRAVIN, 2010).

Outra região vitivinícola do Rio Grande do Sul é a que vem se estabelecendo na Região Central do estado, com destaque os municípios de Santa Maria e Jaguari. Apresenta uma topografia suave e pequena altitude em relação ao nível do mar (menos de cem metros), uma planície suavemente ondulada (SILVA, 2008). A insolação total anual fica em torno de 2100 h, precipitação acumulada anual de 1500 mm, temperatura média compensada anual de 19 °C e a umidade relativa do ar compensada anual próximo de 73% (INMET, 2011a).

## 2.2 Clima

O clima tem grande relevância para a atividade vitivinícola. O efeito exercido pelo clima é percebido nos aspectos qualitativos e na tipicidade dos vinhos de diferentes regiões. Fatores climáticos tais como a insolação e temperatura são de grande importância para a maturação da uva, e guardam estreita relação com a localização geográfica dos parreirais, definindo as potencialidades das regiões (KUHN, 2003).

Para a obtenção de uvas sadias e de qualidade, com equilibrada relação açúcar/acidez e com cascas, polpa e sementes em estágio ideal de maturação, são fundamentais dias ensolarados, com temperaturas amenas e baixa precipitação. Os diversos estádios fenológicos da videira são influenciados pelo clima, sendo o período da maturação o mais importante para a qualidade das uvas (GUERRA et al., 2009).

A insolação e a radiação solar são variações meteorológicas importantes nos processos de desenvolvimento e maturação dos frutos. Ambas as variações são maiores no verão em razão de dias mais longos e menor número de dias encobertos. A insolação está atrelada às coordenadas geográficas, já que nas maiores latitudes os dias de verão são maiores, o que resulta num maior período de radiação (HERTER; TONIETTO; WHEGE, 2003).

Já a temperatura influencia na atividade fotossintética da videira. A faixa de temperatura de 20 a 25°C é a que resulta na maior atividade, enquanto que temperaturas a partir de 35°C são excessivas. No verão, período de maturação das uvas, temperaturas amenas possibilitam uma maturação mais lenta, o que favorece a qualidade. A ocorrência de noites relativamente frias favorece o acúmulo de polifenóis, especialmente as antocianinas, nas variedades tintas, e a intensidade dos aromas, nas brancas. Condições térmicas excessivamente quentes podem resultar na obtenção de uvas com maiores teores de açúcares, porém com baixa acidez (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

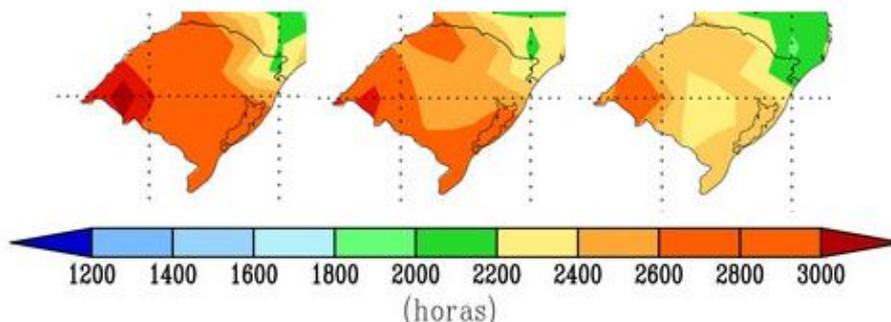
Em termos de exigência hídrica, a videira é muito resistente à seca, graças ao seu sistema radicular, capaz de atingir grandes profundidades. No entanto, em algumas regiões do mundo, onde se constata baixas precipitações e alta demanda evaporativa, o cultivo requer o fornecimento de água através da irrigação. Tanto a deficiência como o excesso hídrico afetam o comportamento dos estádios fenológicos da cultura, comprometendo a qualidade e produtividade dos frutos. A deficiência, quando ocorre durante o período inicial de crescimento das bagas, provoca a redução no tamanho dos frutos. Na maturação, atrasa o amadurecimento, afetando a coloração e favorecendo a queima dos frutos pela radiação solar.

Na fase final de maturação, o consumo hídrico da videira diminui. Ocorrendo excesso hídrico, combinado com temperaturas elevadas, a cultura fica muito susceptível às doenças. (TEIXEIRA et al., 2002).

Nos anos em que os verões são de escassa precipitação pluviométrica e os dias de alta insolação, Westphalen (1977) constatou que o teor de açúcar atinge valores desejáveis, de 19,5% a 22%, e a acidez total adequada. Mesmo em verões chuvosos, existindo alta insolação no período final da maturação da uva e na época da vindima, o teor de açúcar natural é satisfatório, dispensando a adição de açúcar. A maturação fica mais uniforme, e a podridão das uvas é muito pequena.

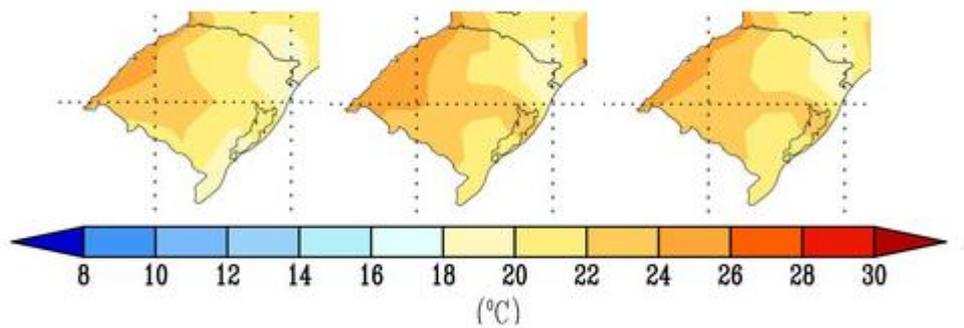
A produção de vinhos finos requer uma boa qualidade da uva, o que se obtém com alta insolação e baixa precipitação pluviométrica durante o período de maturação: dezembro, janeiro e fevereiro (MOTA, 2003). As figuras a seguir apresentam o perfil climático do estado do Rio Grande do Sul nesses meses, em termos de insolação total, temperatura média, precipitação acumulada e umidade relativa do ar, conforme as Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2011a).

A figura 4 evidencia a maior insolação das regiões da Campanha e Serra do Sudeste, enquanto que a Serra do Nordeste e os Campos de Cima da Serra têm menos horas de sol.



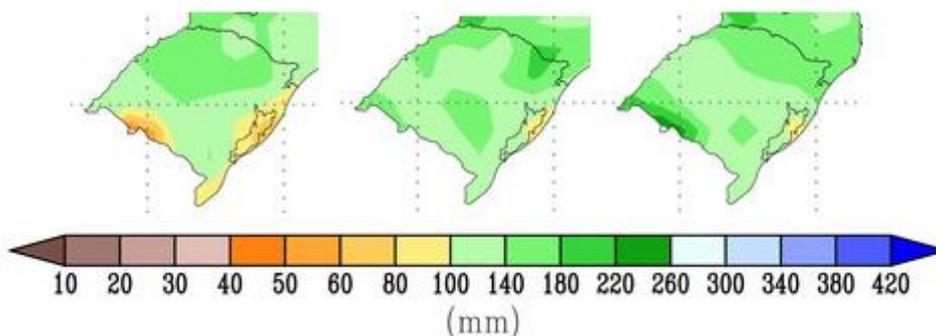
**Figura 4** - Insolação total (horas) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.  
Fonte: INMET (2011a).

Em termos de temperatura média, as regiões da Campanha e Centro atingem valores mais elevados em relação às demais. Já as menores temperaturas médias ocorrem na Serra do Nordeste e Campos de Cima da Serra, regiões que possuem maiores altitudes (Figura 5).



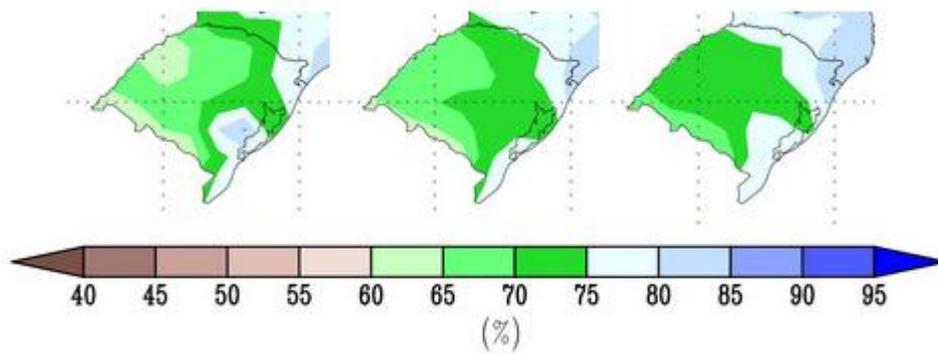
**Figura 5** - Temperatura média compensada (°C) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.  
Fonte: INMET (2011a).

No que diz respeito às chuvas, as regiões Serra do Nordeste e Campos de Cima da Serra caracterizam-se por apresentarem os maiores valores de precipitação acumulada. Já a Campanha tem escassez de chuvas no mês de dezembro, em contraste com fevereiro, mês de elevada precipitação (Figura 6).



**Figura 6** - Precipitação acumulada (mm) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.  
Fonte: INMET (2011a).

Por fim, a figura 7 revela que os maiores percentuais de umidade relativa do ar são encontrados na Serra do Sudeste e nos Campos de Cima da Serra, seguidos da Serra do Nordeste. A região da Campanha destaca-se por apresentar a menor umidade dentre as regiões estudadas.



**Figura 7** - Umidade relativa do ar compensada (%) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.  
Fonte: INMET (2011a).

### 2.3 Cabernet Sauvignon

A cultivar Cabernet Sauvignon é originalmente proveniente de Bordeaux (França). É uma uva vinífera que começou a ser conhecida no século XII resultado do cruzamento natural bem sucedido da Cabernet Franc (cabernet) com a Sauvignon Blanc (sauvignon). A designação Sauvignon Rouge ainda existe na França. Devido ao aparecimento da *Phylloxera vastatrix* que devastou os vinhedos mundiais no século XIX, essa variedade quase desapareceu. A partir de Bordeaux, espalhou-se mais para o sul da França, atravessou para Espanha, foi para Itália, atravessou o Atlântico e hoje é uma das variedades mais plantadas em todo o mundo. Sua maior expressão continua sendo nos vinhos "grand cru" de Bordeaux, em que é combinada com Cabernet Franc, Merlot e Petit Verdot. Tem ótimas regiões de produção na Califórnia, Chile e Austrália (LAROUSSE DO VINHO, 2007).

Embora a uva Cabernet Sauvignon tenha sido introduzida no Brasil experimentalmente pelo Instituto Agrônomo e Veterinário de Porto Alegre em 1913, foi somente depois de 1980 que houve incremento de seu plantio na Serra Gaúcha e na fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Com o aumento de produção de vinhos varietais, esta variedade vinífera tinta se tornou a mais importante e com maior área cultivada no Estado (KUHN, 2003; GUERRA et al., 2009). É uma cultivar de brotação e maturação tardia, de média produção e elevada qualidade de vinificação (RIZZON; MIELE, 2002).

O vinho de Cabernet Sauvignon é mundialmente conhecido pelo seu caráter varietal, com intensa coloração, riqueza em taninos e complexidade de aroma e buquê. Evolui com o envelhecimento, atingindo sua máxima qualidade em dois a três anos (GUERRA et al., 2009).

Os degustadores o identificam por sua cor vermelho-escuro com uma nota violácea, que se torna vermelho-tijolo com o tempo. Seus aromas lembram o cassis e o pimentão verde, devido às pirazinas, nos vinhos jovens e a madeira de cedro nos vinhos mais evoluídos. O gosto do vinho jovem da Cabernet Sauvignon é com frequência áspero em razão de seus taninos (LAROUSSE DO VINHO, 2007).

## **2.4 A Cor do Vinho**

Diz-se que a cor é um fator psicofísico: “psico” porque é um atributo da visão que cada indivíduo percebe conforme suas referências pessoais e “físico” por ser uma caracterização da luz. Do ponto de vista da percepção, isto é, de um ponto de vista psicológico, a cor é uma sensação produzida no observador humano quando a retina é estimulada por energia de radiação e sua percepção na retina é de três cores, associada com três pares opostos: vermelho/verde, amarelo/azul e preto/branco (MELÉNDEZ et al., 2001).

A cor é o primeiro atributo sensorial que se observa no vinho, daí sua grande importância. Atributos tais como tonalidade e a intensidade da cor são indicadores de possíveis defeitos e qualidades presentes no vinho (CABRITA; SILVA; LAUREANO, 2003).

Fisicamente, a cor do vinho é causada pelos compostos fenólicos presentes na uva, os quais são dissolvidos durante o esmagamento, a maceração e a fermentação e apresentam alterações durante o envelhecimento (MELÉNDEZ et al., 2001). A cor varia com as características das uvas, com as técnicas de vinificação e com as numerosas reações que têm lugar durante o armazenamento dos vinhos, com as conseqüentes alterações organolépticas. Muitas dessas modificações são inevitáveis, devido à reatividade dos compostos fenólicos, principalmente durante o primeiro ano (BIRSE, 2007).

## **2.5 Compostos Fenólicos**

Os compostos fenólicos constituem um dos mais importantes parâmetros dos vinhos tintos de alta qualidade. A cor e outros atributos desse tipo de vinho, tais como, a

adstringência, amargor e aroma são principalmente atribuídos a essas substâncias em elevado grau (LÓPEZ et al., 2009).

Em Enologia considera-se que apenas de uvas boas é possível fazer bons vinhos. Uma boa uva é aquela rica em polifenóis totais, ou seja, as substâncias responsáveis por todas as diferenças entre vinhos brancos e tintos, principalmente cor e sabor. Estas substâncias também interferem na estabilidade do vinho durante seu envelhecimento (PENTER, 2006).

Vale ressaltar que os compostos polifenólicos também despertam interesse na medicina humana pelo seu potencial como agentes antioxidantes, antiinflamatórios e antitumorais. Estudos apontam que a ingestão regular de frutas, verduras e outros alimentos ricos em polifenóis, tais como o vinho, pode reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Essas evidências sugerem que doenças causadas por reações oxidativas nos sistemas biológicos podem ser retardadas pela ingestão de antioxidantes naturais encontrados nas dietas. Portanto, desde que consumido moderadamente, o vinho atua na prevenção de doenças cardiovasculares e de senescência (BEER et al., 2002).

Segundo Amerine & Ough (1986), os compostos fenólicos presentes na uva tinta estão 33,3 % na casca, 62,6 % na semente, 3,4 % no suco e 0,7 % na polpa. A casca da uva consiste de três camadas: a cutícula, a epiderme e a hipoderme. A hipoderme, que é a camada próxima da polpa, é composta de várias camadas de células, as quais contêm a maior parte dos fenóis presentes na casca (LÓPEZ et al., 2009).

A videira sintetiza polifenóis como defesa para situações adversas ou estressantes. Esta resposta metabólica ocorre quando a planta é submetida a um estresse do tipo biótico, como o ataque de fungos, ou a um estresse abiótico, como déficit hídrico, radiação ultravioleta ou variação de temperatura. A radiação UV tipo B emitida pelo sol está associada com o aumento das enzimas responsáveis pela biossíntese de flavonóides, os quais protegem a uva contra os raios UV, evitando danos ao material genético das plantas (PÖTTER, 2009).

O perfil fenólico de um vinho é influenciado por vários fatores: variedade da uva, safra, região de cultivo, práticas vitícolas, maturação, tamanho e peso da baga e condições climáticas. Além disso, as técnicas de vinificação (regime de pressão, duração e temperatura da maceração, temperatura de fermentação, uso de enzimas), tipo de carvalho e o tempo de envelhecimento afetam de forma qualitativa e quantitativa a composição fenólica do vinho (CLIFF; KING; SCHLOSSER, 2007; PUÉRTOLAS et al., 2010).

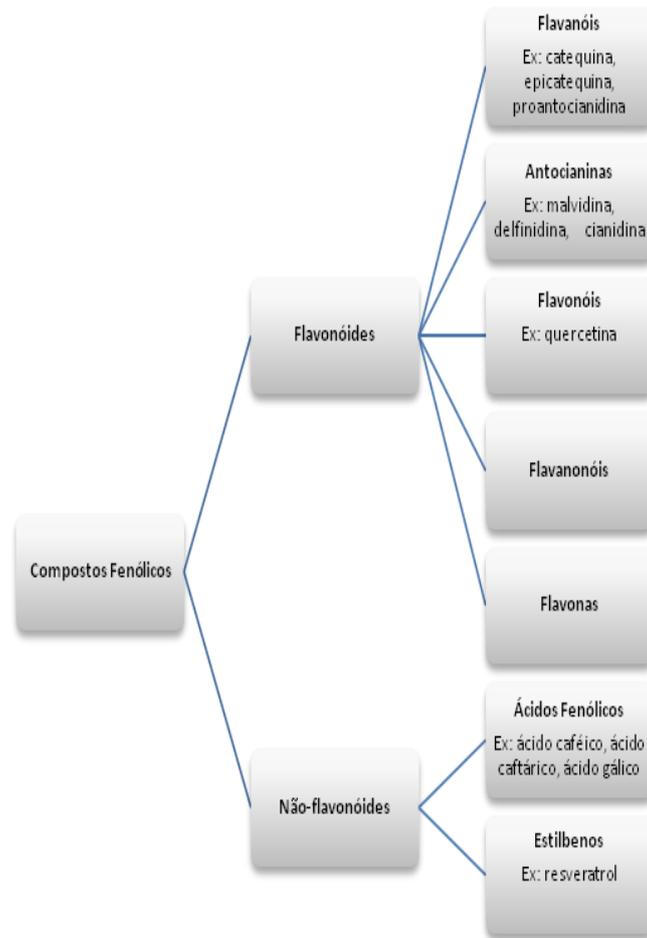
Durante o processo de vinificação, as antocianinas são transferidas da casca da uva para o mosto e deste para o vinho. Assim, se transformam nos pigmentos que contribuem para a cor dos vinhos tintos jovens. Esses pigmentos têm vida curta, embora a cor vermelha do

vinho seja duradoura. O decréscimo das antocianinas é concomitante com a formação de novos pigmentos, resultantes da reação das antocianinas com os metabólitos de levedura e proantocianidinas. A formação de novos pigmentos ocorre imediatamente após o esmagamento da uva, acelera durante a vinificação e continua durante o envelhecimento. Aparentemente, é uma reação sem fim. Como resultado, a diversidade estrutural dos pigmentos do vinho é enorme. Sua caracterização e identificação constituem um desafio analítico (HAYASAKA et al., 2007).

Somers (1976) demonstrou que polímeros pigmentados podem contribuir para aproximadamente 50% da cor do vinho no primeiro ano e mais de 85% após 10 anos de envelhecimento. Essa conclusão foi posteriormente corroborada por estudos que estimaram a contribuição em 70 % nos 240 dias, mais de 90 % em dois anos e 70-90 % dentro de 5-7 anos. Todos esses estudos indicam que os polímeros pigmentados são responsáveis por uma grande parcela da cor do vinho, inclusive nos vinhos jovens (HAYASAKA et al., 2007).

A reatividade dos compostos polifenólicos advém de uma característica estrutural comum a todos eles, que é a presença de um anel aromático hidroxilado, ou seja, um grupo hidroxila funcional em um anel aromático. A forma mais simples desse elemento estrutural é o fenol, que assim dá o nome a esta série de compostos. Entre as frutas, a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos (PENTER, 2006). Podem ser classificados em dois grandes grupos, os flavonóides, dos quais fazem parte os flavanóis, os flavonóis, os flavanonóis, as flavonas e as antocianinas e em não-flavonóides, que incluem os ácidos fenólicos (benzóicos e cinâmicos) e outros derivados fenólicos como os estilbenos (ex: resveratrol) (Figura 8) (FERNANDES, 2007).

É importante salientar que, mesmo constituindo uma complexa família de compostos, todos os polifenóis possuem a mesma origem bioquímica, a partir do ácido chiquímico. Nesta via, os fenóis ácidos (não-flavonóides), que são moléculas pequenas, são formados antes do grupo dos flavonóides, e entre estes últimos, as antocianinas são as últimas moléculas a serem formadas (DAUDT, 1998; POLENTA, 1996).



**Figura 8** - Classificação dos compostos fenólicos.

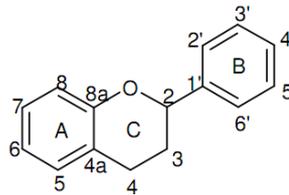
No contexto dos compostos fenólicos, os flavonóides são os principais responsáveis pelas sensações gustativas (flavan-3-óis) e pela cor dos vinhos (antocianinas), assumindo ainda um importante papel no envelhecimento dos mesmos (FERNANDES, 2007).

Conforme Guerra (1997), os polifenóis determinam direta ou indiretamente a qualidade geral dos vinhos, principalmente os tintos. Dentre eles, os de maior interesse enológico são as antocianinas e os taninos, sendo as antocianinas os pigmentos responsáveis pela cor da uva e dos vinhos tintos, e os taninos relacionados à cor e ao sabor. Embora não tenham cor, os taninos reagem com as antocianinas formando substâncias coloridas, participando da evolução da cor. Também participam do corpo do vinho, além de serem diretamente responsáveis pelas sensações gustativas de adstringência e amargor.

### 2.5.1 Flavanóis

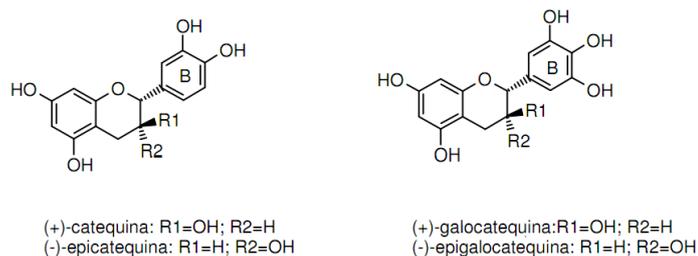
Os flavanóis são as unidades monoméricas dos taninos. Têm uma estrutura parecida com as antocianinas, porém são polifenóis incolores na uva e no vinho (BIRSE, 2007).

Os flavan-3-óis e os seus derivados estruturais, as proantocianidinas ou taninos condensados, são constituídos por um núcleo flavânico formado por dois anéis aromáticos (A e B) e por um anel heterocíclico pirânico C, ao qual se encontra ligado um grupo hidroxilo na posição 3 (Figura 9) (FERNANDES, 2007).



**Figura 9** - Estrutura do núcleo flavânico.

As várias formas de estrutura dos flavan-3-óis existentes na natureza diferem na estereoquímica dos carbonos assimétricos do anel C (C2 e C3) bem como no grau de hidroxilação dos anéis A e B. Os mais comuns no reino vegetal, particularmente no gênero *Vitis*, encontram-se hidroxilados nas posições 5 e 7 do anel A. Podem ser classificados como catequinas e galocatequinas, de acordo com o número de grupos hidroxilo no anel B e com a estereoquímica do carbono 3 do anel C. As catequinas ((+)-catequina e (-)-epicatequina) encontram-se hidroxilados nas posições 3' e 4' do anel B, enquanto que as galocatequinas ((+)-galocatequinas e (-)-epigalocatequinas) nas posições 3', 4' e 5' do anel B (Figura 10) (FERNANDES, 2007).

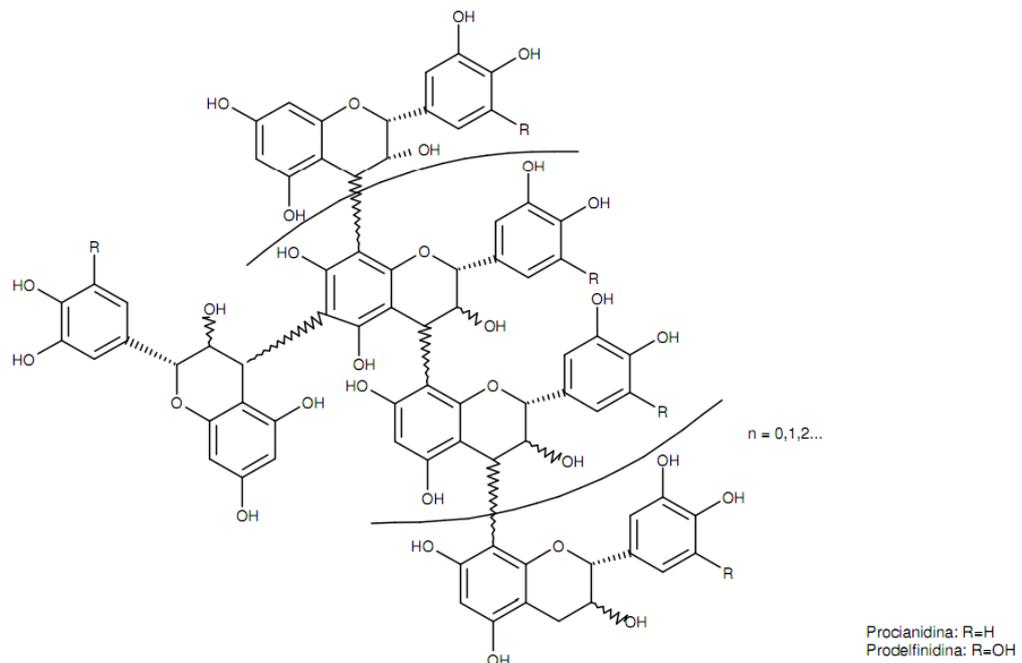


**Figura 10** - Estruturas das unidades monoméricas dos flavan-3-óis (catequinas e galocatequinas).

O resultado da polimerização dos flavanóis são os taninos condensados ou proantocianidinas. Conseqüentemente, taninos são polímeros, estruturas com alto peso molecular. São incolores em luz visível, porém detectáveis no comprimento de onda 280 nm da região ultravioleta (BIRSE, 2007).

A maior parte das proantocianidinas existentes na natureza encontra-se de uma forma polimerizada, formando complexos moleculares de maiores dimensões: oligômeros até seis unidades monoméricas de flavan-3-óis e polímeros com mais de seis unidades monoméricas (Figura 11) (HASLAM, 1998; BATE-SMITH, 1954).

Os taninos vegetais podem ser divididos em dois grandes grupos: os taninos condensados (proantocianidinas) e os taninos hidrolisáveis. Os primeiros assumem um importante papel nas características gustativas dos vinhos, uma vez que têm a capacidade de interagir com as proteínas salivares, formando complexos estáveis que provocam a perda momentânea do poder lubrificante da saliva, a adstringência. Essa sensação é desagradável quando muito intensa, o que ocorre nos vinhos imaturos. Esses compostos podem interferir na cor devido à sua associação com as antocianinas durante a maturação dos vinhos (BEER et al., 2002).

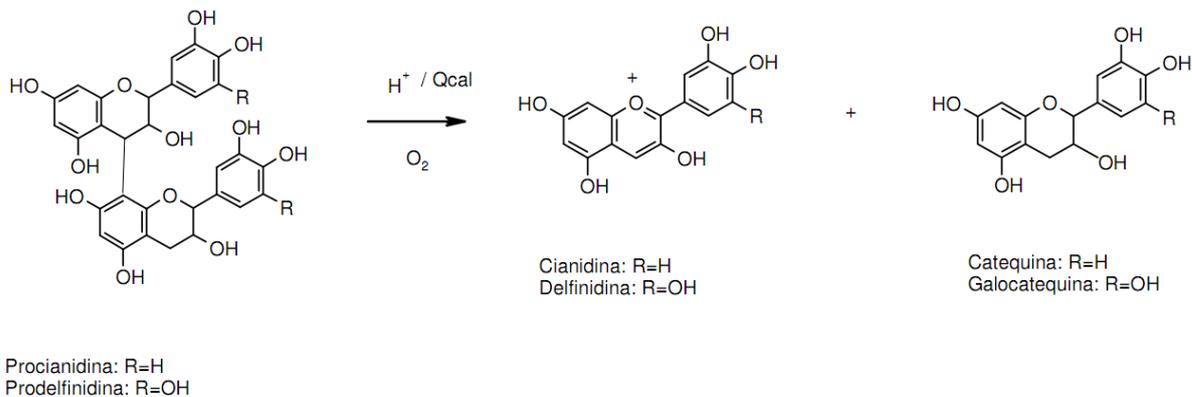


**Figura 11** - Esquema geral das proantocianidinas polimerizadas.

Os taninos hidrolisáveis são constituídos por uma molécula de açúcar ligada a um composto fenólico, principalmente o ácido gálico (taninos gálicos) ou o ácido elágico (taninos elágicos). Não aparecem naturalmente nas uvas, sendo a sua presença no vinho de origem exógena como resultado de certas práticas vinícolas, tais como a utilização de barricas, cuja madeira é rica em taninos hidrolisáveis (FERNANDES, 2007).

O termo proantocianidina advém do fato de ser precursora da antocianidina, molécula semelhante à antocianina, porém de coloração menos intensa (RIBÉREAU-GAYON, 1972). As proantocianidinas são compostos que liberam antocianidinas quando aquecidas em meio fortemente ácido, mediante a ruptura das ligações entre as unidades monoméricas. Consoante se liberte cianidina ou delphinidina, estas moléculas recebem o nome de procianidinas ou prodelfinidinas (Figura 12).

Assim, de acordo com a natureza da unidade fundamental, as proantocianidinas podem dividir-se em dois grupos: as procianidinas que são polímeros da catequina e epicatequina, e as prodelfinidinas, que são constituídas por unidades de galocatequinas e epigalocatequinas (BIRSE, 2007; SILVA, 1995).



**Figura 12** - Decomposição das proantocianidinas por aquecimento e em meio ácido.

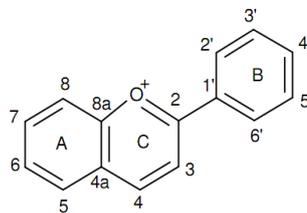
### 2.5.2 Antocianinas

A palavra antocianina tem origem na língua grega, onde “anthos” significa flor e “kyános”, púrpura. São pigmentos naturais solúveis em água que refletem a luz nas regiões vermelha e azul do espectro visível, responsáveis pela coloração de uma gama de flores, frutas e outros produtos derivados, tal como o vinho tinto (BIRSE, 2007).

Nas uvas localizam-se nas camadas superiores da hipoderme, livres em vacúolos ou em estruturas denominadas antocianoplastos (LÓPEZ et al., 2009). As quantidades relativas variam com a casta. As mais comumente encontradas são a malvidina, delphinidina, petunidina, peonidina e cianidina, mas a malvidina é sempre majoritária (RIBÉREAU-GAYON; STONESTREET, 1965). O tipo e a concentração dependem de muitos fatores, tais como a variedade da uva, prática vitícola, variação climática e temperatura (BIRSE, 2007). São sintetizados a partir do *veráison* de forma contínua, alcançando um máximo no princípio da sobrematuração (PÖTTER, 2009).

As antocianinas são antocianidinas ligadas a moléculas de glicose. Nas uvas *Vitis vinífera*, é característico encontrar-se uma molécula de glicose ligada na posição três, enquanto que as outras espécies são diglicosiladas nas posições três e cinco (RIBÉREAU-GAYON; STONESTREET, 1965).

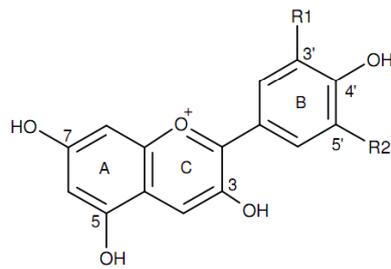
Estruturalmente, são glicosídeos do cátion flavílio, polihidroxilados e/ou metoxilados nos anéis A e B (Figura 13).



**Figura 13** - Estrutura do cátion flavílio.

As antocianinas diferem entre si pelo número, natureza e posição dos açúcares ligados à molécula e pelo número e natureza das cadeias alifáticas ou aromáticas esterificadas com os açúcares (GUERRA, 1997).

As suas formas agliconas (não glicídica), denominadas antocianidinas, diferem entre si pelo número e posição de grupos hidroxilo e metoxilo ligados aos anéis A e B. A delphinidina, a cianidina, a petunidina, a peonidina e a malvidina são as formas agliconas correspondentes às antocianinas presentes na espécie *Vitis vinífera* (Figura 14) (FERNANDES, 2007).

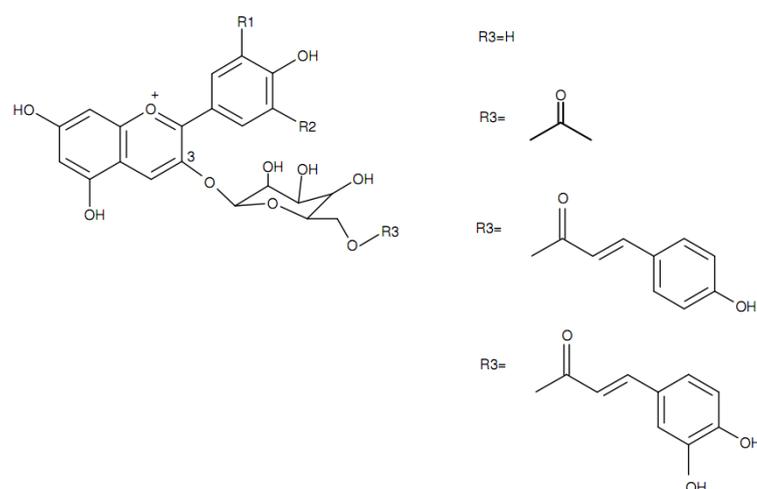


Antocianidina	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Pelargonidina	H	H
Delfinidina	OH	OH
Cianidina	OH	H
Petunidina	OCH <sub>3</sub>	OH
Peonidina	OCH <sub>3</sub>	H
Malvidina	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>

**Figura 14** - Estrutura das agliconas das principais antocianinas presentes nas espécies *Vitis vinifera*.

As antocianidinas são instáveis em água e muito menos solúveis que as antocianinas, por isso acredita-se que a glicosilação proporcione estabilidade e solubilidade a estes pigmentos (TIMBERLAKE; BRIDLE, 1966). A partir do momento em que o açúcar é liberado da molécula, são rapidamente polimerizadas, acarretando perda irreversível da cor. Além disso, a estabilidade da cor é afetada pela natureza das antocianinas, sendo as metoxiladas mais estáveis do que as hidroxiladas (BOUZEIX; SAQUET, 1975 *apud* PENTER, 2006).

Os fragmentos glicosídicos podem apresentar-se livres ou esterificados na posição 6 com alguns ácidos, tais como o ácido acético, o ácido p-cumárico e o ácido caféico (Figura 15) (BROUILLARD, 1983).



**Figura 15** - Estrutura das antocianidinas 3-monoglicosídicas e respectivos ésteres acilados.

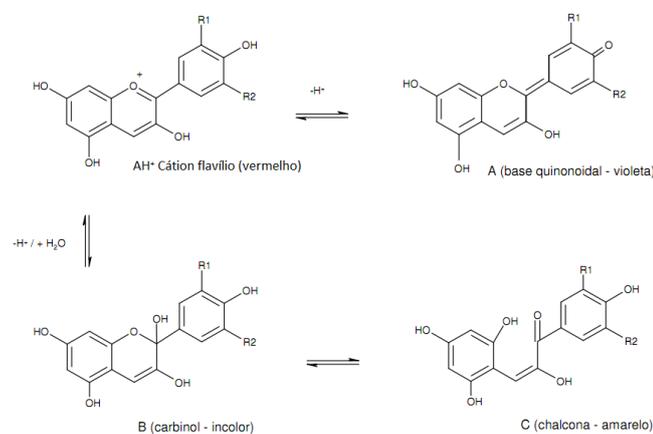
As antocianinas são os principais pigmentos responsáveis pela tonalidade vermelha-azulada (ESPARZA; SANTAMARÍA; FERNÁNDEZ, 2006). Suas formas monoméricas são as responsáveis pela cor vermelha dos vinhos tintos jovens e contribuem para o desenvolvimento dos pigmentos poliméricos vermelhos durante o envelhecimento (LÓPEZ et al., 2009).

A cor que as antocianinas exibem em solução varia conforme as condições físico-químicas do meio e as estruturas químicas. Em geral, a hidroxilação induz um aumento do comprimento de onda máximo (deslocamento batocrômico), enquanto que a metilação dos grupos hidroxila reverte esta tendência (BROUILLARD, 1983).

As maiores influências na cor das antocianinas do vinho são o pH e o dióxido de enxofre (BIRSE, 2007). O pH é um dos fatores do meio que faz variar a estrutura das antocianinas em equilíbrio na solução, alterando a sua coloração (BROUILLARD; LANG, 1990). Em solução aquosa, a 25°C e com pH variando entre 0 e 6, quatro espécies de moléculas de antocianinas existem em equilíbrio, a base A, o cátion flavílio  $AH^+$ , a base carbinol B, e a forma chalcona C (PRESTON; TIMBERLAKE, 1981).

Em pH inferior a 1, as antocianinas encontram-se majoritariamente na forma de cátion flavílio ( $AH^+$ ). Em meio aquoso e a partir de pH 2, o cátion flavílio sofre ataque nucleófilo por parte da água, formando-se a base carbinol incolor (B) em equilíbrio com a chalcona de cor amarela (C) (FERNANDES, 2007).

A proporção de cátion flavílio diminui bruscamente, traduzindo-se numa diminuição importante da cor vermelha. Em pH entre 3 e 4, existe predominantemente a forma de base carbinol (B). Em pH neutro ou alcalino ocorre uma desprotonação rápida do cátion flavílio originando a base quinonoidal violeta (A) (Figura 16) (FERNANDES, 2007).



**Figura 16** - Formas de equilíbrio das antocianinas em solução.

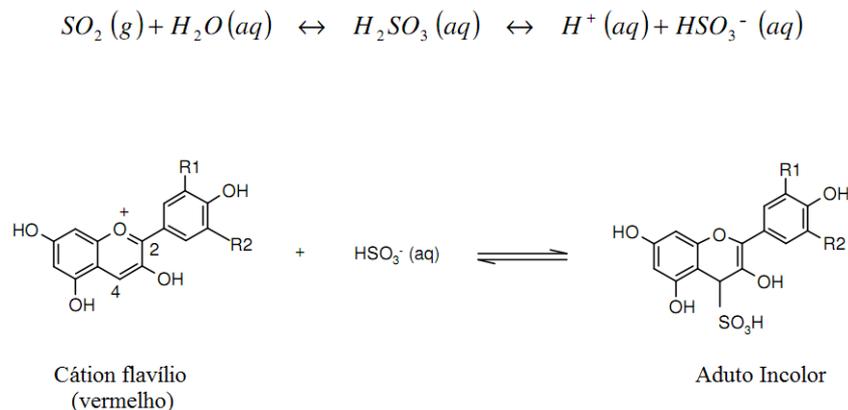
Além do pH, as interações moleculares das antocianinas com outros compostos afetam a sua estabilidade, contribuindo desta forma para a enorme variedade de cores que estes pigmentos exibem (HEREDIA et al., 1998).

A copigmentação consiste numa interação molecular por ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre as antocianinas e outras moléculas (não coradas) que atuam como copigmentos (DAVIES; MAZZA, 1993).

Os copigmentos incluem uma grande variedade de compostos tais como flavonóides (em particular os flavanóis), ácido fenólicos, alcalóides, aminoácidos e ácidos orgânicos. Resulta numa intensificação da cor (efeito hiperacrômico) que poderá ser acompanhada por um deslocamento do comprimento de onda máximo para valores superiores (efeito batocrômico), ou seja, do vermelho para o azul (FERNANDES, 2007).

Embora seja um fenômeno tipicamente aquoso, parcialmente destruído na presença de co-solventes orgânicos, tais como o etanol, a copigmentação determina a intensa cor vermelho-púrpura nos vinhos jovens. Sugere-se que seja o primeiro passo para a subsequente e mais estável ligação covalente, levando à formação de antocianinas poliméricas, que são o principal pigmento presente nos vinhos envelhecidos. Essa evolução das antocianinas monoméricas para as poliméricas significa a perda da intensidade da cor vermelha e uma mudança da tonalidade do vermelho para o vermelho-púrpura, e deste para o vermelho-amarelado (GUTIÉRREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005).

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é largamente utilizado na produção dos vinhos, atuando como antioxidante e como inibidor do crescimento de agentes microbiológicos. No entanto, o SO<sub>2</sub> descolora as antocianinas formando compostos estáveis e incolores (Figura 17) (TIMBERLAKE; BRIDLE, 1966).



**Figura 17** - Equação química que traduz a reação do ânion bissulfito com as antocianinas.

O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) em solução aquosa dá origem ao ânion bissulfito ( $\text{HSO}_3^-$ ) que se liga rapidamente ao carbono 4 do cátion flavílio de um modo reversível, originando um aduto incolor. O bissulfito pode também ligar-se à posição 2 da antocianina resultando igualmente numa estrutura sem cor. As constantes de equilíbrio desta reação são elevadas, indicando que quantidades pequenas de  $\text{SO}_2$  podem descorar grandes quantidades de antocianinas. Acidificando o meio, o equilíbrio desloca-se no sentido de formação do cátion flavílio a solução volta a adquirir a cor vermelha (TIMBERLAKE; BRIDLE, 1966).

## 2.6 Transformações da Cor do Vinho

A concentração de antocianinas, copigmentos, acetaldeído e outros metabólitos das leveduras, assim como o pH, a temperatura e a presença de luz, de oxigênio e de dióxido de enxofre são fatores que afetam as reações químicas ocorridas durante o envelhecimento dos vinhos (FERNANDES, 2007).

O vinho tinto, devido à sua complexidade e diversidade química constitui um excelente modelo de estudo da reatividade entre diferentes compostos fenólicos. Durante a maturação e o envelhecimento, os compostos fenólicos, em especial as antocianinas e os flavan-3-óis, estão sujeitos a diversas transformações químicas devido a reações de oxidação-redução, condensação, polimerização e complexação com outros compostos, tais como as proteínas, os polissacarídeos ou os metais (HASLAM, 1998). As antocianinas e os taninos vão sendo progressivamente transformados em pigmentos oligoméricos e poliméricos mais estáveis e com características físico-químicas distintas dos seus precursores, contribuindo para a alteração das características organolépticas como a cor e o sabor do vinho (MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, 2005).

As reações a que as antocianinas e os flavanóis estão sujeitos podem levar a modificações consideráveis nas características dos vinhos, especialmente na cor. Numa primeira fase, estas transformações químicas conduzem a um aumento da intensidade corante dos vinhos e a uma alteração da tonalidade, de vermelho vivo para vermelho violeta, correspondendo aos adutos antocianina-etil-flavanol. Durante o envelhecimento, outras reações de oxidação e polimerização são responsáveis pela cor vermelho-alaranjada. Além disso, os vinhos tornam-se menos adstringentes, já que há uma menor quantidade de proantocianidinas, e as que permanecem no meio, por estarem polimerizadas, têm menor

capacidade de reagir com as glicoproteínas da saliva, diminuindo a sensação de adstringência (SOMERS, 1976; TIMBERLAKE; BRIDLE, 1976).

No complexo processo de evolução da cor, é de realçar a importância de aldeídos como o acetaldeído, cuja presença no vinho se deve a uma série de fatores: são subprodutos da fermentação e produtos da oxidação do etanol e álcoois superiores. Desde o fim da fermentação até o engarrafamento, a presença de oxigênio é responsável por transformações químicas dos pigmentos responsáveis pela cor, essenciais ao envelhecimento. Ocorre uma autooxidação do etanol, que, em presença de compostos fenólicos, origina pequenas quantidades de acetaldeído, que por sua vez provoca a co-polimerização de antocianinas e taninos (TIMBERLAKE; BRIDLE, 1976).

Em resumo, a cor vermelho brilhante dos vinhos jovens deve-se principalmente às antocianinas livres, à auto-associação e à copigmentação de antocianinas com outros fenóis tais como flavanóis, flavonóis e ácidos hidroxicinâmicos. Já a tonalidade laranja tijolo dos vinhos envelhecidos ou maturados deve-se às estruturas mais estáveis, pigmentos oligoméricos e poliméricos resultantes das reações de condensação das antocianinas (ESCUADERO-GILETE; GONZÁLEZ-MIRET; HEREDIA, 2010; MONAGAS et al., 2007).

## 2.7 Quantificação da cor

Para se obter a expressão numérica da cor, é necessária a medição da absorvância ou transmitância do vinho (HECKTHEUER, 1996). Uma cubeta contendo a amostra é inserida no espectrofotômetro. A cubeta pode ser de vidro ou quartzo, material transparente no ultravioleta. Luz ultravioleta ou visível de um determinado comprimento de onda, ou intervalo de comprimentos de onda, é transmitida através da amostra. O espectrofotômetro mede a quantidade de luz transmitida através da amostra, e calcula sua absorvância. Os valores de absorvância registrados são então ajustados em conformidade com o tamanho da cubeta e com a diluição (BIRSE, 2007).

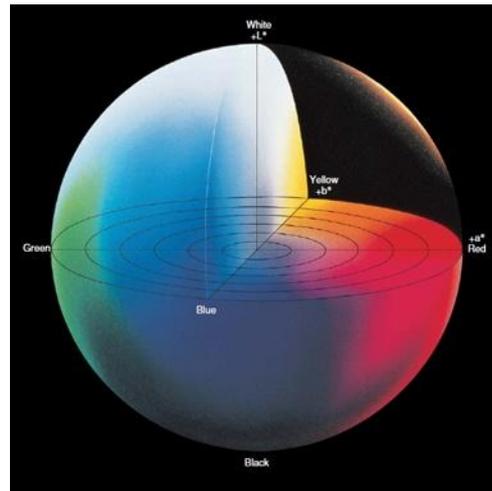
Há duas metodologias amplamente aceitas para análise da cor do vinho: os métodos convencionais definidos por Glories em 1984 (intensidade de cor e tonalidade) e as coordenadas cromáticas (espaço CIE  $L^*a^*b^*$ ). Dentre todos os parâmetros descritos por uma e outra metodologia, a intensidade de cor de Glories é universalmente considerada como o melhor parâmetro colorimétrico de controle de qualidade, sendo a medida mais utilizada nas

adegas. Por outro lado, as coordenadas cromáticas do espaço CIE  $L^*a^*b^*$  permitem uma definição de cor muito mais precisa do que os parâmetros propostos por Glories (ESPARZA; SANTAMARÍA; FERNÁNDEZ, 2006; PÉREZ-MAGARIÑO; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, 2006).

### 2.7.1 Coordenadas cromáticas: Espaço CIE $L^*a^*b^*$

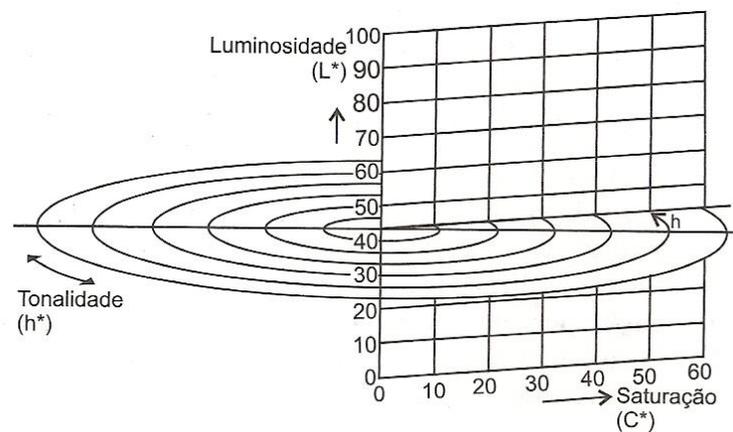
A cor é um conceito de difícil caracterização objetiva. Em 1976, a Comissão Internacional de Iluminação - também conhecida como CIE, do francês Commission Internationale de l'Eclairage - estabeleceu normas, aceitas hoje internacionalmente, destinadas a definição de cor. Estas normas fazem referência às características dos iluminantes (iluminante  $D_{65}$ ), às condições de observação (observador CIE64, de  $10^\circ$  de campo visual) e às curvas espectrais de sensibilidade do olho normal para três estímulos luminosos convencionalmente denominados X, Y e Z (FREITAS, 2006; RAMOS; GOMIDE, 2007).

Assim, é estabelecido um sistema tridimensional, o espaço CIE  $L^*a^*b^*$  (Figura 18), constituído por três coordenadas ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), que indicam a luminosidade, os tons de vermelho ( $a^*$ )/verde( $-a^*$ ) e os tons de amarelo( $b^*$ )/azul( $-b^*$ ), respectivamente. Todas as cores são representadas dentro de um sólido, cujo eixo central  $L^*$  varia de completamente opaco a completamente transparente (0 a 100%) e as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  formam um plano horizontal dentro deste sólido (ZAMORA, 2003; PÉREZ-MAGARIÑO; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, 2003).



**Figura 18** - Espaço CIE  $L^*a^*b^*$ .

Contudo, alguns estudos mostram que essas variáveis não são suficientes para a adequada caracterização da cor do vinho tal como percebida pelos degustadores. Essas dificuldades podem ser superadas pela introdução de alguns parâmetros adicionais:  $C^*$  e  $H^*$  (MELÉNDEZ et al., 2001). O ângulo de tonalidade ( $H^*$ ) é o atributo qualitativo da cor, enquanto que o croma ( $C^*$ ) é seu atributo quantitativo (ESCUADERO-GILETE; GONZÁLEZ-MIRET; HEREDIA, 2010). Os parâmetros  $L^*$ ,  $C^*$  e  $H^*$  guardam correlação com a percepção de cor pelo observador humano, por isso são denominados parâmetros psicofísicos (Figura 19) (PÉREZ-MAGARIÑO; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, 2003).

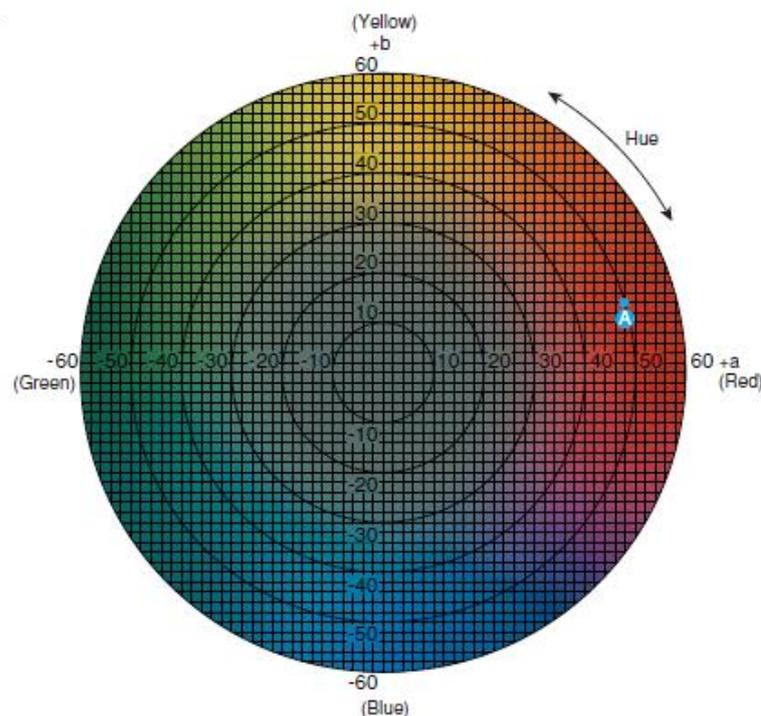


**Figura 19** - Representação tridimensional de cromaticidade do sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .

O ângulo de tonalidade ( $H^*$ ) é definido como iniciando no eixo  $+a^*$  e expresso em graus:  $0^\circ$  corresponde ao  $+a^*$  (vermelho),  $90^\circ$  corresponde ao  $+b^*$  (amarelo),  $180^\circ$  corresponde ao  $-a^*$  (verde), e  $270^\circ$  corresponde ao  $-b^*$  (azul) (ALMELA et al., 1995). O sólido de cor é dividido em quadrantes, e a interpretação das diferenças de tonalidade, no sólido como um todo, pode ser feita da seguinte forma: vermelho ( $330^\circ$  a  $25^\circ$ ), laranja ( $25^\circ$  a  $70^\circ$ ), amarelo ( $70^\circ$  a  $100^\circ$ ), verde ( $100^\circ$  a  $200^\circ$ ), azul ( $200^\circ$  a  $295^\circ$ ) e violeta ( $295^\circ$  a  $330^\circ$ ) (Figura 20) (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Assim, a cor do vinho pode ser descrita utilizando-se os três atributos de sensação visual: tonalidade, luminosidade e cromaticidade (OIV, 2010):

- Ângulo de Tonalidade ( $H^*$ ): é a cor propriamente dita, grandeza que caracteriza a qualidade da cor (vermelho, verde, azul etc.). Está associada ao comprimento de onda do espectro visível.
- Cromo ou saturação ( $C^*$ ): expressa a pureza da cor, sua maior ou menor intensidade. Cores com baixo valor de saturação são denominadas pálidas, enquanto as com elevado valor de croma são chamadas saturadas.
- Luminosidade ( $L^*$ ): caracteriza o grau de claridade da cor, indicando se ela é clara ou escura. Varia de preto a transparente.



**Figura 20** - Representação bidimensional de cromaticidade do sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .

Atualmente, a OIV (2010) recomenda um método simplificado que, por meio da medição de 4 longitudes de onda, obtém uma satisfatória precisão na determinação de X, Y e Z e o conseqüente cálculo das coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , e esféricas  $C^*$  e  $H^*$ .

Pérez-Magariño e González-San José (2003) sustentam que os parâmetros CIE  $L^*a^*b^*$  podem ser estimados com pequeno erro mediante modelos de regressão, a partir de um único valor de absorvância: 520 nm. Para o parâmetro  $H^*$ , o modelo aceitável requer a medição de duas absorvâncias, 420 e 520 nm. Esses resultados são de grande utilidade para vinícolas, que poderiam estimar a cor dos seus produtos medindo uma ou duas absorvâncias.

### 2.7.2 Métodos Convencionais

O estudo da cor dos vinhos tintos definido por Sudraud em 1958 considera somente as contribuições das cores vermelha e amarela para a cor global. São medidas as absorvâncias de dois comprimentos de onda, 420 e 520 nm. O espectro dos vinhos tintos apresenta um máximo de absorvância em 520 nm, devido às antocianinas e suas combinações sob a forma do íon flavílio, as quais diminuem com o envelhecimento, aumentando a absorvância aos 420 nm, na região dos amarelos/castanhos (CABRITA; SILVA; LAUREANO, 2003).

Todavia, nos vinhos jovens esses dois comprimentos de onda não são suficientes. A componente azul não deve ser negligenciada. Em 1984, Glories considerou também o comprimento de onda 620 nm, ao qual foi atribuído as formas quinonas das antocianinas livres e combinadas. Este novo componente é muito importante para vinhos com pH próximo a 4,0 (BIRSE, 2007).

A intensidade da cor dos vinhos é definida por Glories (1984) como a soma das densidades ópticas, medidos a um comprimento de onda de 420nm, 520 nm e 620 nm, correspondentes as cores vermelho, amarelo e azul. A tonalidade é o quociente da absorvância em 420 nm pela absorvância em 520 nm e indica a importância relativa do amarelo sobre o vermelho (ZAMORA, 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 54 vinhos tintos comerciais *Vitis vinifera* da variedade Cabernet Sauvignon de diferentes safras entre os anos de 2000 e 2011, provenientes das regiões vitivinícolas do Rio Grande do Sul: Região Central, Serra do Nordeste, Campos de Cima da Serra, Campanha e Serra do Sudeste (vide Apêndice A - Distribuição das amostras). As amostras foram obtidas com a colaboração do Instituto Brasileiro do Vinho (IBRAVIN) e analisadas no Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria.

#### 3.1 Análises da Cor

##### 3.1.1 Coordenadas cromáticas: Espaço CIE L\*a\*b\*

O cálculo das coordenadas cromáticas utiliza um método definido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), descrito em ZAMORA (2003) e recomendado pela OIV (2010). O cálculo dos valores *tristimulus* utiliza a leitura da transmitância a 450, 520, 570 e 630 nm ( $T_{450}$ ,  $T_{520}$ ,  $T_{570}$  e  $T_{630}$ , respectivamente) de acordo com as seguintes equações:

$$X = 19,717 T_{450} + 1,884 T_{520} + 42,539 T_{570} + 32,474 T_{630} - 1,841 \quad (1)$$

$$Y = 7,950 T_{450} + 34,764 T_{520} + 42,736 T_{570} + 15,759 T_{630} - 1,180 \quad (2)$$

$$Z = 103,518 T_{450} + 4,190 T_{520} + 0,251 T_{570} - 1,831 T_{630} - 0,818 \quad (3)$$

O cálculo dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  é determinado a partir dos valores *tristimulus* X, Y e Z de acordo com as seguintes equações:

$$L^* = 116 (Y/100)^{1/3} - 16 \quad (4)$$

$$a^* = 500 [(Y/94,825)^{1/3} - (Y/100)^{1/3}] \quad (5)$$

$$b^* = 200 [(Y/100)^{1/3} - (Z/107,383)^{1/3}] \quad (6)$$

As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  do espaço CIE  $L^*a^*b^*$  são utilizadas no cálculo das coordenadas esféricas  $H^*$  e  $C^*$  de acordo com as seguintes equações:

$$H^* = \arctg (b^*/a^*) \quad (7)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (8)$$

### 3.1.2 Método Convencional

A metodologia descrita por Glories (1984) avalia os seguintes índices de cor: intensidade, tonalidade, % amarelo, % vermelho e % azul. As medições de cor são feitas no vinho previamente centrifugado, utilizando um espectrofotômetro UV/Vis. A absorvância foi medida em 420, 520 e 620 nm ( $A_{420}$ ,  $A_{520}$  e  $A_{620}$ , respectivamente). A intensidade de cor é a soma de cada um dos componentes:

$$I = A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad (9)$$

A tonalidade é o quociente entre as absorvâncias em 420 e 520 nm:

$$T = A_{420}/A_{520} \quad (10)$$

As componentes, amarela, vermelha e azul, são determinadas pelo quociente entre cada uma delas e a intensidade de cor. São expressas em porcentagem e representam a importância relativa de cada componente na cor global do vinho:

$$\% \text{Amarelo} = (A_{420}/I) \times 100 \quad (11)$$

$$\% \text{Vermelho} = (A_{520}/I) \times 100 \quad (12)$$

$$\% \text{Azul} = (A_{620}/I) \times 100 \quad (13)$$

### 3.2 Análises Físico-químicas

As determinações físico-químicas no vinho foram feitas segundo Amerine & Ough (1986) e realizadas em triplicata, com o intuito de diminuir os erros experimentais. O pH foi medido utilizando pHgâmetro da marca Digimed. O aparelho foi calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0.

A acidez total foi determinada através de titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N. Os resultados foram expressos em meq.L<sup>-1</sup>.

O teor alcoólico dos vinhos foi determinado através do ebuliômetro de Dujardin-Salleron.

As medições de absorvância foram feitas num espectrofotômetro ultravioleta/luz visível (UV/Vis) BIOSPECTRO SP220.

O índice de polifenóis totais (IPT) é baseado no princípio de que os núcleos benzênicos, característicos dos compostos fenólicos, têm maior absorvância em certo comprimento de onda. O IPT foi determinado pela absorvância a 280 nm em cubeta de quartzo e o resultado multiplicado pelo fator de diluição (RIBÉREAU GAYON et al., 2003).

A concentração de antocianinas totais foi calculada de acordo com método descrito por Ribéreau Gayon et al. (2003). Utiliza o comprimento de onda de 520 nm para medir a diferença de absorvância entre duas soluções contendo vinho, etanol e ácido clorídrico, uma com adição de água destilada (A1) e outra de bissulfito (A2). Cada ensaio foi feito em triplicata. O teor de antocianinas totais, expresso na componente majoritária Malvidina (mg.L<sup>-1</sup>), é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Antocianinas Totais} = (A1 - A2) \times 875 \quad (14)$$

### **3.3 Análise Estatística**

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o programa estatístico Statistical Analyses System (SAS) versão 9.1.3. Os resultados das determinações foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A diferença foi analisada pelo teste de Tukey, verificando as medidas estatisticamente significativas em nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos de cada variável analisada, levando em consideração as safras vitivinícolas de 2000 a 2011, são apresentados em tabelas na seqüência do trabalho, onde constam os resultados do teste de Tukey. Para uma melhor visualização, estes valores também estão apresentados em gráficos, levando em consideração apenas as safras de 2003 a 2009, em função da pouca representatividade de amostras dos anos de 2000 e 2011.

### 4.1 Características cromáticas dos vinhos pelo Método CIEL\*a\*b\*

Ao analisar os valores obtidos do ângulo de tonalidade H\*, constatamos que os vinhos da Região Central apresentaram os maiores valores, com uma média de 45,36°, enquanto que as demais regiões tiveram médias entre 29,24° na Campanha e 35,66° na Serra do Sudeste (Tabela 1 e Gráfico 1). A diferença entre a Região Central e as demais é significativa, conforme aponta o teste de Tukey. Examinando-se as diferentes safras, temos que a Região Central apresentou as maiores médias do ângulo H\*, os quais foram significativamente superiores às demais regiões nos anos 2003 (46,57), 2004 (47,83) e 2009 (46,68). A Serra do Nordeste se destacou com o menor valor de H nas safras 2003 (34,50°) e 2008 (29,37°).

Analisando-se as regiões como um todo, representada com uma linha pontilhada nos Gráficos e denominada como “Rio Grande do Sul” nas Tabelas e levando em consideração todas as safras vitivinícolas estudadas, os valores de H\* apresentaram diferenças significativas segundo o teste de Tukey. Os valores foram mais elevados no ano 2000, a safra mais antiga, com a média de 49,62°, seguida dos anos 2003 e 2004, com médias de 40,54° e 36,83°, respectivamente. Os vinhos dos anos 2009 e 2011, os mais jovens da pesquisa, tiveram os menores valores de H\*.

Os resultados evidenciam que os vinhos mais envelhecidos apresentam tonalidades mais amareladas, enquanto que os mais jovens têm coloração mais próxima dos tons vermelho violáceos. Essa constatação está de acordo com o trabalho de Freitas (2006) que, estudando vinhos Cabernet Sauvignon da Região da Campanha, apurou menor valor médio de H\* na safra mais recente.

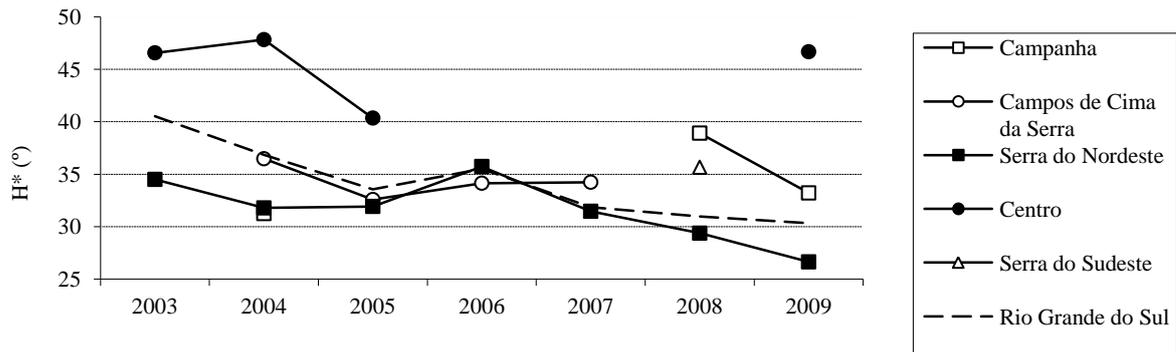
**Tabela 1** – Valores médios do ângulo de tonalidade H\* (°) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safrá	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	49,62	-	-	49,62 a
2003	-	-	34,50 b	46,57 a	-	40,54 b
2004	31,24 c	36,47 b	31,78 c	47,83 a	-	36,83 bc
2005	-	32,58 a	31,92 a	40,35 a	-	33,55 bc
2006	-	34,14 a	35,73 a	-	-	35,51 bc
2007	-	34,23 a	31,46 a	-	-	31,86 c
2008	38,91 a	-	29,37 b	-	35,66 ab	30,95 c
2009	33,21 b	-	26,63 b	46,68 a	-	30,32 c
2011	9,62	-	-	-	-	9,62 d
S	34,62 a	-	33,86 a	40,76 a	-	-
Média	29,24 b	34,00 b	32,10 b	45,36 a	35,66 b	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 1:** Valores médios do ângulo de tonalidade H\* (°) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

O ângulo H\* é o parâmetro mais importante com respeito à classificação de cor de vinhos tintos, sendo a medição instrumental que melhor reproduz a classificação em categorias de cor tal como realizadas pelos provadores (HERNÁNDEZ et al., 2008).

O parâmetro cromaticidade (C\*) permite caracterizar a concentração ou saturação da cor global. Considerando-se o conjunto de todas as amostras, sem distinção por regiões, observa-se que as amostras mais recentes, dos anos de 2008, 2009 e 2011, apresentaram menor saturação em relação às demais, conforme pode ser constatado na Tabela 2. Valores menores de saturação indicam cores mais pálidas, ou seja, percebem-se cores menos puras.

Comparando-se as regiões, os vinhos que apresentaram cores mais puras, ou seja, cromas mais elevados, foram os da Serra do Sudeste (48,19) e da Serra do Nordeste (47,16)

(Tabela 2 e Gráfico 2). Esse resultado deve ser relativizado no que concerne à Serra do Sudeste, já que foi analisada uma única amostra dessa região.

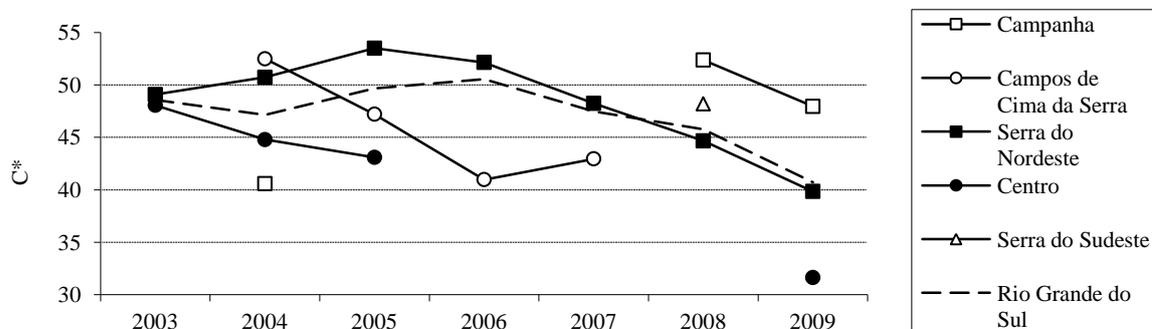
**Tabela 2** - Valores médios do parâmetro C\* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safrá	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	48,66	-	-	48,66 a
2003	-	-	49,08 a	48,06 b	-	48,57 a
2004	40,58 c	52,49 a	50,72 a	44,78 b	-	47,14 ab
2005	-	47,21 b	53,50 a	43,09 b	-	49,67 a
2006	-	40,97 b	52,14 a	-	-	50,55 a
2007	-	42,95 b	48,24 a	-	-	47,48 ab
2008	52,37 a	-	44,66 a	-	48,19 a	45,79 abc
2009	47,95 a	-	39,84 b	31,63 c	-	40,73 c
2011	41,99	-	-	-	-	41,99 bc
S	40,71 ab	-	38,20 a	43,60 a	-	-
Média	46,17 ab	46,17 ab	47,16 ab	41,89 b	48,19 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 2:** Valores médios do parâmetro C\* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Levando em consideração o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ), as amostras da Região Central apresentaram a maior luminosidade média, com valor de 66,97, significativamente superior às demais regiões (Tabela 3 e Gráfico 3). As outras regiões tiveram médias de 54,15 (Serra do Nordeste) até 57,32 (Campanha), porém sem diferença significativa entre elas. Quando se comparam as regiões nas diversas safras, constatam-se diferenças significativas entre elas em todos os anos analisados, exceto na safra de 2008. Os vinhos da Serra do

Nordeste tiveram luminosidade significativamente inferior às outras regiões nos anos de 2003 (50,24), 2005 (46,97), 2006 (50,85) e 2007 (53,28).

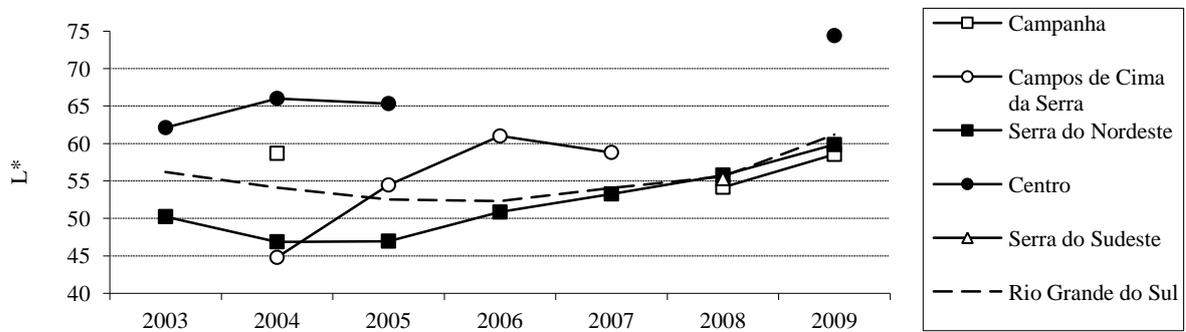
**Tabela 3** - Valores médios do parâmetro L\* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	59,37	-	-	59,37 ab
2003	-	-	50,24 b	62,12 a	-	56,18 abc
2004	58,69 b	44,80 d	46,88 c	66,02 a	-	54,10 bc
2005	-	54,46 b	46,97 c	65,33 a	-	52,53 c
2006	-	61,00 a	50,85 b	-	-	52,30 c
2007	-	58,81 a	53,27 b	-	-	54,07 bc
2008	54,16 a	-	55,79 a	-	55,31 a	55,58 abc
2009	58,55 b	-	59,86 b	74,41 a	-	61,18 a
2011	56,68	-	-	-	-	56,68 abc
S	62,46 a	-	64,08 a	61,21 a	-	-
Média	57,33 b	54,71 b	54,15 b	66,97 a	55,31 b	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 3:** Valores médios do parâmetro L\* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Comparando-se os gráficos de C\* (Gráfico 2) e L\*(Gráfico 3), identifica-se uma relação inversa do parâmetro L\* (luminosidade) com a cromaticidade (C\*). Com efeito, a menor luminosidade (maior opacidade) da Serra do Nordeste está relacionada com a maior cromaticidade (cor mais intensa) dos vinhos daquela região. Os vinhos da Região Central, ao contrário, apresentam valores de L\* superiores, o que se traduz em vinhos mais transparentes.

Tomando-se a totalidade das regiões, a análise da variável  $L^*$  não permitiu que se estabelecesse uma relação entre luminosidade e a idade dos vinhos. Houve vinhos jovens de alta e de baixa luminosidade, assim como vinhos de safras mais antigas com essa mesma variação. Os valores de luminosidade apresentaram o máximo de 61,18 referente à safra de 2009 e o mínimo de 52,30 para a safra 2006 (Tabela 3). Esse resultado está de acordo com a pesquisa realizada por Cliff; King; Schlosser,(2007) em vinhos canadenses da variedade Cabernet Sauvignon produzidos em Okanagan Valley, British Columbia, os quais não encontraram também uma relação clara entre os valores médios de luminosidade e as 7 safras estudadas.

A análise comparativa do parâmetro  $a^*$  nas diferentes regiões gaúchas destacou a Região Central por apresentar a menor média (29,40), com diferença significativa em relação às demais (Tabela 4 e Gráfico 4). Essa diferenciação se evidenciou em todas as safras analisadas dessa região (2003, 2004, 2005 e 2009). Por outro lado, a Região da Serra do Nordeste apresentou o maior valor médio de  $a^*$  em 4 das 7 safras analisadas. Não houve diferenças significativas entre as médias das regiões da Campanha (39,42), Serra do Nordeste (39,40), Serra do Sudeste (39,16) e Campos de Cima da Serra (38,18).

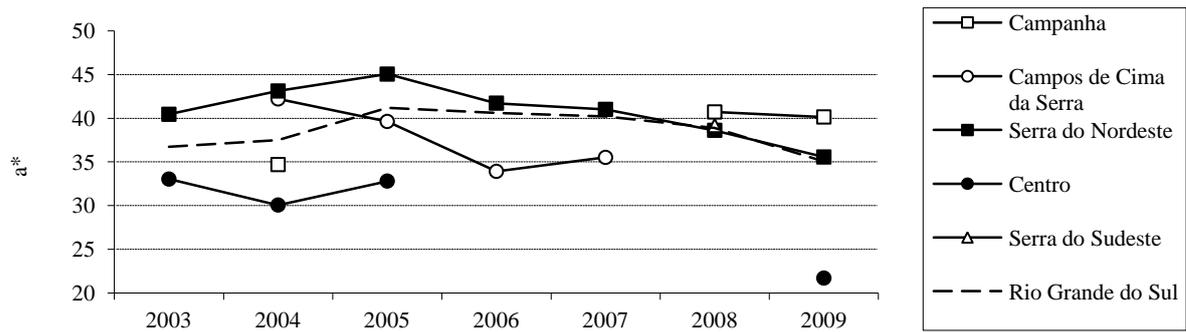
**Tabela 4** - Valores médios do parâmetro  $a^*$  nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safra	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	31,49	-	-	31,49 c
2003	-	-	40,44 a	33,03 b	-	36,74 ab
2004	34,69 b	42,21 a	43,11 a	30,06 c	-	37,52 ab
2005	-	39,63 b	45,05 a	32,80 c	-	41,20 a
2006	-	33,92 b	41,72 a	-	-	40,61 a
2007	-	35,51 b	41,01 a	-	-	40,22 a
2008	40,71 a	-	38,61 a	-	39,16 a	38,88 ab
2009	40,14 a	-	35,56 a	21,70 b	-	35,04 bc
2011	41,40	-	-	-	-	41,40 a
S	33,47 a	-	31,03 a	33,38 a	-	-
Média	39,42 a	38,18 a	39,40 a	29,40 b	39,16 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 4:** Valores médios do parâmetro  $a^*$  nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Quando todas as regiões são analisadas em conjunto, não é verificada uma tendência entre o parâmetro  $a^*$  e a idade dos vinhos. Essa falta de relação entre valores de  $a^*$  e a idade dos vinhos difere do que foi apontado por Cliff ; King; Schlosser, (2007) em pesquisa onde foram analisados 173 vinhos comerciais da British Columbia (Canadá) e foi constatado que os vinhos mais jovens tiveram maiores concentrações de antocianinas, o que estaria associado com os maiores valores de  $a^*$ .

O parâmetro  $b^*$  apresentou o maior valor médio para as amostras da Região Central (29,72), porém sem diferença significativa comparado às demais regiões, exceto quanto à Região da Campanha, que teve a menor média (22,67) (Tabela 5 e Gráfico 5). Os resultados obtidos da Região Central estão em consonância com os encontrados para o ângulo de tonalidade  $H^*$ , que também apresentaram maior média nessa região.

Em geral, pode-se afirmar que as amostras de safras mais antigas obtiveram maior valor médio do parâmetro  $b^*$ , com destaque para a safra do ano de 2000, a mais antiga delas, cuja média foi de 37,09. Já as menores médias foram verificadas nas safras mais recentes, 2011 (média de 7,02), com diferença significativa para todas as outras safras, 2009 (20,13), 2008 (23,72) e 2007 (25,04). Estes valores podem ser visualizados na Tabela 5.

Quando se examina o perfil da evolução do parâmetro  $b^*$  de todas as regiões nas diversas safras, constata-se a consistência desse parâmetro com o ângulo de tonalidade  $H$  (Gráficos 1 e 5) . Os vinhos mais antigos tiveram maiores valores de  $H^*$  e  $b^*$  do que os de safras mais recentes, associado ao aumento da componente amarela, como consequência do aumento da absorvância a 420 nm.

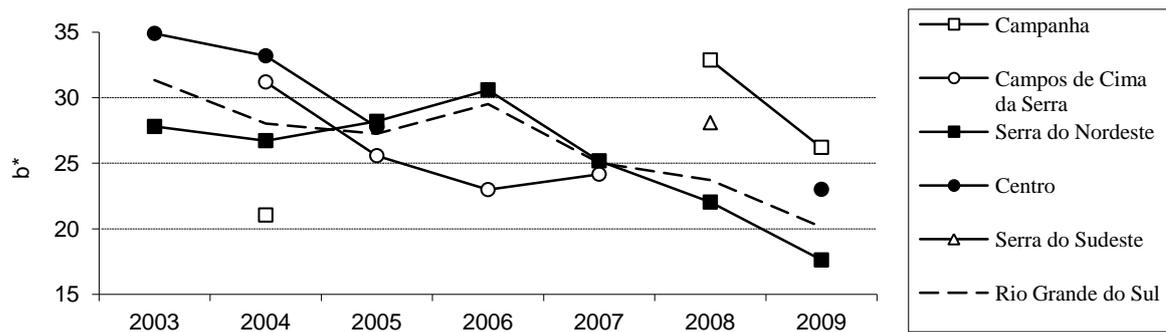
**Tabela 5** - Valores médios do parâmetro b\* nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	37,09	-	-	37,09 a
2003	-	-	27,80 b	34,90 a	-	31,35 ab
2004	21,05 d	31,20 b	26,72 c	33,19 a	-	28,04 bc
2005	-	25,58 a	28,19 a	27,77 a	-	27,25 bc
2006	-	22,99 a	30,60 a	-	-	29,51 bc
2007	-	24,16 a	25,18 a	-	-	25,04 bcd
2008	32,87 a	-	22,03 b	-	28,09 ab	23,72 cd
2009	26,21 a	-	17,62 b	23,01 a	-	20,13 d
2011	7,02	-	-	-	-	7,02 e
S	23,13 a	-	21,35 a	27,35 a	-	-
Média	22,67 b	25,90 ab	25,15 ab	29,72 a	29,09 ab	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 5:** Valores médios do parâmetro b\* nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

## 4.2 Características cromáticas dos vinhos pelo Método de Glories

A região que apresentou o maior valor médio de tonalidade foi a Região Central (1,05), valor significativamente superior em relação às regiões da Serra do Sudeste, Serra do Nordeste e Campanha, de acordo com o teste de Tukey (Tabela 6 e Gráfico 6). A Região da Campanha teve a menor média (0,84), com diferença significativa das demais. As regiões Campos de Cima da Serra, Serra do Sudeste e Serra do Nordeste apresentaram médias de 0,97, 0,95 e 0,94, respectivamente, sem diferença significativa entre si.

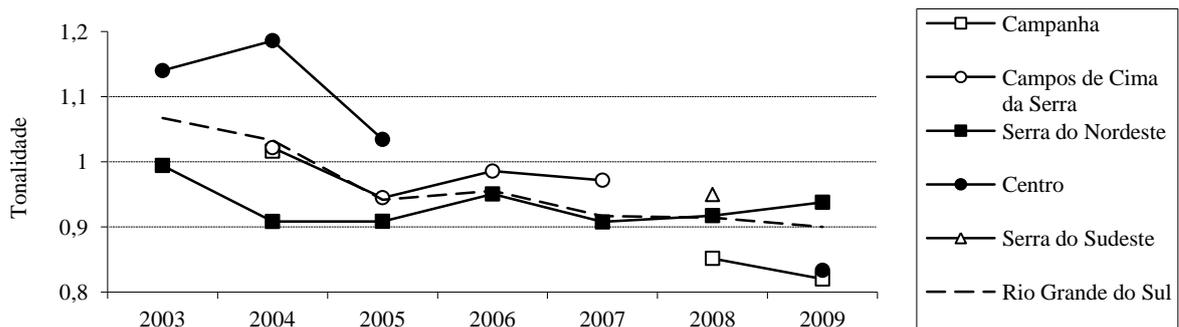
**Tabela 6** - Valores médios do parâmetro Tonalidade nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	1,19	-	-	1,19 a
2003	-	-	0,99 b	1,14 a	-	1,07 b
2004	1,02 b	1,02 b	0,91 c	1,19 a	-	1,03 bc
2005	-	0,94 ab	0,91 b	1,03 a	-	0,94 cd
2006	-	0,99 a	0,95 a	-	-	0,96 cd
2007	-	0,97 a	0,91 b	-	-	0,92 d
2008	0,85 a	-	0,92 a	-	0,95 a	0,91 d
2009	0,82 b	-	0,94 a	0,83 b	-	0,90 d
2011	0,71	-	-	-	-	0,71 e
S	0,99 a	-	0,95 a	3,67 a	-	-
Média	0,84 c	0,97 ab	0,94 b	1,05 a	0,95 b	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 6:** Valores médios do parâmetro Tonalidade nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

O perfil das diferentes regiões evidenciado pelo parâmetro tonalidade pelo Método de Glories apresentou semelhança com o perfil revelado pelo ângulo de tonalidade  $H^*$  (Método  $CIEL^*a^*b^*$ ), exceto quanto à Região da Campanha. Nota-se que a medida da tonalidade apurada pelo método convencional, que se utiliza apenas das absorvâncias em 420 e 520 nm, aponta para um resultado semelhante ao obtido pelo método  $CIEL^*a^*b^*$ , que apura as variáveis cromáticas a partir da medição de 4 comprimentos de onda.

Quando se analisa a tonalidade em relação ao ano da safra, contata-se uma relação direta entre o parâmetro tonalidade e a idade das amostras. Com efeito, o maior valor de tonalidade (1,19) foi encontrado nas amostras mais antigas, do ano 2000, um valor significativamente superior às demais safras. A segunda e a terceira maior tonalidade foram

das safras 2003 (1,07) e 2004 (1,03). Na medida em que o parâmetro tonalidade diminui, têm-se sucessivamente vinhos mais jovens, atingindo 0,91 para o ano de 2008, 0,90 para 2009 e 0,71 para 2011.

O parâmetro tonalidade pelo Método de Glories é apurado pela divisão entre o índice de absorvância a 420 nm, comprimento de onda associado ao amarelo, e o 520 nm, associado ao vermelho. Logo, o aumento da tonalidade está associado à preponderância da componente amarela sobre a vermelha, característico de vinhos envelhecidos.

Ao analisar o índice de intensidade de cor, podemos concluir que as regiões com maior valor médio foram a Serra do Sudeste (1,73), Campos de Cima da Serra (1,50) e a Serra do Nordeste (1,49), sem diferença significativa entre as regiões (Tabela 7 e Gráfico 7). Por outro lado, com os menores valores médios de intensidade de cor estão as regiões da Campanha (1,38) e Central (1,43), com diferença significativa apenas para a Região Sudeste.

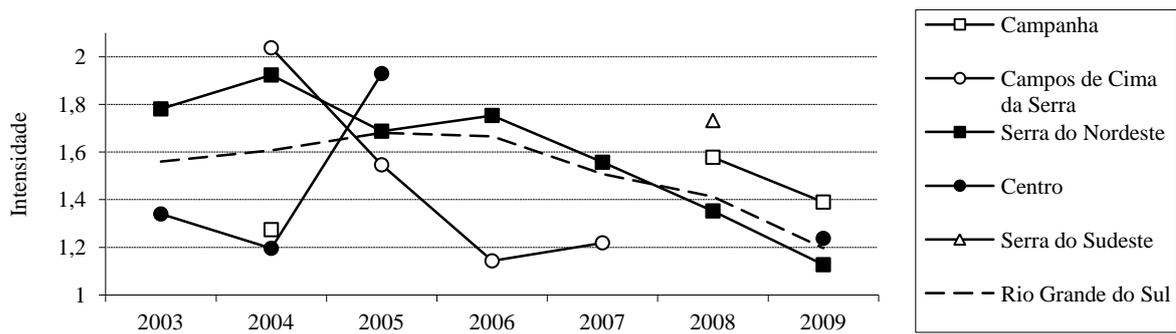
**Tabela 7** - Valores médios do parâmetro Intensidade de cor nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Saíra	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	1,49	-	-	1,49 abc
2003	-	-	1,78 a	1,34 b	-	1,56 a
2004	1,27 c	2,04 a	1,92 b	1,20 d	-	1,61 a
2005	-	1,55 a	1,69 a	1,93 a	-	1,68 a
2006	-	1,14 b	1,75 a	-	-	1,67 a
2007	-	1,22 b	1,56 a	-	-	1,51 ab
2008	1,58 ab	-	1,35 b	-	1,73 a	1,41 abc
2009	1,39 a	-	1,13 a	1,24 a	-	1,20 c
2011	1,25	-	-	-	-	1,25 bc
S	1,15 a	-	1,20 ab	1,15 a	-	-
Média	1,38 b	1,50 ab	1,49 ab	1,43 b	1,73 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 7:** Valores médios do parâmetro Intensidade de cor nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

O perfil da intensidade de cor de cada uma das regiões nas diversas safras apresentou uma tendência de elevação conforme a idade dos vinhos, com exceção das amostras da Região Central na safra de 2005. Esse aumento da intensidade de cor dos vinhos maduros ocorre juntamente com a diminuição da luminosidade. Esta constatação está de acordo com Almela et al., (2010), que apontaram a tendência da intensidade de cor com o parâmetro  $L^*$ , ou seja, o aumento de intensidade (cor mais escura do vinho) resulta em redução no valor de  $L^*$ .

Analisando-se as regiões em conjunto não é verificada uma tendência clara entre a idade das amostras analisadas e o parâmetro intensidade de cor (Tabela 7).

Os Gráficos 7 e 2, na linha pontilhada referente ao Rio Grande do Sul, evidenciam a tendência da intensidade de cor com a variável Croma apurada segundo o Método CIE  $L^*a^*b^*$ . Esse resultado está de acordo com Almela et al. (2010), que em estudo das características cromáticas de vinhos tintos jovens elaborados na região de Murcia (Espanha), apontaram a tendência da intensidade de cor com  $C^*$  e a uma cor vermelha muito saturada.

Com relação ao percentual da componente amarela, constatamos que a Região da Campanha teve os menores percentuais (40,38%), com diferença significativa entre as demais (Tabela 8 e Gráfico 8). Esse resultado confirma os valores encontrados para parâmetro  $b^*$  do Método CIE  $L^*a^*b^*$ .

Vinhos de safras mais recentes apresentaram menores percentuais de amarelo. A safra 2011 apresentou o menor valor (36,20%), significativamente inferior às demais. Esses percentuais têm uma elevação na medida em que amostras mais antigas são analisadas (Tabela 8).

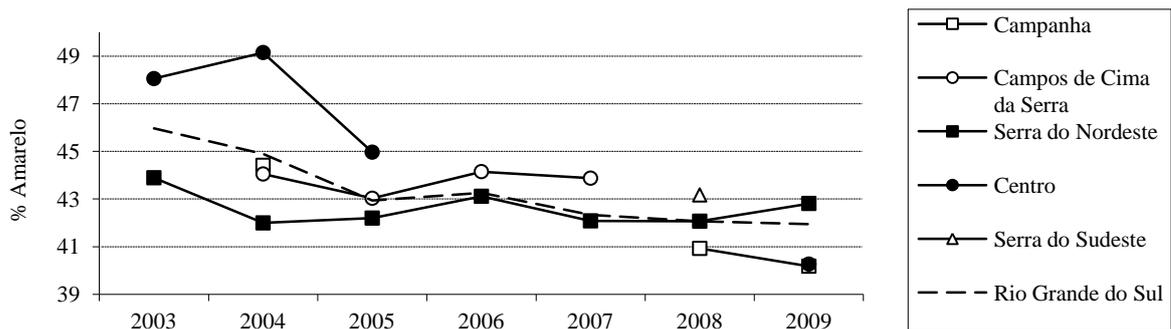
**Tabela 8** - Valores médios do parâmetro % Amarelo nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	48,32	-	-	48,32 a
2003	-	-	43,89 b	48,05 a	-	45,97 ab
2004	44,41 b	44,05 b	42,00 c	49,14 a	-	44,90 bc
2005	-	43,03 ab	42,20 a	44,96 a	-	42,94 cd
2006	-	44,15 a	43,11 a	-	-	43,26 cd
2007	-	43,87 a	42,08 b	-	-	42,34 d
2008	40,93 a	-	42,07 a	-	43,17 a	42,06 d
2009	40,18 b	-	42,81 a	40,27 b	-	41,94 d
2011	36,20	-	-	-	-	36,20 e
S	44,35 a	-	43,21 a	57,26 a	-	-
Média	40,38 c	43,63 ab	42,84 b	45,61 a	43,17 b	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 8:** Valores médios do parâmetro % Amarelo nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Na Tabela 9, podemos observar que a Região da Campanha apresentou percentual da cor vermelha significativamente superior às demais, com índice de 48,22%. O segundo maior percentual de vermelho foi observado na Serra do Nordeste (45,62%), enquanto que o menor percentual foi encontrado no conjunto de amostras da Região Central, com 43,85% (Gráfico 9).

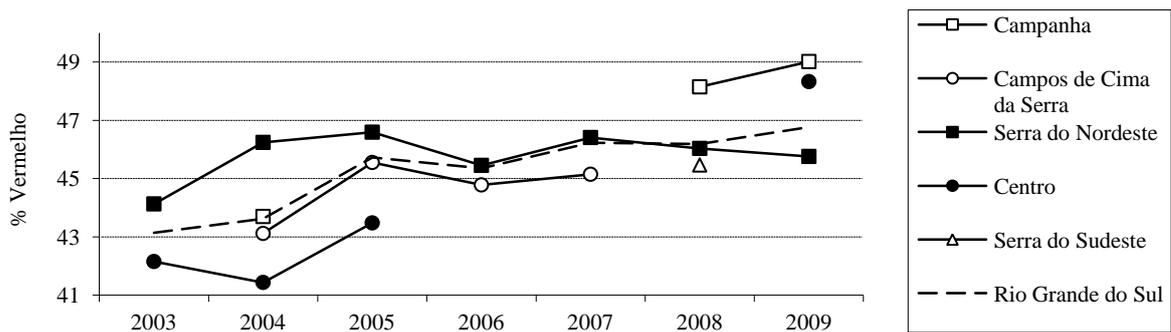
**Tabela 9** - Valores médios do parâmetro %Vermelho nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safrá	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	40,75	-	-	40,75 e
2003	-	-	44,13 a	42,15 b	-	43,14 d
2004	43,70 b	43,11 c	46,24 a	41,43 d	-	43,62 cd
2005	-	45,55 a	46,59 a	43,48 b	-	45,72 b
2006	-	44,78 a	45,45 a	-	-	45,35 bc
2007	-	45,15 a	46,41 a	-	-	46,23 b
2008	48,15 a	-	46,03 a	-	45,46 a	46,19 b
2009	49,02 a	-	45,76 b	48,33 a	-	46,77 b
2011	51,22	-	-	-	-	51,22 a
S	44,68 ab	-	45,97 a	27,70 b	-	-
Média	48,22 a	44,83 bc	45,62 b	43,85 c	45,46 bc	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 9:** Valores médios do parâmetro %Vermelho nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Conforme esperado, os vinhos de safras mais recentes apresentaram os maiores percentuais de vermelho. O ano de 2011 teve 51,22%, com diferença significativa dos demais anos analisados segundo o teste de Tukey. Os menores percentuais de vermelho medidos foram respectivos aos anos de 2000 (40,75%), 2003 (43,14%) e 2004 (43,62%) (Tabela 9).

A diminuição da componente vermelha na medida em que se analisam vinhos mais antigos ocorre simultaneamente com o acréscimo da componente amarela e o aumento do ângulo de tonalidade.

Quando se analisa o percentual da componente azul, podemos concluir que não houve diferenças significativas, segundo Teste de Tukey, para todas as regiões analisadas (Tabela 10 e Gráfico 10).

Tomando-se o conjunto das regiões, verifica-se que existe diferença significativa apenas entre a safra 2011 e as safras 2000 e 2003 pelo Teste de Tukey (Tabela 10).

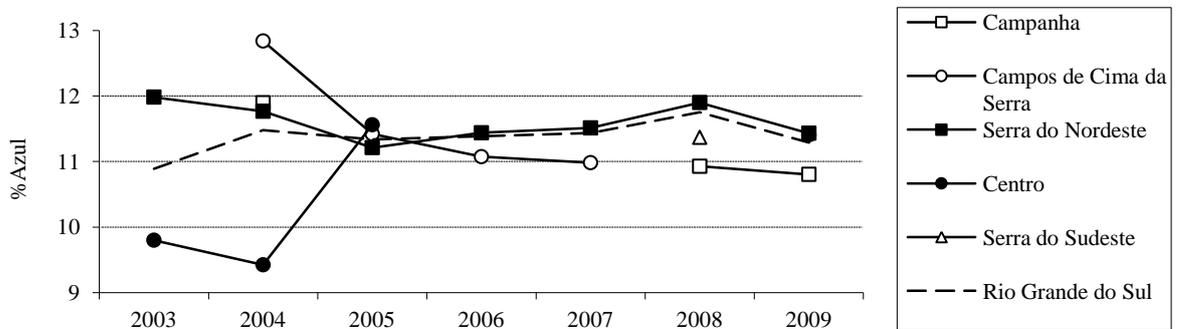
**Tabela 10** - Valores médios do parâmetro %Azul nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	10,93	-	-	10,93 b
2003	-	-	11,98 a	9,80 b	-	10,89 b
2004	11,90 b	12,84 a	11,77 b	9,42 c	-	11,48 ab
2005	-	11,42 a	11,21 a	11,56 a	-	11,34 ab
2006	-	11,07 a	11,44 a	-	-	11,39 ab
2007	-	10,98 a	11,51 a	-	-	11,44 ab
2008	10,93 a	-	11,90 a	-	11,37 a	11,75 ab
2009	10,80 a	-	11,43 a	11,41 a	-	11,29 ab
2011	12,58	-	-	-	-	12,58 a
S	10,97 b	-	10,82 b	15,03 a	-	-
Média	11,40 a	11,55 a	11,54 a	10,55 a	11,37 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 10:** Valores médios do parâmetro %Azul nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

### 4.3 Parâmetros Físico-Químicos

Ao analisar a concentração de antocianinas totais, observamos que apenas a Região Central apresentou diferença significativa, com média de 47,91 mg.L<sup>-1</sup>. Esse valor é significativamente inferior às demais regiões (Tabela 11 e Gráfico 11). Por seu turno, a Serra

do Nordeste (165,18 mg.L<sup>-1</sup>), a Campanha (163,74 mg.L<sup>-1</sup>), a Serra do Sudeste (155,17 mg.L<sup>-1</sup>) e a Região de Campos de Cima da Serra (115,91 mg.L<sup>-1</sup>) não apresentaram diferença significativa entre si, conforme o Teste de Tukey.

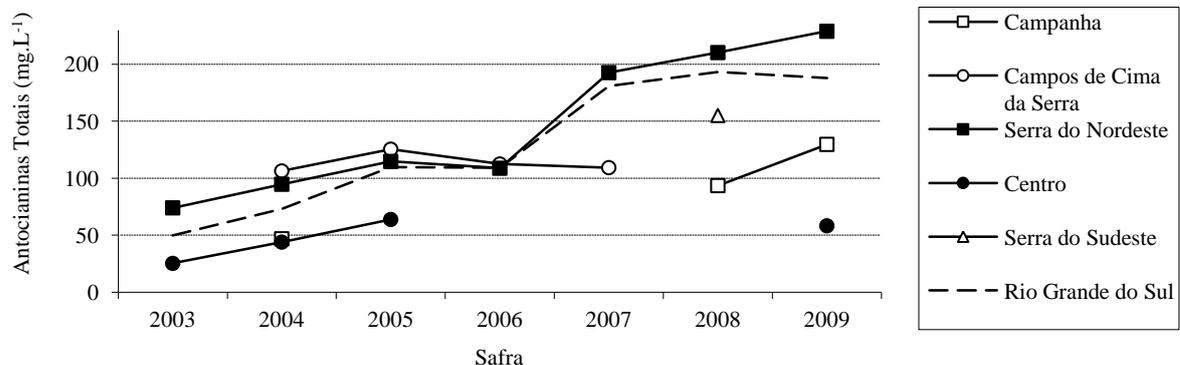
**Tabela 11** - Valores médios do parâmetro Antocianinas Totais (mg de Malvidina L<sup>-1</sup>) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safrá	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	35,73	-	-	35,73 d
2003	-	-	74,08 a	25,38 b	-	49,73 cd
2004	46,96 b	106,46 a	94,79 a	44,04 b	-	73,06 cd
2005	-	125,56 a	114,82 ab	63,88 b	-	109,91 c
2006	-	112,58 a	108,84 a	-	-	109,38 c
2007	-	109,38 b	192,74 a	-	-	180,83 b
2008	93,63 b	-	210,33 a	-	155,17 ab	193,14 b
2009	129,79 ab	-	229,01 a	58,33 b	-	188,00 b
2011	418,54	-	-	-	-	418,54 a
S	70,29 a	-	184,14 a	75,83 a	-	-
Média	163,74 a	115,91 a	165,18 a	47,91 b	155,17 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 11:** Valores médios do parâmetro Antocianinas Totais (mg de Malvidina.L<sup>-1</sup>) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

O conteúdo total de antocianinas no que diz respeito aos diferentes anos também apresentou diferenças significativas. As amostras mais novas tiveram maior concentração desse componente. No ano de 2011, a média foi de 418,54 mg.L<sup>-1</sup>, significativamente maior que todas as demais safras. A seguir as safras de 2008 (193,14 mg.L<sup>-1</sup>), 2009 (188,00 mg.L<sup>-1</sup>) e 2007 (180,83 mg.L<sup>-1</sup>), sem diferença significativa entre si, porém significativamente

maiores que as amostras das safras mais antigas. Esse resultado está de acordo com o estudo de Cliff; King; Schlosser, (2007), que constataram maior concentração de antocianinas nos vinhos jovens. Essas diferenças entre safras podem ser explicadas por fatores tais como variações nas condições climáticas e pelo aumento da oxidação, polimerização e precipitação de antocianinas na medida em que um vinho envelhece, reduzindo seu conteúdo (KLIEWER, 1977 e ZOECKLEIN et al., 1995 *apud* CLIFF; KING; SCHLOSSER, 2007).

Comparando-se os valores de antocianinas encontrados neste trabalho com os obtidos por Puértolas et al. (2010), que pesquisaram vinhos da variedade Cabernet Sauvignon com certificação de origem Somontano (Aragón, Nordeste da Espanha) da safra 2007, temos que o conteúdo de antocianinas totais foi de 188,00 mg.L<sup>-1</sup> na safra de 2009, valor inferior ao encontrado por Puértolas para as amostras de controle, de 562,49 mg.L<sup>-1</sup> para um vinho com dois anos de idade.

Observa-se que a redução do valor de antocianinas no decorrer do tempo ocorre simultaneamente com o aumento constatado no ângulo de tonalidade H\*, ou seja, a perda dos pigmentos antociânicos se traduz num deslocamento de tonalidade vermelha para tons mais amarelados (diminuição do percentual da componente vermelha e aumento da amarela). Isso está de acordo com Rivas et al., (2006) que constataram um acréscimo nos valores de H coincidente com a baixa de antocianinas.

Segundo FREITAS (2006), essa modificação da cor pode ser explicada pela participação das antocianinas e taninos na coloração vermelho-rubi do vinho novo. Afirma que durante a conservação, as antocianinas livres desaparecem e os complexos tanino/antocianinas condensadas conferem aos vinhos velhos a sua cor telha característica.

De acordo com GLORIES (1984), os fatores que podem aumentar a tonalidade são a polimerização dos taninos e a combinação dos mesmos com as antocianinas, resultando num aumento do valor da absorvância em 420 nm. Dentre as reações de oxidação que transformam a estrutura e a cor das diferentes moléculas, temos a degradação das antocianinas, que provoca a diminuição dos valores de A520 e A620, e a polimerização dos taninos, cujo efeito é o escurecimento (A420 aumenta).

Com relação ao conteúdo de índice de polifenóis totais (IPT), podemos constatar que as regiões não diferiram significativamente. A região da Serra do Nordeste teve o maior índice médio, de 56,82, seguida da Serra do Sudeste, com 55,10. A Região da Campanha teve a menor média, com índice de 50,21 (Tabela 12 e Gráfico 12). Quando as regiões são abordadas nas diversas safras, destaca-se a Serra do Nordeste, cujo conteúdo de polifenóis foi significativamente superior nos anos de 2003 a 2007.

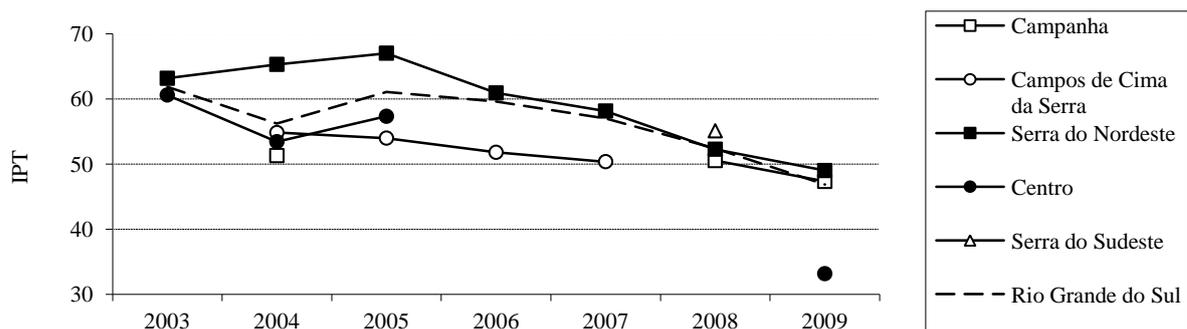
**Tabela 12** - Valores médios do parâmetro IPT nas safras de 2000 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	59,42	-	-	59,42 ab
2003	-	-	63,17 a	60,60 b	-	61,88 a
2004	51,30 c	54,83 b	65,30 a	53,43 bc	-	56,22 ab
2005	-	53,98 b	67,02 a	57,33 b	-	61,06 a
2006	-	51,80 b	60,92 a	-	-	59,61 ab
2007	-	50,37 a	58,14 a	-	-	57,03 ab
2008	50,53 a	-	52,28 a	-	55,10 a	52,38 bc
2009	47,33 a	-	49,00 a	33,17 b	-	46,87 c
-	54,53	-	-	-	-	54,53 abc
S	47,97 b	-	47,67 b	64,27 a	-	-
Média	50,21 a	52,99 a	56,82 a	51,13 a	55,10 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 12:** Valores médios do parâmetro IPT nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Da mesma forma que para antocianinas, ao fazer uma comparação com os valores encontrados de IPT com os obtidos por Puértolas et al. (2010), os quais pesquisaram vinhos da variedade Cabernet Sauvignon do nordeste da Espanha, safra 2007, temos que o IPT médio das amostras do nosso trabalho, considerando todas as regiões do estado na safra 2009, foi de 46,87, valor próximo ao valor de 49,61 encontrado por Puértolas para as amostras utilizadas como controle no experimento para vinhos com dois anos de idade.

Examinando-se o índice de polifenóis totais do conjunto de todas as regiões nas diversas safras analisadas, constata-se que os valores médios não apresentaram tendência conforme a idade dos vinhos (Tabela 12).

Elevados conteúdos de polifenóis podem estar relacionados com a escassez de chuvas e a amplitude térmica entre o dia e a noite. Segundo o Boletim Climático de Janeiro de 2005 para o Estado do Rio Grande do Sul (INMET, 2005), o período de maturação das uvas da safra de 2005 foi caracterizado por chuvas abaixo da média climatológica em praticamente todas as regiões do Estado. A temperatura média mínima ficou um pouco acima da normal, enquanto que a temperatura média máxima registrou valores bem acima da normal deste período.

Chalmers et al. (2010) constataram um significativo acréscimo das concentrações fenólicas de vinhos Cabernet Sauvignon e Shiraz, associado com restrição hídrica das videiras.

As variações de polifenóis totais também podem estar relacionadas com o sistema de vinificação, pois somente uma parte desses compostos passa para o vinho (RIZZON; MIELE, 2002), pela variação das condições climáticas entre as safras (CLIFF; KING; SCHLOSSER, 2007), além das condições de armazenamento dos vinhos.

Quanto à graduação alcoólica considerando todas as safras em conjunto, as amostras da Serra do Nordeste, Campos de Cima da Serra e Centro não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 13 e Gráfico 13).

Comparando-se o conjunto das regiões nas diferentes safras, o valor médio de menor graduação alcoólica encontrado foi referente à amostra de 2011, de 10,80°GL (Tabela 13). Conforme o Boletim Climático para o Estado do Rio Grande do Sul (INMET, 2011b), no período de maturação das uvas da safra 2011 as precipitações ficaram acima do padrão climatológico no nordeste do estado e próximas do padrão nas demais regiões. Os anos mais chuvosos dificultam a maturação das uvas e como consequência menor será a concentração de açúcar e a graduação alcoólica.

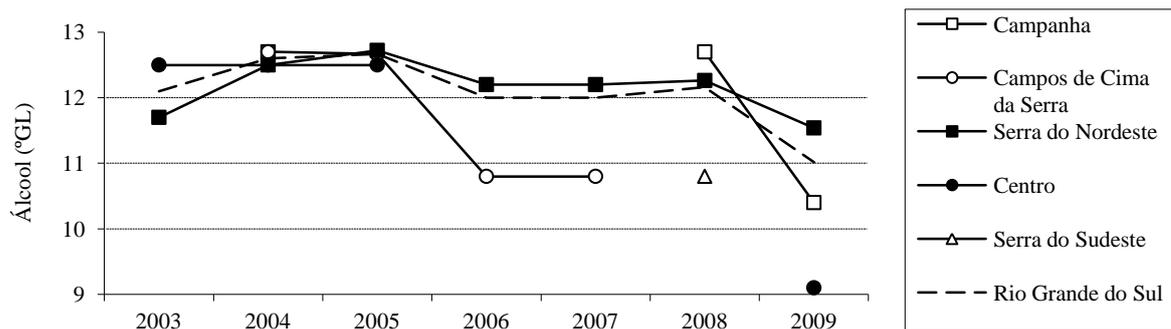
**Tabela 13** - Valores médios do parâmetro Álcool (°GL) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	11,70	-	-	11,70 bc
2003	-	-	11,70 b	12,50 a	-	12,10 ab
2004	12,70 a	12,70 a	12,50 b	12,50 b	-	12,60 a
2005	-	12,67 a	12,72 a	12,50 b	-	12,67 a
2006	-	10,80 b	12,20 a	-	-	12,00 ab
2007	-	10,80 b	12,20 a	-	-	12,00 ab
2008	12,70 a	-	12,26 a	-	10,80 b	12,16 ab
2009	10,40 a	-	11,54 a	9,10 b	-	11,01 cd
2011	10,80	-	-	-	-	10,80 d
S	12,70 a	-	10,93 b	9,90 c	-	-
Média	11,40 ab	11,93 a	12,11 a	11,65 a	10,80 b	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 13:** Valores médios do parâmetro Álcool (°GL) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Os valores de pH se mantiveram entre 3,68 (Região de Campos de Cima da Serra) e 3,78 (Região da Serra do Nordeste), sem apresentar diferenças significativas entre as diferentes regiões, de acordo com o teste de Tukey (Tabela 14 e Gráfico 14). Quanto às médias de pH do conjunto das regiões frente às safras, os valores se mantiveram entre 3,64 e 3,94 (safras 2003 e 2011, respectivamente). Valores de pH próximos de 4,0 são considerados elevados, o que expõe os vinhos a alterações microbiológicas e físico-químicas prejudiciais a sua estabilidade (RIZZON; MIELE, 2002). Conforme Daudt e Fogaça (2008), vinhos tintos com altos valores de pH são resultantes de uvas com valores excessivos de potássio, geralmente ocasionado pelo manejo inadequado do vinhedo. Esse fato proporciona o decréscimo do ácido tartárico livre e tem como consequência o acréscimo do pH.

Polenta (1996) associou um pH mais alto (acima de 3,4) com o aumento da absorvância a 420 nm. Porém, no presente trabalho não foi observada essa relação (Gráficos 8 e Gráfico 14). Os valores de pH não diferiram significativamente entre as safras, nem entre as regiões, enquanto a componente amarela, associada a absorvância em 420 nm, demonstrou uma tendência crescente conforme a idade dos vinhos.

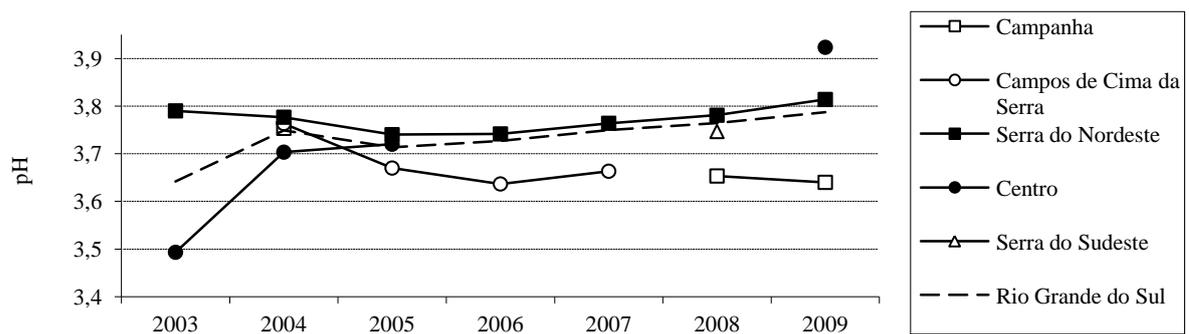
**Tabela 14** - Valores médios do parâmetro pH nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Saíra	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	3,84	-	-	3,84 ab
2003	-	-	3,79 a	3,49 b	-	3,64 c
2004	3,75 a	3,76 a	3,78 a	3,70 b	-	3,75 bc
2005	-	3,67 a	3,74 a	3,72 a	-	3,71 bc
2006	-	3,64 b	3,74 a	-	-	3,73 bc
2007	-	3,66 a	3,76 a	-	-	3,75 bc
2008	3,65 b	-	3,78 a	-	3,75 ab	3,76 bc
2009	3,64 b	-	3,81 ab	3,92 a	-	3,79 b
2011	3,94	-	-	-	-	3,94 a
S	3,86 a	-	3,84 a	3,76 a	-	-
Média	3,72 a	3,68 a	3,78 a	3,71 a	3,75 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 14:** Valores médios do parâmetro pH nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

Na tabela 15, onde estão apresentados os valores médios da acidez total, considerando todas as safras, podemos observar que os valores variaram entre 28,38 meq.L<sup>-1</sup> (2000)

e 78,09 meq.L<sup>-1</sup> (2003). No que concerne às regiões, o maior valor foi verificado na Serra do Sudeste (81,33 meq.L<sup>-1</sup>), e o menor na Serra do Nordeste (63,61 meq.L<sup>-1</sup>) (Gráfico 15). Apenas uma amostra (safra 2011 da Região da Campanha, com 47,38 meq.L<sup>-1</sup>) não atendeu aos limites previstos na legislação, que estabelece o mínimo de 55 meq.L<sup>-1</sup> e o máximo de 130 meq.L<sup>-1</sup> (BRASIL, 1988). Altos valores de potássio (K) podem influenciar a salinização do ácido tartárico, principal responsável pela acidez dos vinhos, em tartaratos e bitartaratos de potássio, diminuindo os valores de acidez total (PENTER, 2006).

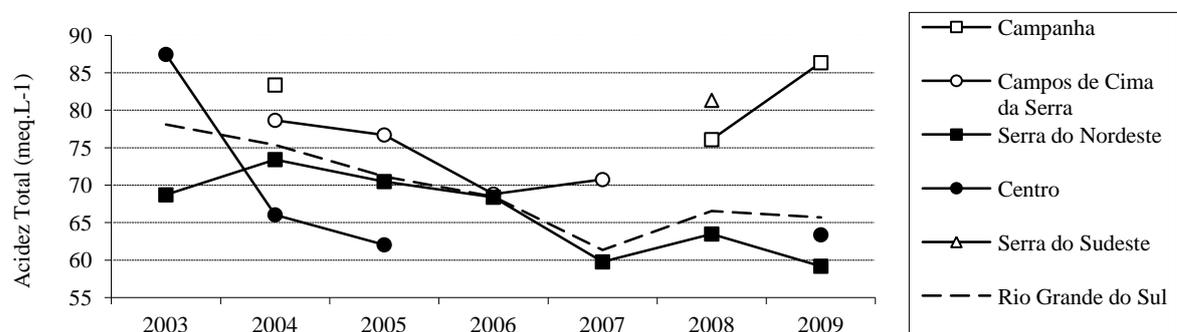
**Tabela 15** - Valores médios do parâmetro Acidez Total (meq.L<sup>-1</sup>) nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safrá	Região					Rio Grande do Sul
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro	Serra do Sudeste	
2000	-	-	28,38	-	-	28,38 de
2003	-	-	68,71 b	87,47 a	-	78,09 a
2004	83,38 a	78,67 ab	73,42 b	66,04 c	-	75,38 ab
2005	-	76,71 a	70,49 b	62,04 c	-	71,15 abc
2006	-	68,80 a	68,40 a	-	-	68,46 abc
2007	-	70,75 a	59,76 b	-	-	61,33 cd
2008	76,09 ab	-	63,49 b	-	81,33 a	66,53 bcd
2009	86,35 a	-	59,18 b	63,38 b	-	65,69 bcd
2011	47,38	-	-	-	-	47,38 e
S	105,33 ab	-	61,15 b	71,73 b	-	-
Média	75,91 ab	74,33 ab	63,61 c	69,73 bc	81,33 a	-

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Rio Grande do Sul representa todas as regiões vitivinícolas, portanto as médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.



**Gráfico 15:** Valores médios do parâmetro Acidez Total (meq.L<sup>-1</sup>) nas safras de 2003 a 2009, nas diferentes regiões produtoras de vinhos do Rio Grande do Sul.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e nas condições do experimento, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- Os vinhos mais antigos apresentaram valores de  $H^*$  e  $b^*$  superiores aos de safras mais recentes. Os vinhos mais jovens tiveram os menores percentuais da componente amarela e os maiores da componente vermelha, o que se traduz numa coloração mais próxima dos tons vermelho-violáceos. Na medida em que vinhos mais antigos são analisados, observa-se a diminuição da componente vermelha e o acréscimo da amarela, com o conseqüente o aumento do ângulo de tonalidade.

- Os vinhos da Região Central apresentaram os maiores valores do ângulo de tonalidade  $H^*$ , com diferença significativa para as demais regiões. Além disso, as amostras dessa região caracterizaram-se pela maior luminosidade média, também significativamente superior às outras regiões. Já a média do parâmetro  $a^*$  foi significativamente inferior. As amostras desta região apresentaram as menores médias de Croma ( $C^*$ ).

- Os vinhos da Região da Serra do Nordeste foram os que apresentaram as maiores médias de Croma. Quanto à luminosidade, as médias da região foram significativamente inferiores nos anos de 2003, 2005, 2006 e 2007. As amostras da Serra do Nordeste apresentaram o maior valor médio de  $a^*$  em 4 das 7 safras analisadas e tiveram a maior média de antocianinas totais. Tiveram também a maior média de índice de polifenóis totais.

- Os vinhos da Região Central destacaram-se pelo maior valor médio de tonalidade, significativamente superior em relação às médias da Serra do Sudeste, Serra do Nordeste e Campanha. Também foi a região cujas amostras revelaram o menor percentual médio da cor vermelha e o maior da amarela.

- A medida da tonalidade apurada pelo método convencional, que se utiliza apenas das absorvâncias em 420 e 520 nm, revelou resultados semelhantes aos obtidos pelo método  $CIEL^*a^*b^*$ , que se vale de 4 absorvâncias.

- As amostras da Região da Campanha caracterizaram-se pela menor média de tonalidade, com diferença significativa das demais. Isso se traduz em percentuais da componente amarela significativamente inferiores e maiores percentuais de vermelho, em comparação com as demais regiões.

- O conteúdo total de antocianinas apresentou diferenças significativas em relação à idade do vinho. As amostras mais recentes tiveram maior concentração desse componente. Sua redução nos vinhos mais antigos ocorre simultaneamente com o aumento constatado no ângulo de tonalidade  $H^*$ , ou seja, a perda dos pigmentos antociânicos se traduz num deslocamento de tonalidade vermelha para tons mais amarelados.

- No tocante à concentração de antocianinas totais, os vinhos da Região Central apresentaram diferença significativa, com média inferior às demais regiões.

- O índice de polifenóis totais, tomando-se o conjunto de todas as regiões, não apresentou diferenças significativas entre as diversas safras analisadas.

Por fim, cabe ressaltar o reduzido número de amostras analisadas no trabalho. Além disso, não se obteve um quantitativo uniforme de vinhos de cada região, sendo a maioria deles proveniente da Serra do Nordeste. Com efeito, os resultados obtidos devem ser relativizados em razão dessas circunstâncias. O número pouco representativo de amostras não autoriza a extrapolação dos resultados obtidos, ou seja, não se pode afirmar que as amostras analisadas representam com fidelidade a realidade de cada região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA DO VINHO. **Rio Grande do Sul - Brasil**. Disponível em <http://www.academia.dovinho.com.br>. Acesso em Março de 2009.

ALMELA, L.; JAVALOY, S.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A.; LÓPEZ-ROCA, J. M. Comparison between the tristimulus measurements  $Y_{xy}$  and  $L^* a^* b^*$  to evaluate the colour of young red wines. **Food Chemistry**, 53, 321-327, 1995.

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Methods for analysis of must and wines**. 2nd ed. Wiley-interscience, New York, 1986. 377 p.

BATE-SMITH, E. C. Adstringency in foods. **Journal of Food**, v. 23, p. 124-129, 1954.

BEER, D. et al. Phenolic Compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 23, p. 93-100, 2002.

BIRSE, M. J. **The color of the red wine**. 2007, 306 p. Tese (Doctorate of School of Agriculture, Food & Wine of Faculty of Sciences) - University of Adelaide, Austrália, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Complementação de Padrões de Identidade e Qualidade de Vinho. Portaria n.º 229, de 25 de outubro de 1988. D.O.U., 31/10/1988.

BROUILLARD, R. The expression of anthocyanins colour in plants. **Phytochemistry**, v. 22, p. 1311-1323, 1983.

BROUILLARD, R.; LANG, J. The hemiacetal-cis-chalcone equilibrium of malvin, a natural anthocyanin. **Canad. J. Chem.**, v. 68, p. 755-761, 1990.

CABRITA, M. J.; SILVA, J. R.; LAUREANO, O. Os compostos fenólicos da uva e do vinho. In: I Seminário Internacional de Vitivinicultura. 2003, Ensenada, México. **Anais**. México, p. 61-100, 2003.

CHALMERS, Y. M. et al. Influence of sustained deficit irrigation on colour parameters of Cabernet Sauvignon and Shiraz microscale wine fermentations. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 16, p. 301-313, 2010.

CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v.40, p. 92–100, 2007.

DAUDT, C. E.; FOGAÇA, A. O. Efeito do ácido tartárico nos valores de potássio, acidez titulável e pH durante a vinificação de uvas Cabernet Sauvignon. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p. 2345-2350, 2008.

DAUDT, C. E. Aspectos bioquímicos, sensoriais e aspectos ligados à saúde humana dos taninos do vinho. In: Seminário Franco-Brasileiro de Viticultura, Enologia e Gastronomia, 1998, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 103-106, 1998.

DAVIES, A., MAZZA, G. Copigmentation of simple and acylated anthocyanins with colorless phenolic compounds. **J. Agric. Food Chem.**, v. 41, p. 716-720, 1993.

ESCUADERO-GILETE, M. L.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Implications of blending wines on the relationships between the colour and the anthocyanic composition. **Food Research International**, v.43, p. 745–752, 2010.

ESPARZA, I.; SANTAMARÍA C.; FERNÁNDEZ, J. M. Chromatic characterisation of three consecutive vintages of *Vitis vinifera* red wine. Effect of dilution and iron addition. **Analytica Química Acta**, v. 563, p. 331-337, 2006.

FERNANDES, A. L. M. A. P. **Impacto da rolha de cortiça na composição polifenólica de vinhos tintos engarrafados**. 2007, 161 p. Dissertação (Mestre em Tecnologia, Ciência e Segurança Alimentar da Faculdade de Ciências) - Universidade do Porto, 2007.

FREITAS, D. F. **Variação dos Compostos fenólicos e de Cor dos Vinhos de Uvas (*Vitis vinifera*) Tintas em Diferentes Ambientes**. 2006, 42 f. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. 2<sup>a</sup> partie: mesure, origine et interpretation. **Connaiss. Vigne Vin**, France, v.18, n.4, p. 253-271, 1984.

GUERRA, C. C. **Recherches sur les interactions anthocyanes-flavanols: application à l'interprétation chimique de la couleur des vins rouges**. 1997. Tese (Doutorado em Enologia), Universidade de Victor Segalen Bordeaux II, Bordeaux, França, 1997.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. **Embrapa Uva e Vinho**. Junho de 2009. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc048.pdf>. Acessado em 1º de Novembro, 2010.

GUTIÉRREZ, I. H.; LORENZO, E. S.; ESPINOSA, A. V. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. **Food Chemistry**, v.92, p.269–283, 2005.

HASLAM, E. **Practical Polyphenolics**. From structure to molecular recognition and physiological action. Cambridge University Press, Cambridge, 425 p., 1998.

HAYASAKA, Y. et al. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* yeast on colour proprierts and pigment profiles of a Cabernet Sauvignon red wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.13, p.175-185, 2007.

HECKTHEUER, L. H. **Envejecimento em botella de vinos tintos varietales de Tempranillo, Bobal y Monastrell**. 1996. 256 f. Tesis (Doctoral em Ciencia y Tecnologia de Alimentos) - Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, Espanha, 1996.

HEREDIA, F. et al. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes – I. pH effect. **Food Chemistry**, v. 63, p. 491-498, 1998.

HERTER, F. G.; TONIETTO, J.; WHEGE, M. Sistema de Produção de Pêssego de mesa na Região da Serra Gaúcha. **Embrapa Uva e Vinho**. Junho de 2003. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em Junho de 2011.

IBRAVIN, Instituto Brasileiro do Vinho. **Regiões Produtoras**. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php>. Acesso em 1º de Novembro de 2010.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em Março de 2011a.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim Climático – Fevereiro – Março - Abril (2011) Estado do Rio Grande do Sul**. 2011. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/html/clima/cond\\_clima/bol\\_jan2011.pdf](http://www.inmet.gov.br/html/clima/cond_clima/bol_jan2011.pdf). Acesso em Setembro de 2011b.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim Climático – Janeiro 2005 Estado do Rio Grande do Sul**. 2005. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/html/clima/cond\\_clima/bol\\_jan2005.pdf](http://www.inmet.gov.br/html/clima/cond_clima/bol_jan2005.pdf). Acesso em Setembro de 2011.

KUHN, G.B. **Uva para processamento: produção, aspectos técnicos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 134p. 2003.

LAROUSSE DO VINHO. Consultoria Guta Chaves; Apresentação Mário Telles Júnior. 2ª ed. rev. atual. e ampl., São Paulo: Larousse do Brasil, 399 p., 2007.

LÓPEZ, N.; PUÉRTOLAS, E.; HERNÁNDEZ-ORTE, P.; ÁLVAREZ, I.; RASO, J. Effect of a pulsed electric field treatment on the anthocyanins composition and other quality parameters of Cabernet Sauvignon freshly fermented model wines obtained after different maceration times. **LWT - Food Science and Technology**, v.42, p.1225–1231, 2008.

MELÉNDEZ, M. E.; SÁNCHEZ, M. S.; ÍÑIGUEZ, M.; SARABIA, L. A.; ORTIZ, M. C. Psychophysical parameters of colour and the chemometric characterisation of wines of the certified denomination of origin 'Rioja'. **Analytica Chimica Acta**, v.446, p.159–169, 2001.

MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: Panorama 2009. **Embrapa Uva e Vinho**, 2010. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2009vf.pdf>. Acesso em 1º de Novembro, 2010.

MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: Panorama 2010. **Embrapa Uva e Vinho**, 2010. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010vf.pdf>. Acesso em 13 de Maio, 2011.

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C. Discriminação de vinhos tintos brasileiros de acordo com a região vitícola, varietal e vinícola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, p. 268 - 275, 2010.

MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Evolution of phenolic content of red wines from *Vitis vinífera L.* ageing in bottle. **Food Chemistry**, v. 95, p. 405-412, 2005.

MONAGAS, M. et al. Effect of the modifier (Graciano vs. Cabernet Sauvignon) on blends of Tempranillo wine during ageing in the bottle. II. Colour and overall appreciation. **LWT-Food Science and Technology**. v. 30, p. 107-115, 2007.

MOTA, F. S. Disponibilidade climática para maturação da uva destinada à produção de vinhos finos nas Regiões da Serra do Nordeste e Campanha do Estado do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 297-299, 2003.

OIV, Organização Internacional de Vinhas e Vinhos. **Compendium of International Methods of Analysis - International Organisation of Vine and Wine**. Edition 2011, v. 1. Disponível em: [http://news.reseauconcept.net/pls/news/pk\\_recherche3.article?i\\_sid=&i\\_article\\_id=20851&i\\_app\\_id=20753&i\\_modele=http://www.oiv.int/es/recherche/modele.php](http://news.reseauconcept.net/pls/news/pk_recherche3.article?i_sid=&i_article_id=20851&i_app_id=20753&i_modele=http://www.oiv.int/es/recherche/modele.php). Acesso em 1º de Novembro de 2010.

PENTER, F. **Efeito do raleio de cachos na qualidade dos frutos da videira cv Cabernet Sauvignon produzida na serra catarinense**. 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Mestrado em Agronomia) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2006.

PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M. L. Application of absorbance values used in wineries for estimating CIELAB parameters in red wines. **Food Chemistry**, v.81, p.301–306, 2003.

PÉREZ-MAGARIÑO, S.; GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M. L. Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. **Food Chemistry**, v.96, p.197-208, 2006.

POLENTA, G. A. **Evolução dos compostos fenólicos durante a fermentação de mostos provenientes de três regiões do Rio Grande do Sul submetidos a diferentes tratamentos**. 1996, 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

PÖTTER, G. H. **Efeito da desfolha e do armazenamento de cachos em câmara fria antes do esmagamento em uvas e vinhos Chardonnay e Cabernet Sauvignon da Região da Campanha, RS**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

PRESTON, N. W.; TIMBERLAKE, C. F. Separation of anthocyanin chalcones by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 214, p. 222-228, 1981.

PUÉRTOLAS, E. et al. Improvement of winemaking process using pulsed electric fields at pilot-plant scale. Evolution of chromatic parameters and phenolic content of Cabernet Sauvignon red wines. **Food Research International**, v.43, p.761-766, 2010.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Ed. UFV. Viçosa. Minas Gerais, 599 p., 2007.

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des antocyanines dans les vins rouges. **Bulletin de la Société Chimique de France**, Paris, v.9, n.419, p. 2649-2652, 1965.

RIBÉREAU-GAYON, P. **Plant Phenolics**. Oliver & Boyd, Edinburgh, Cap. 7, p. 169-197, 1972.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Tratado de enología: química del vino estabilización y tratamientos**. 1. ed. Buenos Aires: Hemisfério Sul, v. 2, 537 p., 2003.

RIVAS, E. G. et al. Behaviour and characterisation of the colour during red wine making and maturation. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, p. 215–222, 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002.

SILVA, B. F. **Organização Vitivinícola na Região Central do RS: Implicações socioespaciais das diferentes formas de produção**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SILVA, J. M. R. Estrutura e composição das procianidinas da uva e do vinho. Efeitos potenciais na saúde. In: 3º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo, vol. 2, 1995, Évora, Portugal. **Anais**. p. 343-355, 1995.

SOMERS, T.C. Pigment development during ripening of the grape. **Vitis**. v. 14, p. 269-277, 1976.

TEIXEIRA, A. H. C. et al. Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v. 6, n. 1, p. 107-111, 2002.

TIMBERLAKE, C.; BRIDLE, P. Spectral studies of anthocyanins and anthocyanidin equilibrium in aqueous solution. **Nature**, v. 212, p. 158-162, 1966.

TIMBERLAKE, C.; BRIDLE, P. Interactions between anthocyanins, phenolic compounds, and acetaldehyde and their significance in red wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 27, p. 97–105, 1976.

TONIETTO, J. ; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos. In: IX Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 12, 1999, Bento Gonçalves, RS. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 75-101, 1999.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado. **Embrapa Uva e Vinho**. Junho de 2003. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acessado em Junho de 2011.

WESTPHALEN, S. L. Bases ecológicas para determinação de regiões de maior aptidão vitivinícola no Rio Grande do Sul. In: Simpósio Latinoamericano de la uva y del vino, 38, 1976, Montevideo. **Anais**. p. 89 - 101, 1977.

ZAMORA, F. **Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos**. AMV Ediciones. Madrid, 229 p., 2003.

## APÊNDICE A - Distribuição das amostras

**Tabela 16** - Número de amostras nas safras de 2000 a 2011, nas diferentes regiões produtoras de vinhos no Rio Grande do Sul.

Safr	Região				Rio Grande do Sul	
	Campanha	Campos de Cima	Serra do Nordeste	Centro		Serra do Sudeste
2000	-	-	2	-	-	2
2003	-	-	1	1	-	2
2004	1	1	1	1	-	4
2005	-	2	3	1	-	6
2006	-	1	6	-	-	7
2007	-	1	6	-	-	7
2008	1	-	8	-	1	10
2009	2	-	6	1	-	9
2011	1	-	-	-	-	1
S	1	-	3	2	-	6
Total	6	5	36	6	1	54

S: Amostra de vinho sem identificação de safra no rótulo.