



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS
VINHOS ESPUMANTES DA SERRA GAÚCHA

Julio Meneguzzo

Caxias do Sul, 2010

Julio Meneguzzo

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS
VINHOS ESPUMANTES DA SERRA GAÚCHA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Biotecnologia da Universidade de Caxias do
Sul, visando à obtenção do grau de Doutor em
Biotecnologia.

Orientador: Profa. Dra. Regina Vanderlinde

Co-orientador: Dr. Luiz Antenor Rizzon

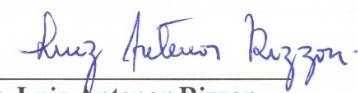
Caxias do Sul, 2010

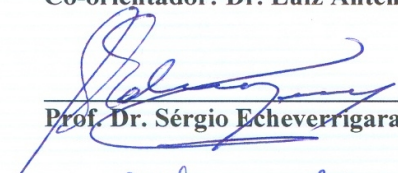
Júlio Meneguzzo


**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DOS
VINHOS ESPUMANTES DA SERRA GAÚCHA**

Tese aprovada em 20 de dezembro de 2010.


Orientador: Profa. Dra. Regina Vanderlinde


Co-orientador: Dr. Luiz Antenor Rizzon


Prof. Dr. Sérgio Echeverrigaray


Prof. Dr. Carlos Eugenio Daudt


Dr. Alberto Miele

Caxias do Sul, 2010

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Biblioteca Central

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

M541c Meneguzzo, Julio
Caracterização físico-química e sensorial dos vinhos
espumantes da serra gaúcha / Julio Meneguzzo. - 2010.
xi, 89 f. : il. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade de Caxias do Sul,
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2010.
Apresenta anexos e bibliografia
“Orientação: Prof^a. Dr^a. Regina Vanderlinde”

1. Vinhos espumantes – Serra gaúcha. 2. Vinhos -
Composição físico-química. 3. Videiras. I. Título.

CDU : 663.223(816.5)

Índice para o catálogo sistemático:

1. Vinhos espumantes – Serra gaúcha	663.223(816.5)
2. Vinhos - Composição físico-química	663.253
3. Videiras	634.84

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Márcia Servi Gonçalves – CRB 10/1500

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

À professora Dra. Regina Vanderlinde e ao Dr. Luiz Antenor Rizzon, pela orientação.

Ao professor Dr. Sérgio Echeverrigaray, pela colaboração.

Ao IBRAVIN e LAREN/SEAPPA pelo financiamento das análises deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia desta Universidade, especialmente ao coordenador do curso Aldo José Pinheiro Dillon.

Aos funcionários do LAREN, Sandra Valduga Dutra, Gilberto Carnieli, Ângela Rossi Marcon, Laurien Adami, Susiane Leonardelli, Fernanda Rodrigues Spinelli e às bolsistas Giovana Maschio Modeski e Vanessa Webber, pelo auxílio na realização dos ensaios e análises.

Aos colegas enólogos pela amizade e participação nas análises sensoriais.

À empresa vinícola Möt Chandon do Brasil Ltda., especialmente a Philippe Mével.

À EMBRAPA pela gentileza em permitir a utilização de suas instalações para análise sensorial.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Importância socioeconômica do vinho espumante na Serra Gaúcha	3
2.2 Localização geográfica da Serra Gaúcha	3
2.3 Qualidade da uva para elaboração do vinho espumante	4
2.4 Aptidão enológica para a produção de vinho espumante da Serra Gaúcha	5
2.5 Principais cultivares de videiras utilizadas para a elaboração de vinho espumante na Serra Gaúcha	10
2.5.1 Cultivar Riesling Itáliaico	10
2.5.2 Cultivar Chardonnay	11
2.5.3 Cultivar Pinot Noir	12
2.6 Elaboração do vinho espumante na Serra Gaúcha	13
2.7 Composição do vinho espumante da Serra Gaúcha	17
2.7.1 Análises clássicas	17
2.7.2 Elementos minerais	21
2.7.3 Compostos voláteis	23
2.8 Análise sensorial do vinho espumante da Serra Gaúcha	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Coleta das amostras	31
3.2 Análises químicas	34
3.2.1 Análises clássicas	34
3.2.2 Elementos Minerais	35

3.2.3	Álcoois superiores	35
3.2.4	Acetatos, ésteres e ácidos graxos	37
3.3	Análise Sensorial	38
3.4	Análise estatística	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Características analíticas do mosto	39
4.2	Características analíticas dos vinhos base	42
4.2.1	Análises clássicas	42
4.2.2	Elementos Minerais	48
4.2.3	Compostos voláteis	54
4.3	Características analíticas dos vinhos espumantes	58
4.3.1	Análises clássicas	58
4.3.2	Elementos minerais	62
4.3.3	Compostos voláteis	65
4.4	Avaliação sensorial dos vinhos espumantes das variedades Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir, safras 2006 e 2007	69
4.4.1	Aspecto visual	69
4.4.2	Aspecto olfativo	71
4.4.3	Aspecto gustativo	74
4.4.2	Notas finais da avaliação sensorial dos espumantes	78
5	CONCLUSÃO	80
6	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Aspecto do cacho da uva Riesling Itálico 11
- Figura 2 Aspecto do cacho da uva Chardonnay 12
- Figura 3 Aspecto do cacho da uva Pinot Noir 13
- Figura 4 Cromatograma típico da análise de álcoois superiores. As substâncias identificadas foram: (1) etanal; (2) acetato de etila; (3) metanol; (4) 1-propanol; (5) 2-metil-1-propanol; (6) 4-metil-2-entanol (padrão interno); (7) 2-metil-1-butanol; (8) 3-metil-1-butanol. 36
- Figura 5 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos mostos. Os dois componentes acumulam 91,17% da variância. (r Itálico época 1, r Itálico época 2, C1= Chardonnay época 1, C2 Chardonnay época 2, P1= Pinot Noir época 1, P2= Pinot Noir época 2). 42
- Figura 6 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos vinhos base para espumante. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 72,20% da variância. (RI1=Rielsing Itálico época 1, RI2=Rielsing Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 46
- Figura 7 Análise de componentes principais baseada nas análises de minerais dos vinhos. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 71,51% da variância. (RI1=Rielsing Itálico época 1, RI2=Rielsing Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 53
- Figura 8 Análise de componentes principais baseada nas análises de alcoóis, álcoois superiores, ésteres e ácidos Os componentes 1 e 2 acumulam 69,8% da variância. (RI1=Rielsing Itálico época 1, RI2=Rielsing Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 58

- Figura 9 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos vinhos. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 78,77% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 61
- Figura 10 Análise de componentes principais baseada nas análises de minerais dos vinhos espumantes. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 79,49% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 64
- Figura 11 Análise de componentes principais baseada nas análises de alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos espumantes. Os componentes 1 e 2 acumulam 75,88 % da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2). 68
- Figura 12 Notas Finais dos vinhos espumantes das cultivares, Riesling Itálico, Chardonnay Pinot Noir em diferentes épocas de colheita, das safra 2006 e 2007. 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantidade e porcentagem de uvas das variedades Riesling, Chardonnay e Pinot Noir, coletadas em diferentes municípios da Serra Gaúcha nas Épocas 1 e 2. Safra 2006.	32
Tabela 2	Quantidade e porcentagem de uvas das variedades Riesling, Chardonnay e Pinot Noir, coletadas em diferentes municípios da Serra Gaúcha nas Épocas 1 e 2. Safra 2007.	32
Tabela 3	Características analíticas dos mostos das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Safras 2006 e 2007.	40
Tabela 4	Características analíticas dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios para as safras 2006 e 2007.	44
Tabela 5	Características analíticas dos elementos minerais dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir das duas épocas de colheita distintas. Teores médios das safras 2006 e 2007.	48
Tabela 6	Características analíticas dos alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007.	55
Tabela 7	Análises clássicas dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007.	59
Tabela 8	Características analíticas dos elementos minerais dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007	63
Tabela 9	Características analíticas dos alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores mádios das safras 2006 e 2007.	66

RESUMO

A influência da cultivar e da época de colheita na composição físico-química e na qualidade sensorial dos espumantes da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, elaborados pelo método *Champenoise* nas safras 2006 e 2007, foi avaliada. As cultivares utilizadas foram Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. As uvas foram colhidas em duas épocas distintas: uma referente ao ponto de colheita definido como ideal (época 1) e outra oito dias após (época 2). Os mostos, os vinhos base e espumantes foram analisados quanto à composição básica conforme a metodologia oficial brasileira. Além disso, nos vinhos base e espumantes foram analisados os elementos minerais e compostos aromáticos, através de absorção atômica e cromatografia gasosa, respectivamente. Os espumantes foram avaliados sensorialmente, por uma equipe de degustadores qualificados. Os resultados das análises clássicas dos mostos e vinhos base diferenciaram cultivares e épocas de colheita, nas duas safras estudadas. O mosto de Chardonnay apresentou maior valor de grau ° Brix e de álcool potencial. O Pinot Noir se diferenciou pela acidez mais elevada, enquanto que o Riesling Itálico apresentou menores grau Brix e acidez total. Os mostos das uvas colhidas na segunda época apresentaram maiores teores de açúcar, álcool potencial, pH e relação brix/acidez total, e menor acidez. Nos vinhos base, as cultivares Chardonnay e Riesling Itálico apresentaram, respectivamente, maior e menor teor alcoólico e os vinhos das uvas de colheita mais tardia apresentaram menor acidez total. Entretanto, nos vinhos espumantes as análises clássicas não apresentaram diferenças significativas em relação às cultivares e épocas de colheita. Entre os elementos minerais dos vinhos base e dos espumantes correspondentes, o Zn foi único elemento que apresentou diferença significativa entre as cultivares sendo que os vinhos Chardonnay obtiveram os maiores teores. Os vinhos base provenientes das uvas com maior grau de maturação apresentaram, independente da cultivar, maiores níveis de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Rb, Li e P e concentrações mais baixas em Cu e Zn. Quanto aos compostos voláteis, maiores quantidades de 2-fenil etanol e dietil succinato diferenciaram os vinhos da cultivar Chardonnay e maiores concentrações de hexanoato de etila e de acetato de isoamila diferenciaram os vinhos da cultivar Riesling Itálico. Já os vinhos Pinot Noir apresentaram teores de 2-metil-1-propanol e 2-metil-1-butanol significativamente superiores às outras variedades. Os vinhos obtidos de uvas colhidas na segunda época apresentaram menores teores de ácido butírico, diferenciando as duas épocas de colheita. Quanto à avaliação sensorial, a variedade Riesling Itálico apresentou maiores notas florais e a Chardonnay maior nota no frutado, tanto no aspecto olfativo quanto no gustativo. Já a Pinot Noir, maior nota vegetal, levedura e pão tostado. Na avaliação final os degustadores não fizeram distinção entre os espumantes Pinot Noir e os Chardonnay, preferindo estes aos de Riesling Itálico, nas duas safras estudadas. Na safra 2007 os degustadores preferiram os espumantes das uvas da primeira época de colheita, enquanto na safra 2006 não foi observada diferença entre as épocas de colheita. O presente trabalho contribuiu para a identificação dos principais constituintes e descritores que determinam a distinção e a tipicidade dos vinhos espumantes da Serra Gaúcha.

Palavras-chave: Vinho espumante, composição físico-química, perfil sensorial, tipicidade.

ABSTRACT

The influence of cultivar and harvest date on physico chemical composition and sensory quality of sparkling wines from Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, produced by the Champenoise method for crop years 2006 and 2007 were evaluated. The cultivars were Riesling Itálico, Chardonnay and Pinot Noir. The grapes were harvested at two different times: one related to the harvesting point defined as ideal (season 1) and another eight days after (time 2). Musts, base wines and sparkling wines were analyzed based on the basic composition as the official Brazilian methodology. In addition, the base wines and sparkling wines were analysed the mineral elements were analyzed and aromatic compounds by atomic absorption and gas chromatography, respectively. Sparkling wines have been evaluated by a team of qualified tasters. The results of the classical analysis of musts and base wines differentiated cultivars and harvest times in the two seasons studied. The Chardonnay must showed higher brix value and potential alcohol. The Pinot Noir has distinguished by higher acidity, while the Riesling Itálico had lower Brix and total acidity. The musts of grapes harvested in the second season showed higher levels of sugar, potential alcohol, pH and the relation Brix/total acidity and lower acidity. In the base wine, the varieties Chardonnay and Riesling Itálico were respectively higher and lower alcohol content and wine grapes harvested later showed lower acidity. However, in the sparkling wines the classic analysis showed no significant differences in different cultivars and harvest times. Among the mineral elements of the base wines and sparkling wines corresponding Zn was the only element that showed a significant difference among cultivars is that Chardonnay wines had the highest levels. The base wine from grapes with a higher degree of maturity showed, regardless of cultivar, higher levels of K, Ca, Mg, Mn, Fe, Rb, Li and P and lower concentrations of Cu and Zn. As for the volatile compounds, larger amounts of 2-phenyl ethanol and diethyl succinate differentiated the wines of the cultivar Chardonnay, and higher concentrations of ethyl hexanoate and isoamyl acetate differentiated the wines of the cultivar Riesling Itálico. Already Pinot Noir wines showed levels of 2-methyl-1-propanol and 2-methyl-1-butanol significantly higher than other varieties. The wines made from grapes harvested in the second period had lower levels of butyric acid, differentiating the two harvest seasons. As for the sensory evaluation, the variety Riesling Itálico showed higher floral notes and the Chardonnay with highest score on fruitiness in both the olfactory and the gustatory aspect. As for the Pinot Noir, highest notes aromatic for vegetable, yeast and toasted bread. In the final evaluation the panelists made no distinction between the sparkling wines Pinot Noir and Chardonnay, preferring these to Riesling Itálico, in the two harvests studied. In the season 2007 the tasters preferred the sparkling wines from the grapes of the first harvest season, while the harvest in 2006 there was no difference between harvest seasons. This work helped identify the main components and characteristics that determine the distinguish and tipicity of sparkling wines from the Serra Gaúcha.

Keywords: Sparkling wine, physico-chemical composition, sensory profile, tipicity.

1. INTRODUÇÃO

A Serra Gaúcha, região vitivinícola mais importante do Brasil, apresenta aptidão enológica diferenciada para a produção de vinhos espumantes. Nessa região são produzidas aproximadamente nove milhões de garrafas de vinhos espumantes, que representam mais de 95% de todo o vinho espumante brasileiro. Os municípios de Garibaldi e de Bento Gonçalves são dos dois maiores produtores, sendo que o primeiro foi o pioneiro da produção de vinho espumante no Brasil.

Entre os vinhos produzidos, o espumante é aquele que agrega maior valor ao produto. Este segmento da enologia apresenta elevado interesse socioeconômico, tendo em vista a geração de emprego e renda em toda a cadeia produtiva.

O maior volume de vinho espumante elaborado na Serra Gaúcha é através do método “Charmat” por ser mais rápido e favorecer a produção em grande escala, sendo que a segunda fermentação é realizada em grandes recipientes. O método tradicional é mais adequado para os pequenos produtores de vinho espumante, no entanto, o processo é mais demorado, além de apresentar um caráter artesanal, visto que a segunda fermentação é realizada na garrafa.

Entre os fatores que determinam a aptidão enológica e a tipicidade do vinho espumante da Serra Gaúcha, destacam-se dois aspectos principais: 1) - o relacionado ao vinho base, onde interferem a cultivar, a maturação, o aspecto sanitário da uva, além dos fatores naturais de clima e solo, o processo de extração e clarificação do mosto e a fermentação alcoólica, e 2) - o relacionado com a tomada de espuma, onde interferem na aptidão do vinho base para a formação, persistência e combinação do dióxido de carbono e os fatores tecnológicos tais como, linhagem de leveduras, temperatura e tempo de fermentação e autólise das leveduras.

As cultivares de videira mais utilizadas para elaboração do vinho espumante na Serra Gaúcha são a Riesling Itálico e a Chardonnay, ambas de película branca, e a Pinot Noir, de película tinta.

A cultivar Riesling Itálico origina vinho espumante mais leve, com predominância de notas florais, cítricas e abacaxi, enquanto a cultivar Chardonnay gera vinho espumante de boa estrutura e de aroma complexo adquirindo notas de pão torrado. A cultivar Pinot Noir, geralmente, atribui mais estrutura ao vinho espumante, caracterizando-se por alta intensidade aromática, tendo como principais descritores, maçã verde, mel, manteiga, abacaxi e levedura.

No aspecto climático, a Serra Gaúcha se caracteriza por apresentar um clima temperado úmido que aliado à altitude da região determina uma fase de maturação lenta, não permitindo que a uva alcance, por ocasião da colheita, uma maturação adequada para a produção de vinho branco de mesa fino. No entanto, esse nível de maturação é favorável para a produção de vinho espumante.

Apesar da aptidão enológica da Serra Gaúcha para a produção de vinho espumante e a importância socioeconômica dos mesmos para o desenvolvimento da região, são reduzidos os trabalhos científicos existentes sobre esse tipo de vinho. Neste sentido, o presente trabalho visou: avaliar a influência da cultivar e da época de colheita na composição físico-química e na qualidade dos vinhos espumantes para contribuir com a definição dos vinhos da tipicidade regional e na possibilidade de agregar valor ao espumante da Serra Gaúcha. Além disso, este trabalho visou caracterizar analítica e sensorialmente o vinho espumante das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir da Serra Gaúcha, com o intuito de identificar os principais constituintes e descritores que determinam a sua distinção como vinhos típicos de qualidade. Com estas informações procurou-se contribuir com o desenvolvimento da cadeia produtiva do vinho espumante da Serra Gaúcha, através do conhecimento gerado sobre a composição físico-química e dos descritores sensoriais desse produto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância sócio-econômico do vinho espumante na Serra Gaúcha

O início da produção do vinho espumante no Brasil aconteceu em Garibaldi, RS em 1913, através do imigrante italiano Manuel Peterlongo Filho, proveniente da região do Trento. A atividade foi continuada posteriormente por seu filho Armando Peterlongo (Rizzon *et al.*, 2000).

Inicialmente, o processo utilizado para elaboração do espumante foi o método tradicional (Champenoise). Este processo difundiu-se para outros municípios da Serra Gaúcha, e Garibaldi, além de ser o município pioneiro, sempre teve a sua economia relacionada com esse tipo de vinho, por isso lhe foi atribuído o título de “Capital Brasileira do Champanha”. Entretanto, foi na década de 1970, com a chegada de outras empresas multinacionais especializadas na produção de espumantes em outras regiões, que o setor apresentou desenvolvimento acentuado (Rizzon *et al.*, 2000). Atualmente, a produção de vinho espumante na serra Gaúcha é superior a nove milhões de garrafas anuais (Ibravin, 2009), gerando uma renda de mais de 200 milhões de reais anuais.

2.2 Localização geográfica da Serra Gaúcha

A Serra Gaúcha não é uma região geográfica, pois não apresenta limites definidos. Trata-se de uma região identificada apenas pela colonização de origem italiana que apresenta a vitivinicultura como uma atividade agrícola importante. Está localizada no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 28° e 29° de latitude sul. Apresenta relevo acidentado formado por montanhas de altitude variável de 400 a 850 metros. Seu solo é predominantemente de origem basáltica. No aspecto hídrico, a região ocupa a área de duas grandes bacias, a Taquari - Antas e a Caí (Miele & Miolo, 2003).

2.3 Qualidade da uva para elaboração do vinho espumante

Na região de Champanhe na França, a uva utilizada para elaboração do vinho espumante não atinge um estágio de maturação adequado para a produção de vinho branco seco de mesa de qualidade, pois a uva não alcança o teor de açúcar necessário e, além disso, apresenta elevada acidez. A uva Pinot Noir, por exemplo, que na região da Borgonha produz vinho tinto encorpado, na Champagne, alcança apenas cor rosada, por isso nesta região, é utilizada na elaboração do vinho espumante. Pode-se dizer que a uva está sendo produzida na região limite em relação às condições climáticas, principalmente, quanto à insolação (Dovaz, 1983). Além disso, as cultivares utilizadas na elaboração do champanhe, Chardonnay, Pinot Noir e Pinot Meunier, são consideradas precoces em relação à época de maturação da uva, conseqüentemente, necessitam de menor quantidade de calor para completar o ciclo vegetativo. Assim, é possível observar que a região de Champagne encontrou no vinho espumante um produto típico e identificado com os fatores naturais de clima e solo, isto é, a região apresenta aptidão enológica para a produção do vinho espumante (Mével, 2006).

Fazendo uma analogia com a região de Champagne, a Serra Gaúcha também apresenta aptidão enológica para a produção de vinho espumante, já que as uvas atingem menor grau de maturação adequado para estes vinhos. Neste sentido, as uvas mais utilizadas, tais como a Riesling Itálico, a Chardonnay e a Pinot Noir, apresentam nesta região, potencial alcoólico baixo (9,5 % v.v⁻¹ a 10,5 % v.v⁻¹), acidez titulável relativamente elevada (75,0 meq.L⁻¹ a 85,0 meq.L⁻¹) e pH baixo (3,10 a 3,25), condições necessárias para garantir o frescor aromático e gustativo, fatores importantes para a qualidade desses vinhos (Rizzon *et al.*, 2000). Porém, diferentemente de região de Champagne, o menor grau de maturação da uva e o alto nível de acidez não são consequência da insolação deficiente, mas do excesso de chuva no período de maturação e da colheita que não permite que a uva sintetize uma quantidade de açúcar

suficiente para se obter um vinho branco de mesa de elevada qualidade (Chandon do Brasil, 2006).

O maior teor de acidez da uva protege o mosto da oxidação, dificulta a passagem do potássio para o mosto, garantindo um pH baixo. Além disso, favorece a apresentação de concentrações mais elevadas de substâncias nitrogenadas, o que favorece a tomada de espuma, garantindo o frescor, condição importante para a qualidade desses vinhos (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Um aspecto fundamental para a produção de vinho espumante é a qualidade sanitária das uvas utilizadas. Uvas com problemas de podridão comprometem a qualidade do vinho base e conseqüentemente do vinho espumante, interferindo no aspecto visual através da oxidação e provocando aromas e gostos desagradáveis (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003). Assim sendo é importante que a uva esteja inteira por ocasião do início do processamento (Flanzy, 2003). Atualmente, na Serra Gaúcha, observa-se um cuidado acentuado com a colheita, o transporte e o controle da temperatura da uva utilizada na elaboração do vinho espumante (Rizzon *et al.*, 2000).

Outro aspecto a ser considerado com relação à qualidade da uva para a produção de espumante, é a garantia da fermentação do mosto, ou seja, evitar a aplicação de produtos fitossanitários em período próximo à colheita da uva que possam dificultar ou inibir o processo fermentativo (Fregoni *et al.*, 1986).

2.4 Aptidão enológica para a produção de vinho espumante da Serra Gaúcha

A região vitícola da Serra Gaúcha, embora recente em comparação com outras regiões vitivinícolas mundiais, vem se destacando pela qualidade de seus vinhos espumantes. Este fato evidencia que a região apresenta aptidão enológica para a produção desse tipo de vinho, isto é, produz um espumante distinto e de elevada qualidade, com características próprias,

valorizadas pelos consumidores. Essa aptidão enológica origina-se dos fatores naturais de clima e solo da região, que propiciam a produção de cultivares adaptadas, e da utilização de práticas agronômicas, tais como: porta-enxerto, sistema de condução, espaçamento e tratamentos culturais (Carbonneau, 1984).

Determinados vinhos típicos consagrados da Serra Gaúcha representam a evolução lenta do trabalho de diversas gerações de viticultores, que participaram da definição das cultivares mais adaptadas e das práticas agronômicas que maximizam os descritores sensoriais qualitativos dos vinhos naquelas condições naturais de clima e solo, o “terroir”. Na Serra Gaúcha, a produção de vinhos espumantes baseia-se, principalmente, no modelo da região de Champagne, na França, e no modelo da região de Asti na Itália, no caso específico do Moscatel espumante (Miele & Miolo, 2003).

A aptidão enológica para a produção de vinho espumante da Serra Gaúcha não se restringe a um único fator, mas a um conjunto de fatores que somados fazem a diferença (Geisse, 2009). A tipicidade dos vinhos espumantes da Serra Gaúcha, assim como na região de Champagne, é atribuída a fatores geográficos (latitude e altitude), às características do solo e do clima, às cultivares de videiras utilizadas e às práticas agronômicas adotadas para a produção da uva (sistema de condução, porta-enxerto, tipo de poda, adubação, colheita, a tecnologia de extração do mosto e de elaboração do vinho base, às condições da tomada de espuma) (Rizzon *et al.*, 2000). Por isso, deve-se considerar o conhecimento do viticultor que pode interferir no rendimento, no vigor e, conseqüentemente, na maturação da uva, através do modo de condução, da escolha do porta-enxerto, da adubação e da definição da época de colheita (Delas & Pouget, 1984; Mac Neil, 2003; Alvarenga *et al.*, 2004).

A precipitação pluviométrica acrescida do efeito da localização geográfica, da altitude e do tipo de solo exerce influência sobre o amadurecimento lento das uvas utilizadas para a elaboração do vinho espumante (Mac Neil, 2003). O cultivo da videira na Serra Gaúcha

concentra-se em altitudes de 400 m a 600 m. Os fatores relacionados à localização geográfica da Serra Gaúcha participam da tipicidade dos vinhos espumantes determinando a duração do período da maturação da uva. A altitude impõe um processo de maturação lento, pois maiores altitudes apresentam amplitudes térmicas elevadas entre os dias as noites. Este aspecto é importante para garantir mostos de pH baixos, com teores de potássio adequados e, conseqüentemente, acidez equilibrada da uva. A altitude também favorece a aeração do vinhedo e a secagem mais rápida das folhas por ocasião do aumento das precipitações pluviométricas, reduzindo o ataque de agentes causadores de doenças como as podridões e a glomerela (Meneguzzo, *et al.* 1999).

Quanto aos solos da região vitícola da Serra Gaúcha, mesmo que a rocha de origem seja o basalto, encontra-se grande variabilidade de tipos com diferentes níveis de fertilidade. Segundo Streck *et al.* (2008), no município de Bento Gonçalves, os principais solos são: Argissolo Vermelho-Amarelo, Chernossolo Háptico típico, Chernossolo Argilúrico típico e Neossolo Litólico Eutrófico.

Esses solos, de modo geral, se caracterizam por ser moderadamente drenados, apresentar profundidade média e cor bruno escura nos horizontes inferiores. São de consistência plástica a ligeiramente pegajosa. Apresentam pH ácido, com capacidade de troca de cátions média, o que está relacionado com a atividade de argila. A saturação por bases cresce com a profundidade do solo, enquanto que a concentração de alumínio intercambiável que é alta na superfície, decresce com a profundidade. A concentração de potássio no solo é considerada de média a alta, enquanto que a de fósforo é classificada como média a baixa. Esses solos caracterizam-se também por apresentar teores elevados dos micronutrientes: cobre, zinco e manganês, e macronutriente o enxofre. Os solos ocupados por vinhedos por períodos mais longos apresentam ainda teores elevados de cobre e manganês, provenientes de

resíduos de produtos fitossanitários aplicados para o controle das doenças fúngicas (Rizzon *et al.*, 2008).

De modo geral, os solos da Serra Gaúcha apresentam fertilidade elevada na superfície, fato que determina predominantemente a disposição horizontal do sistema radicular das videiras. O teor de alumínio intercambiável e a estrutura argilosa nas camadas mais profundas do solo dificultam o desenvolvimento do sistema radicular, fato que pode comprometer a absorção de água pela planta nas condições extremas de seca ou excesso hídrico (Alvarenga *et al.*, 2004).

Em relação às condições climáticas, pode-se dizer que a videira é uma planta que apresenta grande capacidade de adaptação. Ela é cultivada desde as regiões de clima frio, até as regiões de clima tropical como acontece no Vale do Rio São Francisco, no Nordeste brasileiro. No entanto, é a região Mediterrânea que apresenta as melhores condições climáticas para o desenvolvimento da videira. Nesta região, a videira é cultivada facilmente, sem necessitar de muitos cuidados. Porém, os melhores vinhos são produzidos em regiões mais setentrionais, onde a cultura da videira necessita de maiores cuidados devido às condições climáticas não serem as mais favoráveis para a maturação da uva. Regiões muito quentes determinam a maturação muito rápida da uva, o que favorece a oxidação das substâncias aromáticas prejudicando a qualidade organoléptica do produto final (Miele & Miolo, 2003; Giovannini & Manfroi, 2009; Angheben, 2010).

O clima da Serra Gaúcha é temperado do tipo subtropical, mesotérmico úmido. O verão é ameno e úmido e o inverno frio e chuvoso. O inverno se caracteriza por apresentar de 10 a 15 geadas e entre 400 horas a 500 horas de frio abaixo de 10°C, suficiente para garantir o período de repouso vegetativo para a videira. As normais dos principais dados climáticos são: temperatura do ar 17,2°C; precipitação pluviométrica 1736 milímetros, umidade relativa do ar 78 % e insolação 2246 horas (Miele & Miolo, 2003).

Entre os fatores climáticos que causam prejuízos econômicos graves ao cultivo da videira na Serra Gaúcha, destacam-se as geadas tardias que afetam, principalmente, a cultivar Chardonnay por ser de brotação precoce. O plantio desta cultivar não é recomendado em locais predispostos a esses eventos climáticos, já que as geadas podem causar danos importantes quando ocorrem com as videiras em brotação. Os brotos novos são queimados quando a temperatura do ar é inferior a $-2,5^{\circ}\text{C}$, como aconteceu nas safras de 2006 e 2007 na Serra Gaúcha, reduzindo consideravelmente a produção de uva da cultivar Chardonnay. Outro evento climático responsável por prejuízos econômicos na viticultura são as chuvas de granizo, que embora atinjam áreas restritas, podem ocasionar a perda total e a recuperação completa dos vinhedos pode demorar até três anos. De modo geral, na Serra Gaúcha não há limitações ao cultivo da videira em relação às condições climáticas relativas à temperatura mínima e máxima, à umidade relativa do ar às horas de insolação e à soma de calor efetivo, cujos valores se enquadram nos limites estabelecidos nas outras regiões vitícolas mundiais (Mandelli, 2007).

Considerando as regiões vitícolas produtoras de vinho espumante, o fator climático que mais diferencia a Serra Gaúcha das demais regiões é a precipitação pluviométrica que ocorre, principalmente, no período vegetativo da videira. Enquanto na região de Champagne (França) o volume de precipitação pluviométrica é de aproximadamente 400 mm/ano. Na Serra Gaúcha, o volume de chuva neste período é, em média, de 900 mm, portanto duas vezes maior. Geralmente, nos meses de dezembro a março, que corresponde ao período de maturação e colheita da uva na Serra Gaúcha, ocorrem de 10 a 15 dias de chuva e, conseqüentemente, tempo nublado e temperatura mais baixa em comparação aos dias claros. Esses fatores interferem na maturação da uva e são determinantes para estabelecer a quantidade de açúcar e de ácidos do mosto, o grau de sanidade da uva, e por fim, para definir o momento de colheita da uva (Falcade *et al.*, 1999).

2.5 Principais cultivares de videiras utilizadas para a elaboração de vinho espumante na Serra Gaúcha

Na Serra Gaúcha, as cultivares mais utilizadas para elaboração de vinho espumante são a Riesling Itálico e a Chardonnay, entre as uvas brancas, e a Pinot Noir, entre as tintas. Com exceção de alguns vinhos espumantes elaborados com uvas aromáticas, como o Asti (na Itália), que é feito a partir da uva Moscatel, os demais não utilizam variedades aromáticas. Outras cultivares, tais como o Trebbiano e a Sémillon, atualmente, são pouco utilizadas (Rizzon & Meneguzzo, 2006). As cultivares de ciclo curto Chardonnay e Pinot Noir também participam da elaboração do champagne na França. No caso da Pinot Noir, por ser uma cultivar de película tinta, o cuidado na extração do mosto para assegurar o mínimo de compostos fenólicos é fundamental para a qualidade do vinho espumante (Geisse, 2009).

De modo geral, a cultivar Pinot Noir contribui com a estrutura, atribuindo maior complexidade e qualidade ao vinho espumante. A cultivar Chardonnay participa com a complexidade aromática e também com a estrutura do vinho espumante. A cultivar Riesling Itálico, também conhecida como Riesling da Áustria, participa com o seu aroma frutado e floral, atribuindo suavidade e leveza ao vinho espumante da Serra Gaúcha (Geisse, 2009).

2.5.1 Cultivar Riesling Itálico

É uma uva branca, de maturação intermediária, sensível ao míldio e à podridão do cacho. Apresenta cacho pequeno e compacto. Possui bom potencial de acúmulo de açúcar na baga. Origina um vinho com aroma pouco pronunciado e aroma secundário suficiente para ser classificado como vinho frutado. Deve ser colhida com um potencial alcoólico de 9 %v.v⁻¹ a 10 %v.v⁻¹ para apresentar a estrutura ácida necessária para garantir o frescor do vinho espumante (Geisse, 2005). A cultivar Riesling Itálico contribui para a formação de aroma

frutados e florais específicos do vinho espumante da Serra Gaúcha. Esta uva apresenta aromas cítricos frescos (pomelo, lima); lembrando pera, mentol e flores brancas. No paladar apresenta ataque marcante (acidez inicial), pouco corpo e baixa persistência (Rizzon *et al.*, 2000).



Figura 1 Aspecto do cacho da uva Riesling Itálico
Fonte: www.vivairauscedo.com/en/catalogo.php Acesso em 25/10/2010

2.5.2 Cultivar Chardonnay

Uva branca, de maturação precoce, sensível ao míldio e à podridão do cacho. Apresenta cacho pequeno e possui bom potencial de acúmulo de açúcar na baga. Origina um vinho branco equilibrado, com pouco aroma varietal, porém, de elevada complexidade, o que o torna bastante apreciado pelos consumidores (Hardy, 2003). A cultivar Chardonnay contribui com a fineza, a complexidade aromática e estrutura do vinho espumante. Trata-se de uma cultivar bem adaptada à região da Serra Gaúcha. O vinho elaborado com a cultivar Chardonnay caracteriza-se por apresentar aroma que lembra maçã verde, frutas tropicais (abacaxi) e frutas cítricas maduras. No paladar apresenta ataque predominantemente ácido, boa estrutura e persistência no final de boca (Rizzon *et al.*, 2000).



Figura 2 Aspecto do cacho da uva Chardonnay

Fonte: www.vivairauscedo.com/en/catalogo.php Acesso em 25/10/2010

2.5.3 Cultivar Pinot Noir

Uva tinta, de maturação precoce, sensível ao míldio e à podridão do cacho. Apesar do elevado potencial de produção de açúcar, dificilmente atinge a completa maturação nas condições climáticas da Serra Gaúcha, pois a uva é muito sensível aos problemas de podridão. Neste sentido, o seu melhor uso é na vinificação em branco, visando à elaboração de vinho espumante. Além da estrutura que atribui ao vinho espumante da Serra Gaúcha, a uva Pinot Noir contribui também com a complexidade aromática, conferindo ao vinho notas de feno, torrefação e pão tostado, aumentando a estrutura e a tipicidade dos mesmos (Herbin & Rochard, 2006).



Figura 3 Aspecto do cacho da uva Pinot Noir

Fonte: www.vivairauscedo.com/en/catalogo.php Acesso em 25/10/2010

2.6 Elaboração do vinho espumante na Serra Gaúcha

O vinho espumante natural, que também pode ser designado “champanha”, deve apresentar no mínimo quatro atmosferas de pressão, medido a 20 °C. Esta pressão deve ser devida ao dióxido de carbono formado em uma segunda fermentação alcoólica que pode acontecer na garrafa, pelo método tradicional – método “Champenoise”, ou em grandes recipientes – método “Charmat” (Brasil, 1974), através de dois processos diferenciados.

O processo de elaboração do vinho espumante na Serra Gaúcha compreende duas etapas distintas: uma é a obtenção do vinho base e a outra a tomada de espuma ou champanhização. O vinho espumante é feito de vinho branco obtido do mosto extraído por prensagem direta da uva, que pode ser branca ou tinta. No caso da uva tinta é necessário extrair o mosto, o quanto possível, isento de pigmentos da película (Rizzon *et al.*, 2000). A tecnologia de extração do mosto, na qual se pretende evitar ao máximo a maceração da uva para reduzir o teor de compostos fenólicos e de potássio, é uma das etapas mais importante do processo. O mosto é extraído através da prensagem direta da uva inteira, a qual é realizada o mais rápido possível, utilizando-se prensa vertical descontínua, ou prensa pneumática. Outro

aspecto importante na extração do mosto para vinho espumante é o seu fracionamento, seguindo a operação da prensagem. O mosto-flor é utilizado na preparação do vinho espumante de qualidade superior, enquanto que aqueles obtidos da primeira e de segunda prensagem, mais encorpados, menos finos e menos ácidos são utilizados para a elaboração de vinhos de qualidade inferior (Mével, 2006). Geralmente, com o aumento de intensidade de prensagem, o mosto apresenta pH mais elevado e a acidez total mais baixa. Isto acontece devido ao aumento dos cátions, especialmente o potássio, e a redução do teor dos ácidos tartárico e málico (Rizzon *et al.*, 2000).

A clarificação do mosto deve ser feita utilizando pouco dióxido de enxofre para reduzir a quantidade de aldeído acético, o efeito da solubilização dos compostos fenólicos da uva, além de reduzir a formação de ácido sulfídrico e de mercaptanos (Cvazzani, 1989). A aplicação de bentonita, devido à interferência no teor de proteínas e consequente redução da persistência de espuma, deve ser feita com moderação. A dose de bentonita empregada, geralmente varia de 25 g.hL⁻¹ a 30 g.hL⁻¹, o suficiente para fixar a proteína instável presente no mosto (Peynaud, 1982; Flanzy, 2003).

A fermentação regular é garantida com a utilização de leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 20g.hL⁻¹, a qual deve ser previamente hidratada em água morna a 33°C a 35°C. A fermentação é realizada em recipientes de aço inoxidável, equipados com dispositivo para controle da temperatura e deve se desenvolver regularmente, à temperatura inferior a 20°C, até a transformação do açúcar em álcool. Quando necessário para alcançar o grau alcoólico desejado, é permitido efetuar a correção do mosto com sacarose, até a formação de 3%v v⁻¹ de álcool (Brasil, 1988). O açúcar deve ser diluído em um pouco de mosto e depois homogeneizado no volume total (Peynaud, 1982).

No caso da produção de vinho base para espumante pelo processo tradicional ou Champenoise é necessário que ocorra a fermentação malolática, para evitar que a mesma

aconteça no período de formação de espuma na garrafa (De Rosa, 1978). O vinho base para espumante deve apresentar grau alcoólico relativamente baixo (entre 10,0% v v⁻¹ e 10,5% v v⁻¹) acidez total elevada (entre 80,0meq.L⁻¹ e 90,0meq.L⁻¹), pH abaixo de 3,2, acidez volátil inferior a 10,0meq.L⁻¹, açúcar total inferior 1,5g.L⁻¹ e teor de dióxido de enxofre total inferior a 50,0meq.L⁻¹. Uma das características do vinho base para espumante é apresentar estabilidade adequada, por isso não deve conter quantidade elevada de substâncias proteicas e elementos minerais, especialmente ferro e cobre, que provocam turvações. Recomenda-se reduzir o teor de potássio e de ácido tartárico e seus sais através de precipitação por refrigeração (Rizzon *et al.*, 2000).

A segunda etapa da elaboração do vinho espumante é responsável por uma das suas características principais que é a formação do dióxido de carbono, através de uma segunda fermentação alcoólica (De Rosa, 1978). O processo inicia na escolha do vinho base, o qual é selecionado em função da cultivar e da safra, sempre considerando as características definidas pela empresa produtora. Depois da escolha dos vinhos é feita a “assemblage”, que corresponde ao corte dos vinhos (Dovaz, 1983). Nos anos especiais, para a “assemblage”, são utilizados somente vinhos da safra a fim de preservar a personalidade própria da safra naquele vinho. Neste caso, é obtido o vinho espumante “millésime” ou safrado, que poderá ser mencionado no rótulo (Rabachino, 2007).

A seguir, deve ser adicionado ao vinho nitrogênio amoniacal na forma de fosfato de amônia na quantidade máxima de 30 g.hL⁻¹. É recomendável adicionar também vitamina B1 (tiamina), na proporção de 6 g.hL⁻¹, para reduzir o teor de aldeído acético do espumante, e caseinato de potássio (4 g.hL⁻¹), para precipitar os compostos fenólicos (catequinas), protegendo o vinho da oxidação. Recomenda-se a aplicação de bentonite na proporção de 4 g.hL⁻¹ para facilitar a operação de precipitação das células de leveduras no final do processo fermentativo (Rizzon *et al.*, 2000). O açúcar responsável pela segunda fermentação,

adicionado ao vinho base é designado de licor de “tirage”. A quantidade de açúcar a adicionar deve ser calculada de modo a permitir a formação de dióxido de carbono, suficiente para produzir a pressão mínima necessária. A legislação brasileira estabelece um mínimo de quatro atmosferas a 20 °C, no entanto, deve-se calcular para obter seis atmosferas devido às perdas que acontecem nas etapas finais. A adição do licor de “tirage” deve ser feita antes da colocação do vinho na garrafa, quando ainda estiver no tanque, tendo o cuidado de efetuar uma boa homogeneização (Rizzon & Meneguzzo, 1996).

As garrafas com o vinho base são armazenadas em locais com condições naturais de temperatura constante de 10 °C a 12 °C, onde ocorrerá a fermentação alcoólica. Depois de concluída a fase de formação de espuma e de permanência do vinho sobre as borras, observa-se na garrafa um depósito formado por células de leveduras e por produtos enológicos. Este depósito deve ser conduzido lentamente para o bico da garrafa para ser retirado posteriormente. Essa operação é feita em “pupitres”. A movimentação do depósito é feita através de pequenos golpes e giros aplicado nas garrafas, o chamado “remuage”. A prática de “dégorgement” é realizada com a finalidade de eliminar a borra depositada na parte interna da tampa da garrafa (Cvazzani, 1989).

A seguir, se uniformiza o nível do espumante que permaneceu, deixando espaço suficiente para adicionar o “licor de expedição” que é feito com vinho de boa qualidade e açúcar. O “licor de expedição” é adicionado para contribuir com a harmonia e suavidade do vinho espumante, além de melhorar o aroma e as características gustativas do vinho. A quantidade a adicionar depende do tipo de vinho espumante que está sendo elaborado: extra brut, brut, seco, demi-sec ou doce (Brasil, 1974; Rizzon *et al.*, 2000).

2.7 Composição do vinho espumante da Serra Gaúcha

O estudo da composição do vinho espumante é realizado, em geral, considerando três grupos de constituintes: composição clássica, elementos minerais e compostos voláteis.

2.7.1 Análises clássicas

As análises da composição clássica correspondem a um conjunto de determinações físico-químicas efetuadas nos vinhos espumantes, e que informam sobre a qualidade geral, tanto sob o aspecto visual, como olfativo e gustativo. Essas análises indicam também sobre o enquadramento ou não desses vinhos nos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Como, por exemplo, se a quantidade de açúcar está conforme a classificação do rótulo: Extra-brut, brut, seco, demi-sec e doce (Brasil, 1974). As análises clássicas evidenciam também eventuais alterações que podem ter ocorrido em todo o processo de elaboração do vinho espumante.

O dióxido de carbono é o componente que diferencia o vinho espumante das demais categorias de vinhos (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003). O dióxido de carbono é um gás incolor, de aroma pungente e de sabor ácido. Em solução aquosa apresenta reação ácida fraca devido à formação do ácido carbônico, que é muito instável, liberando novamente dióxido de carbono e água. Apresenta percentual de dissociação fraca de apenas 0,17 %, e é devido a isto que sua reação ácida é fraca (Chandon do Brasil, 2006).

O dióxido de carbono dissolvido no vinho causa um aumento de volume de 4,5 mL a uma pressão de 4 a 5 atmosferas em um recipiente de 750 mL. Este gás possui densidade elevada, que em relação ao ar é de 1,529. Esta qualidade permite que o gás seja trasfegado de um recipiente para outro, semelhante ao que acontece com os líquidos. Um volume de água a 15°C dissolve um volume de dióxido de carbono na pressão ordinária, dois volumes à pressão de duas atmosferas, três volumes à pressão de três atmosferas. Isto faz com que num vinho a

quatro atmosferas de pressão estejam dissolvidos 4000 mL de dióxido de carbono a 15°C. Assim, denomina-se de poder solvente do vinho a quantidade de mililitros de dióxido de carbono que são dissolvidos em 100 mL de vinho à temperatura de 20 °C e à pressão de 760 mm de mercúrio (Chandon do Brasil, 2006).

O álcool do vinho favorece a dissolução do dióxido de carbono, por isso quanto maior o grau alcoólico maior é a solubilidade do gás. Essa informação deve ser levada em consideração no momento da adição do açúcar ao vinho base para alcançar a pressão mínima estabelecida pela legislação. A medida da pressão do dióxido de carbono na garrafa de vinho espumante é feita através de um afrômetro, introduzido no recipiente através da rolha que efetua a medida física da pressão do dióxido de carbono no espaço da “câmara de ar” que fica entre o vinho e a rolha (Chandon do Brasil, 2006).

No aspecto organoléptico, o dióxido de carbono apresenta um ligeiro efeito excitante na cavidade bucal ao ser ingerido, além de contribuir para a complexidade do aroma do vinho espumante exaltando especialmente os aromas frutados e florais. O dióxido de carbono do vinho espumante atenua o gosto doce, por isso é utilizada uma classificação diferente em relação ao teor de açúcar para esse tipo de vinho. O dióxido de carbono também interfere na acidez do vinho espumante, mantendo as características de frescor, além de participar como antioxidante (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Na avaliação sensorial do vinho espumante, o dióxido de carbono é observado através da espuma (efervescência) que é formada quando a garrafa é aberta e o vinho colocado na taça. Inicialmente, observa-se um volume elevado de espuma, superior mesmo ao do vinho, que aos poucos se desprende, reduzindo-se a apenas a uma pequena quantidade que forma um anel em contato com a parede do cálice, dando origem a um “perlage” persistente por um tempo variável conforme as características do vinho espumante (Miele & Miolo, 2003).

Um dos aspectos relacionados à qualidade do vinho espumante é avaliado através de um “perlage” prolongado e persistente formado por borbulhas pequenas, as quais por um fenômeno de absorção, relacionado à tensão superficial, concentram-se de substâncias aromáticas, provocando um claro aumento das qualidades organolépticas desses vinhos (Miele & Miolo, 2003; Rabachino, 2007).

No caso do grau alcoólico do vinho espumante, ele representa a soma da graduação do vinho base, mais aquela formada por ocasião da tomada de espuma, que é de aproximadamente 1,4 % v.v⁻¹. O álcool do vinho espumante participa das características organolépticas, contribuindo com o gosto doce, reduzindo o gosto ácido, interferindo ainda na absorção do dióxido de carbono e no “perlage” (Rizzon *et al.*, 2000).

Quanto à acidez do vinho espumante, a avaliação é efetuada através da determinação da acidez total, do pH e da acidez volátil. Os vinhos espumantes brasileiros se caracterizam por apresentar valores de acidez total considerados elevados, isto é, superiores a 70 meq.L⁻¹ e valores de pH entre 3,10 e 3,40 (Rizzon *et al.*, 2000). Esses valores garantem as características de frescor aromático e gustativo dos vinhos espumantes e estão relacionados ao grau de maturação da uva, às cultivares utilizadas e também à forma de extração do mosto. Uma das características do vinho espumante brasileiro é a sua acidez, que lhe garante as características aromáticas e também a sua coloração (Geisse, 2005).

A acidez volátil do vinho espumante determina o teor de ácido acético do mesmo. É fundamental, para a qualidade do vinho espumante, que ele apresente baixo teor de acidez volátil, isto é, inferior a 12,0 meq.L⁻¹, o que equivale a 0,72 g.L⁻¹ de ácido acético. Valores baixos de acidez volátil indicam que o vinho base já apresentava teor baixo e que a fermentação alcoólica e a tomada de espuma ocorreram sem a participação de bactérias acéticas. Teores elevados de acidez volátil representam vinhos alterados no aroma e no gosto (Peynaud, 1982; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

O extrato seco do vinho espumante representa a soma do conjunto de substâncias fixas do vinho, isto é, aquelas substâncias que não se volatilizam nas condições usuais. Portanto, o extrato seco é formado pelos ácidos orgânicos, elementos minerais, açúcares, substâncias nitrogenadas e glicerol. O extrato seco representa as substâncias que atribuem estrutura ao vinho (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Geralmente, os vinhos espumantes apresentam teores baixos de extrato seco por serem elaborados com a participação reduzida da película da uva e pela forma utilizada de extração do mosto. O extrato seco reduzido, que representa o teor de extrato seco sem os açúcares, também em geral é baixo e semelhante ao do vinho branco, em média varia de $16,0\text{g.L}^{-1}$ a $18,0\text{g.L}^{-1}$ (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Os açúcares totais representam a soma dos açúcares redutores remanescentes do mosto da uva que permaneceram no vinho base mais a quantidade adicionada no licor de expedição por ocasião do “dégorgement” (Peynaud, 1982; Flanzy, 2003). O teor de açúcar determina a categoria do espumante (Brasil, 1974).

As cinzas representam os elementos minerais presentes no vinho espumante e geralmente são da ordem de 10% do teor de extrato seco reduzido (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003). A Legislação Brasileira estabelece em $1,0\text{g.L}^{-1}$ o teor mínimo de cinzas dos vinhos espumantes (Brasil, 1974). Os vinhos espumantes apresentam teor baixo de cinzas, devido, principalmente, a maneira de extração do mosto em alguns casos não alcançando até mesmo o teor mínimo estabelecido. A alcalinidade das cinzas indica o grau de salificação dos ácidos orgânicos do vinho espumante, mas especialmente o tartárico. Os vinhos espumantes apresentam valores baixos da alcalinidade das cinzas, média de $17,2\text{meq.L}^{-1}$, o que indica que a maior parte do ácido tartárico encontra-se na forma livre e não salificada (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003; Rizzon *et al.*, 2008). A legislação brasileira não estabelece limites para este

parâmetro, no entanto, a sua determinação é importante e está relacionada com a acidez total do vinho espumante (Brasil, 1974).

A densidade ótica, avaliada a 420 nm (DO 420), mede a intensidade da cor amarela do vinho espumante. Valores elevados deste índice, acima de 0,120, indicam que são vinhos de média a alta de intensidade de cor, o que muitas vezes estão relacionados com a oxidação dos mesmos (Rizzon *et al.*, 2008). Neste sentido, valores baixos do índice são indicativos de vinhos espumantes de baixa intensidade de cor e sem problemas de oxidação.

2.7.2 Elementos minerais

Os minerais dos vinhos espumantes que constituem as cinzas são formados por dois grandes grupos que são: os ânions e os cátions. Os principais ânions do vinho espumante são os cloretos, sulfatos e os fosfatos. A legislação brasileira estabelece limites máximo para o cloreto (200 mg.L^{-1}) na forma de cloreto de sódio e os sulfatos ($1,0 \text{ g.L}^{-1}$) na forma de sulfato de potássio (Brasil 1974). Os vinhos espumantes da Serra Gaúcha apresentam baixos teores de cloretos e de sulfatos, ficando bem abaixo do limite estabelecido. No caso específico do sulfato os teores mais elevados estão relacionados com as doses de dióxido de enxofre aplicado ao vinho e eventualmente com a conservação do vinho em barricas de carvalho usada. Teores elevados de sulfatos, eventualmente encontrados, podem indicar vinhos velhos oxidados. O sulfato interfere negativamente na qualidade gustativa dos vinhos, causando gostos amargos (Flanzy, 2003). Os fosfatos, por sua vez, não apresentam limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira. Teores elevados desse ânion estariam relacionados com aplicação de ativadores de crescimento levuriano na fermentação alcoólica na forma de fosfato de amônio. Foi observado que vinhos obtidos de mosto de prensa apresentam teores mais elevados de fosfatos. No passado, teores elevados de fosfatos nos vinhos era indicativo de qualidade (Watson, 2003).

No caso dos cátions observa-se maior diversificação de elementos minerais, sendo que os principais encontrados nos vinhos espumantes são: K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Li e Rb. Desse conjunto o K, Ca e Mg são encontrados em maior quantidades, sendo que o K é o mais importante, representando, geralmente, entre 40 % e 50 % das cinzas. No caso do vinho espumante, a reduzida participação da película e a forma de extração do mosto através da prensagem direta do grão inteiro, são fatores que determinam baixos teores de K nos vinhos, aspecto importante para a qualidade dos mesmos. Teor elevado de K é indicativo de uva excessivamente madura, da utilização da maceração pelicular no esmagamento da uva e de mosto prensa na elaboração do vinho base (Mével, 2006).

No caso do Ca e do Mg, os teores nos vinhos espumantes são inferiores ao do K. Teores elevados de Ca pode provocar precipitação do tartarato de cálcio. No caso do Mg os seus sais são mais solúveis, por isso, deveriam estar presentes em maior quantidade nos vinhos espumantes. Os demais cátions aparecem nos vinhos espumantes em concentrações reduzidas, de apenas alguns mg.L^{-1} e de $\mu\text{g.L}^{-1}$ no caso do Li. Desses cátions, o Fe e o Cu estão envolvidos com problemas de turvações e oxidações, por isso as concentrações devem sempre ser baixas. O Fe é encontrado no vinho espumante em concentrações baixas de 2,0 mg.L^{-1} a 3,0 mg.L^{-1} , concentrações acima de 4,0 mg.L^{-1} podem causar problemas de turvação. No caso do Cu, os teores devem ser baixos, inferiores a 1,0 mg.L^{-1} , teores mais elevados causam problemas de turvação em ambiente redutor. A presença de quantidade elevada de Cu no vinho é consequência do cobre aplicado na videira para controle de doenças no período vegetativo, ou de passagem do mosto ou do vinho através de materiais que contém cobre na sua composição (Ordoñez *et al.*, 1983).

O Mn provém da própria uva que extrai o elemento do solo ou eventualmente do resíduo de algum produto fitossanitário aplicado na videira (Soulis *et al.*, 1989). O teor de Mn do vinho espumante, geralmente, é inferior a 3,0 mg.L^{-1} . O Zn está presente em concentração

baixa no vinho espumante, geralmente menos de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Concentrações mais altas de Zn podem ser consequência da liberação de algum material que teve contato com o metal (Rizzon *et al.*, 2008).

O Na sempre está presente no vinho espumante em concentrações variáveis. Os vinho elaborados de forma mais natural, geralmente apresentam concentrações mais baixas de Na, menos de $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Já os vinhos espumantes elaborados com uma quantidade elevada de produtos enológicos apresentam concentrações mais elevadas de Na, podendo em alguns casos alcançar $50,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O Na no vinho espumante, portanto, pode ser considerado um bom indicador da utilização de produtos enológicos como a bentonita, caseína, gelatina e enzimas (Rizzon *et al.*, 2008).

O Rb e o Li sempre estão presentes nos vinhos em pequenas quantidades. Esses dois elementos minerais são importantes para diferenciar os vinhos em função da região vitícola (Frias *et al.*, 2003). Nesse sentido, constatou-se que os vinhos argentinos apresentam concentrações de Li muito elevadas em comparação com aqueles da Serra Gaúcha (Rizzon *et al.*, 2008). Já no caso do Rb observou-se o contrário, pois os vinhos da Serra Gaúcha evidenciaram concentrações mais elevadas em relação aos argentinos.

2.7.3 Compostos voláteis

Os compostos voláteis ou aromáticos dos vinhos espumantes, embora representados por um número elevado de compostos, representam apenas 1% do peso do álcool, ou seja, de $0,8 \text{ g L}^{-1}$ a $1,2 \text{ g L}^{-1}$. Além disso, apenas seis compostos representam mais de 50% deste valor, dos quais cinco são álcoois superiores (1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol) e um éster (acetato de etila) (Crouzet, 2000).

Os compostos voláteis do vinho espumante pertencem a diferentes grupos químicos entre as quais: álcoois, álcoois superiores, ésteres, aldeídos, ácidos voláteis, ácidos graxos de

baixo peso molecular. Os compostos voláteis estudados são considerados como produtos secundários da fermentação alcoólica, da fermentação malolática e da tomada da espuma, no caso do vinho espumante. Esses componentes, na maior parte dos casos, contribuem para a qualidade dos vinhos, especialmente no caso dos espumantes. No entanto, alguns grupos participam negativamente da qualidade dos vinhos espumantes, como os ácidos voláteis, alcoóis superiores, o metanol e o acetato de etila (Crouzet, 2000).

O metanol não é um produto secundário da fermentação alcoólica. Ele se forma pela hidrólise das pectinas pela ação da enzima pectina-metilesterase por ocasião do esmagamento da uva e extração do mosto. Embora apresente problemas de toxicidade, a quantidade encontrada no vinho espumante é baixa, próxima a 50 mg.L^{-1} , portanto, muito inferior a concentração do vinho tinto (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003). A legislação brasileira estabelece o limite máximo de 350 mg.L^{-1} de metanol no vinho (Brasil, 1974). Este álcool não apresenta aroma característico, por isso não interfere na qualidade olfativa do vinho espumante.

Os alcoóis superiores são aqueles que possuem mais de dois átomos de carbono e, geralmente, participam do aroma do vinho espumante, atribuindo notas vegetais não agradáveis quando a soma deles supera os 250 mg.L^{-1} . Somente o 2-fenil-etanol participa positivamente, atribuindo um aroma agradável que lembra a rosa. Os alcoóis superiores provêm do metabolismo dos ácidos alfa-cetônicos, obtidos a partir dos aminoácidos ou a partir da transformação dos açúcares na fermentação alcoólica (Baumes, 2000).

O hexanol provém da degradação dos ácidos graxos linoléico e linolênico encontrados na película da uva, portanto, também não é considerado um produto secundário da fermentação alcoólica. O hexanol é considerado um álcool superior que apresenta uma característica acentuada, responsável pela nota herbácea dos vinhos brancos espumantes. Geralmente, está presente nos vinhos espumantes em concentrações baixas, isto é, menos de $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Nesse sentido, todas as operações efetuadas na uva e por ocasião da extração do

mosto devem ser realizadas visando sempre à produção da menor quantidade possível de hexanol (Rizzon *et al.*, 2000).

No grupo dos aldeídos o componente mais importante é o aldeído acético ou etanal. A sua concentração no vinho espumante está relacionada com a dose de dióxido de enxofre utilizada na vinificação. Concentrações elevadas de aldeído acético no vinho espumante são responsáveis pelo aspecto de vinho oxidado. Por isso, o desafio é elaborar vinhos espumantes, com teores baixos de aldeído acético, isto é, abaixo de 50 mg.L^{-1} (Rizzon *et al.*, 2000).

Os ésteres dos vinhos espumantes, de modo geral, contribuem positivamente para a qualidade, exceto o acetato de etila que apresenta contribuição negativa para a qualidade. Os ésteres são divididos em dois grupos: acetatos (ésteres do ácido acético), acetato de etila, acetato de isoamila, acetato de hexila e acetato de feniletila, que são os principais e que estão presentes no vinho espumante; etílicos (ésteres dos ácidos graxos), hexanoato de etila, octanoato de etila, decanoato de etila e dodecanoato de etila, que são os principais. Os ésteres, de modo geral, participam com notas florais e frutadas nos vinhos espumantes (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Os ácidos voláteis acético, propiônico, butírico, isobutírico e isovalérico estão presentes nos vinhos espumantes em quantidades reduzidas e participam negativamente da qualidade desses vinhos. Por isso, no processo de elaboração do vinho espumante deve-se adotar as práticas enológicas que não favoreçam a sua formação, tais como: a utilização adequada do dióxido de enxofre, a realização da clarificação do mosto, a utilização de levedura selecionada, controle da temperatura de fermentação alcoólica e da tomada de espuma e o controle das substâncias nitrogenadas do mosto (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Os ácidos graxos de baixo peso molecular - hexanóico (capróico), octanóico (caprílico), decanóico (cáprico) e dodecanóico (láurico) estão presentes nos vinhos espumantes em pequenas quantidades, geralmente, menos de 10 mg.L^{-1} e contribuem

positivamente para a qualidade dos vinhos espumantes. A concentração desses componentes está relacionada com as leveduras por ocasião da fermentação alcoólica e posteriormente na autólise das mesmas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

2.8 Análise sensorial do vinho espumante da Serra Gaúcha

A avaliação sensorial do vinho espumante pressupõe a passagem por quatro etapas distintas: apreciação através dos sentidos – visão, olfato, gosto, tato e audição; descrição das sensações percebidas; comparação dessas sensações com a de outros vinhos e julgamento através de um parecer. A avaliação sensorial do vinho espumante, devido à presença do dióxido de carbono, é mais complexa em comparação aos vinhos brancos tranquilos. As borbulhas além do prazer visual e gustativo que despertam, contribuem com a fineza aromática detectada tanto através do olfato como no gosto (Miele & Miolo, 2003).

O exame visual do vinho espumante consiste em descrever sua aparência através da cor, limpeza e efervescência. Através da cor é possível relacionar com a cultivar utilizada na elaboração, o estágio de envelhecimento e a tecnologia de elaboração. Os vinhos espumantes, geralmente, apresentam cores amarelo esverdeada, amarelo palha, amarelo pálido, amarelo dourado e dourada. Eles devem apresentar-se brilhantes. A presença de turvações ou de precipitados deprecia a qualidade desses vinhos. Os termos utilizados para a clarificação de um vinho espumante em relação à limpidez são: cristalino, brilhante, claro, turvo e opaco (Rabachino, 2007).

A efervescência do vinho espumante é avaliada, inicialmente, através da espuma que se forma na taça de degustação. Em princípio, observa-se o volume de espuma, a sua cor e a persistência. A seguir, observam-se as borbulhas, através da intensidade que se desprendem e do tamanho das mesmas, ao que é atribuído o nome de “perlage”. Essas borbulhas, em princípio, adiantam e favorecem o prazer que se tem do vinho, elas potencializam o aroma e o

gosto e também protegem o vinho da oxidação. O vinho espumante de qualidade deve apresentar um “perlage” longo e com numerosas borbulhas finas. Uma garrafa de vinho espumante pode liberar até 40 milhões de borbulhas (Herbin & Rochard, 2006). De modo geral, uma efervescência intensa indica ser um vinho espumante novo, as borbulhas são pequenas e o colarinho espesso. Pouca efervescência, por sua vez, indica problema de pressão na garrafa ou de qualidade da taça utilizada. Enfim, a efervescência pode indicar um equilíbrio entre os aspectos visuais, olfativos e gustativos do vinho espumante (Rizzon *et al*, 2000, Miele & Miolo, 2003).

O aroma do vinho espumante pode ser percebido por via nasal direta e através da boca, na via retro nasal. A olfação representa a fase da degustação mais complexa e mais interessante. É através das sensações olfativas que estão os critérios mais importantes do julgamento da qualidade dos vinhos espumantes. Em relação ao aroma do vinho espumante, a sua qualidade se expressa na presença de aromas primários, originados da própria uva, de aromas secundários, produzidos pelas leveduras na fermentação alcoólica e na tomada de espuma e por aroma terciário, originário da autólise das leveduras, que contribuem na complexidade aromática e que são considerados verdadeiros marcadores qualitativos. Os vinhos espumantes tradicionais, de modo geral, não são elaborados com cultivares aromáticas. Nesse sentido, a qualidade aromática de um vinho espumante acontece pela harmonia desses três tipos de aromas e não pela intensidade aromática de apenas um deles. Assim, a qualidade do vinho espumante deve representar a harmonia entre os aromas sutis e delicados de flores e frutas, os da cultivar e da região de onde é produzida a uva, acrescido do aroma das sucessivas transformações microbiológicas e por fim do aroma complexo proveniente do período de permanência em contato com o depósito formado pelas células de leveduras (Lona, 1999; Hernández, 2003).

Os espumantes, em relação ao aroma são avaliados pela intensidade, fineza e evolução. Quanto à intensidade eles são classificados em: fechados, neutros, discretos, equilibrados e intensos; quanto à fineza: rústicos, típicos, equilibrados, finos, e elegantes; quanto à evolução: jovem, evoluído, madura e passado (Lona, 1999). O número de sensações gustativas percebidas é considerado infinito, mesmo que elas tenham origem de quatro gostos básicos: doce, ácido, salgado e amargo. As papilas gustativas, que são as células sensíveis do gosto, localizam-se na superfície superior da língua. O conceito de que esses sabores eram percebidos em regiões bem distintas da língua, esta sendo revisto por sistema contínuo mais complexo (Miele & Miolo, 2003).

O ácido seguido pelo doce são as duas primeiras sensações percebidas na boca, por isso é importante que o vinho espumante apresente um equilíbrio ácido-doce. Já os gostos salgado e amargo, muito difícil de ser percebidos nos vinhos espumantes, aparecem lentamente mas são mais persistentes. A adstringência não é um sabor, ela resulta da reação entre os taninos do vinho e as proteínas da saliva, provocando uma sensação de rugosidade e de secura na mucosa da boca. Os taninos não estão presentes nos vinhos espumantes, exceção de alguns espumantes rosados e de alguns espumantes cujos vinhos base passaram por barricas de carvalho. O ataque, é a primeira impressão do vinho espumante na boca, ele se prolonga por alguns segundos (Lona, 1999; Hernández, 2003).

O ataque do vinho espumante deve provocar sensações de frescor, relacionada à acidez natural do vinho base, à efervescência e à temperatura na qual é avaliado. O ataque do vinho na boca é avaliado através dos descritores como: magro, suave, fresco, vivo, explosivo e duro; enquanto que em relação a acidez o vinho espumante pode ser: chato, macio, suave, fresco, vivo, nervoso e verde (Lona, 1999; Hernández, 2003).

Quanto à efervescência na boca, ela exalta os aromas e os sabores. As borbulhas devem ser finas e numerosas e devem persistir até o momento de ingerir o vinho espumante.

O vinho espumante deve apresentar equilíbrio entre a intensidade da efervescência observada visualmente e aquela percebida na boca. O ideal é que a efervescência do vinho espumante provoque uma sensação agradável de cremosidade na mucosa da boca (Lona, 1999; Miele & Miolo, 2003).

Outro parâmetro gustativo do vinho espumante é o corpo que representa a propriedade, também designada de volume de boca, e relacionado à sua estrutura. Os componentes do vinho que participam desta característica são, principalmente, o extrato seco e álcool (Rizzon *et al.*, 2000). Assim, o corpo do vinho espumante deve estar em harmonia com o ataque. O corpo do vinho espumante está relacionado com a maturação da uva, a cultivar a região geográfica de onde provém a uva e a vinificação em barrica. Assim, nos anos em que a uva alcança melhor grau de maturação, o vinho espumante apresenta mais estrutura, isto é, mais corpo. A cultivar Pinot Noir, em princípio, origina vinhos mais encorpados em comparação com as cultivares de uvas brancas. Algumas regiões que permitem que a uva alcance maior grau de maturação originam vinhos mais encorpados. Os vinhos brancos elaborados em barricas de carvalho apresentam maior teor de extrato seco e, conseqüentemente, maior estrutura e corpo. Em relação ao corpo o vinho espumante pode ser: magro, pouca estrutura, com bom volume, estruturado, redondo e potente (Lona, 1999; Rizzon *et al.*, 2000).

A avaliação sensorial científica deve ser realizada em uma sala adequada sem odores que interfiram (como perfumes, pinturas) e sem ruídos tanto internos como externos. A luminosidade deve ser luz branca semelhante à luz do dia. A temperatura não deve ser nem muito quente nem muito fria, de 18 °C a 20 °C é a mais adequada. A mesa deve ser branca. Os degustadores devem estar isolados para evitar comentários e gestos e garantir o silêncio no ambiente. Os degustadores não devem fumar e ingerir café antes das avaliações (Miele & Miolo, 2003)

As taças utilizadas para avaliação sensorial do vinho espumante devem ter volume suficiente para evitar a perda do dióxido de carbono e um aumento rápido da temperatura; altura suficiente, importante para avaliar a migração das borbulhas para a superfície (perlage); borda superior inclinada para dentro na parte superior, para favorecer a concentração do aroma (Miele & Miolo, 2003).

A taça ideal para avaliação do vinho espumante apresenta a forma de tulipa ou “flûte” (Lona 1999; Miele & Miolo, 2003). Os modelos oficiais da Associação Francesa de Normas Técnicas (AFNOR) e Instituto Nacional de Apelação de Origem (INAO) podem ser utilizados, no entanto, elas são adaptadas para os vinhos tranqüilos.

Para que a avaliação sensorial dos vinhos espumantes permita a comparação da qualidade dos mesmos e o tratamento estatísticos dos resultados, são utilizadas fichas de degustação que podem ser de diferentes tipos:

- Aquelas que consideram apenas a descrição da amostra de vinho espumante e não atribuem nota individual para cada característica. É atribuída apenas uma nota final.

- Aquelas que atribuem nota a cada um das principais descritores: visuais, olfativos, gustativos e impressão geral. A nota geral é representada pela soma das notas parciais. Em alguns casos a nota final é independente das notas parciais.

- Fichas não estruturadas e não paramétricas, onde é indicado apenas os limites extremos dos parâmetros em uma linha, geralmente de 9 cm, onde o avaliador assinala o valor correspondente a sua percepção para cada característica do vinho espumante.

Uma vez realizada a avaliação sensorial as fichas são processadas e os valores obtidos são explorados estatisticamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta das amostras

Os mostos das variedades Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir foram obtidos da empresa Vinícola Mœt Hennessy Louis Vuitton, nas safras de 2006 e 2007 coletados em duas épocas distintas. Na safra 2006, a época 1 corresponde às uvas coletadas no dia 24 de janeiro e a época 2 às uvas coletadas no dia primeiro de fevereiro. Na safra 2007, as uvas da época 1 foram coletadas no dia 10 de janeiro e as da época 2 coletadas em 18 de janeiro. A primeira coleta (época 1) foi determinada pela empresa através de análise físico-química como sendo a melhor época de colheita. A segunda coleta (época 2) se refere a mostos provenientes de uvas com maior maturação.

Nas Tabelas 1 e 2 estão representadas as quantidades e porcentagens das uvas provenientes de diferentes municípios da Serra Gaúcha que foram utilizadas na composição dos mostos das safras 2006 e 2007, respectivamente.

Tabela 1 Quantidade e porcentagem de uvas das variedades Riesling, Chardonnay e Pinot Noir, coletadas em diferentes municípios da Serra Gaúcha nas Épocas 1 e 2. Safra 2006.

Variedade	Município	Época 1		Época 2	
		Quantidade (Kg)	Porcentagem (%)	Quantidade (Kg)	Porcentagem (%)
Riesling Itálico	Flores da Cunha	2.229	11,00	2.800	9,55
	Monte Belo do Sul	16.716	82,50	22.950	78,35
	Santa Tereza	1.318	6,50	1.539	5,25
	Garibaldi	-	-	2.005	6,84
	TOTAL	20.263	100	29.294	100
Chardonnay	Flores da Cunha	4.911	14,28	-	-
	Monte Belo do Sul	26.374	76,70	6.118	83,22
	Santa Tereza	-	-	592	8,05
	Garibaldi	-	-	642	8,73
	Bento Gonçalves	3.103	9,02	-	-
	TOTAL	34.388	100	7.352	100
Pinot Noir	Monte Belo do Sul	28.948	71,41	14.954	63,10
	Santa Tereza	7.028	17,34	930	3,92
	Garibaldi	-	-	2.094	8,84
	Bento Gonçalves	4.562	11,25	3.830	16,16
	Veranópolis	-	-	1.890	7,98
	TOTAL	40.538	100	23.698	100

Tabela 2 Quantidade e porcentagem de uvas das variedades Riesling, Chardonnay e Pinot Noir, coletadas em diferentes municípios da Serra Gaúcha nas Épocas 1 e 2. Safra 2007.

Variedade	Município	Época 1		Época 2	
		Quantidade (Kg)	Porcentagem (%)	Quantidade (Kg)	Porcentagem (%)
Riesling Itálico	Flores da Cunha	2.510	11,00	2.800	9,55
	Monte Belo do Sul	14.650	82,50	22.950	78,35
	Santa Tereza	2.500	6,50	1.539	5,25
	TOTAL	19.660	100	28.302	100
	Flores da Cunha	5.100	14,95	7.900	13,24
Chardonnay	Monte Belo do Sul	14.650	75,65	23.550	21,79
	Bento Gonçalves	3.200	9,38	4.800	64,96
	TOTAL	34.100	100	36.250	100
	Monte Belo do Sul	29.560	71,31	31.450	68,36
Pinot Noir	Santa Tereza	7.028	16,95	8.020	17,43
	Garibaldi	-	-	760	1,65
	Bento Gonçalves	4.860	11,73	5.776	12,55
	TOTAL	41.448	100	46.006	100

A extração dos mostos foi realizada através de prensa pneumática. Imediatamente foram adicionados 50mg L⁻¹ de dióxido de enxofre (SO₂) em solução a 5% e 0,02g de enzima

pectolítica (ENDOZYM ACTIVE LIQUID) para cada quilogramas de uva, a fim de melhorar o rendimento e prensagem, obtendo-se cerca de 60% de mosto.

O mosto foi deburbado com adição de uma solução de silício (SOL. DI SILICE AL 30) a $70,0\text{g hL}^{-1}$ e outra de gelatina, com concentração de $15,0\text{g hL}^{-1}$ (GELSOL). O mosto resultante foi centrifugado e filtrado através de um filtro prensa. Obteve-se um mosto entre 4 a 6 NTU (Nephelometric Turbidity Unit, unidade de medida da turbidez do mosto).

Foram retirados 30L de mosto provenientes de cada variedade (Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir – elaborado em branco) e transportado para o setor de microvinificação do Laboratório de Referência Enológica (LAREN) da Secretaria da Agricultura, Pecuária, Pesca e Agronegócio do Rio Grande do Sul (SEAPPA-RS).

Para realização da primeira fermentação alcoólica, foi adicionada levedura *Saccharomyces cerevisiae var. bayanus* (Lalvin EC-1118 da empresa Lallemand) hidratada com água à 38°C durante 20 minutos. Tanques de 30 L foram mantidos sob refrigeração à 16°C , para colaborar na formação de aromas mais finos. A densidade relativa foi controlada e ao atingir o valor de aproximadamente 1010 à 20°C cada tanque foi retirado da câmara fria para concluir a fermentação alcoólica a uma temperatura de aproximadamente 22°C .

Após o término da fermentação alcoólica, o vinho base foi transfegado para garrações de 5L. Em todos os garrações, foi adicionado pé-de-cuba de bactéria láctica *Leuconostoc oenos* para ocorrer a fermentação malolática. Após a verificação do término da fermentação malolática através da análise de cromatografia de papel, foi adicionado SO_2 equivalente a 20mg L^{-1} . Os garrações foram acondicionados sob refrigeração à temperatura de aproximadamente 0°C .

Após uma semana, aos vinhos base foram adicionados os seguintes produtos enológicos: levedura *Saccharomyces cerevisiae var. bayanus* (Lalvin EC-1118 da empresa Lallemand) (30g hL^{-1}); nutrientes para as leveduras: nitrogênio amoniacal (Enovit) ($20,0\text{g hL}^{-1}$).

¹); bentonita Colloidale Selezionato (Pentogel) para decantação das impurezas e limpeza do espumante no momento da remuage (30,0g hL⁻¹); açúcar (24,0g L⁻¹) para resultar em 6 atm de pressão na garrafa. As garrafas foram depositadas em câmara fria a uma temperatura de 13°C para a segunda fermentação alcoólica. A remuage (um oitavo de volta na garrafa por dia) ocorreu em pupitres de madeira durante sessenta dias. Para retirar o precipitado depositado na tampa, a parte superior das garrafas foi submersa em uma solução hidroalcoólica à 40°GL na temperatura de aproximadamente -25°C para que a borra fosse congelada, facilitando sua remoção. Em seguida, as garrafas foram arrolhadas. Durante esta etapa, não foi colocado o licor de expedição para não interferir na composição aromática e fineza do sabor proveniente do mosto e natural da uva.

Foram elaboradas 10 garrafas de espumante para cada varietal em diferentes épocas de colheita, sendo obtidas 60 garrafas para cada uma das safras, totalizando 120 garrafas.

3.2 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no LAREN. Além dos vinhos espumantes, os mostos e os vinhos base também foram analisados.

3.2.1 Determinação das análises clássicas

A densidade, álcool, acidez total e volátil, pH, açúcares redutores, extrato seco, extrato seco reduzido, cinzas, alcalinidade das cinzas, prolina e relação álcool em peso/extrato seco reduzido – nos vinhos espumantes foram realizadas através de métodos físico-químicos segundo a legislação vigente do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2005).

3.2.2 Minerais

Para a determinação dos cátions, utilizou-se um espectrofotômetro de absorção atômica marca Perkin-Elmer, modelo 2380, com módulo de atomização de chama. Os minerais (K, Na, Li, Rb Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn) (Perkin-Elmer, 2000) foram determinados por emissão de chama. O P foi determinado através de método colorimétrico com molibdato de amônia (Tedesco, 1995).

3.2.3 Determinação de álcoois superiores

As determinações do conteúdo de etanal, acetato de etila, metanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol foram realizadas simultaneamente por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC), conforme procedimentos de Bertrand (1981).

A análise partiu do destilado de 100 mL de vinho, sendo que sobre uma alíquota de 5mL foram adicionada 70 μ L de uma solução 5 g.L⁻¹ de 4-metil-2-pentanol (padrão interno). O cromatograma obtido (Figura 4), foi comparado com o cromatograma de uma solução dos padrões envolvidos, segundo o método do padrão interno.

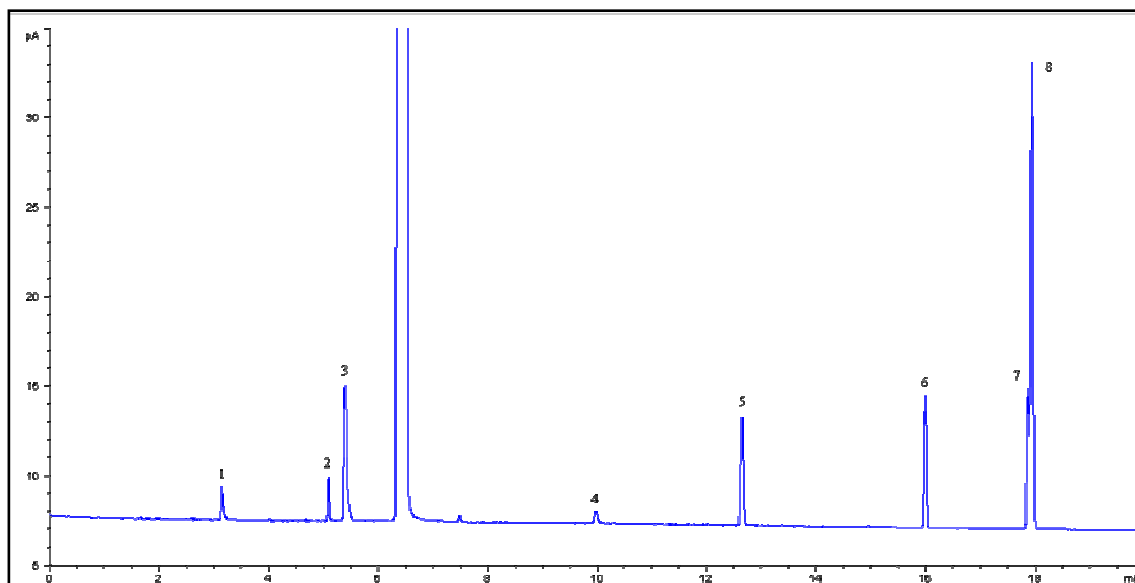


Figura 4 Cromatograma típico da análise de álcoois superiores. As substâncias identificadas foram: (1) etanal; (2) acetato de etila; (3) metanol; (4) 1-propanol; (5) 2-metil-1-propanol; (6) 4-metil-2-entanol (padrão interno); (7) 2-metil-1-butanol; (8) 3-metil-1-butanol.

Para esta análise, $1,0 \mu\text{L}^{-1}$ da amostra foi injetada no cromatógrafo no modo “split” com divisão $6,0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ a $220 \text{ }^\circ\text{C}$. Foi utilizada uma coluna capilar CPWax 57CB de 60 m de comprimento, $250 \mu\text{m}$ de diâmetro interno e $0,25 \mu\text{m}$ de espessura de filme. O gás vetor foi hidrogênio 5.0 em fluxo de $2,0 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ e nitrogênio, como gás auxiliar, a $37 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$. As condições de temperatura do forno foram: $40 \text{ }^\circ\text{C}$ por 5 min, 40 a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ a $3 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$, 100 a $220 \text{ }^\circ\text{C}$ a $7 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ $220 \text{ }^\circ\text{C}$ por 10 min. A combustão foi mantida com fluxo de ar sintético em $400 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ e hidrogênio 5.0 em $35 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$. A temperatura do detector foi controlada em $230 \text{ }^\circ\text{C}$. Uma solução estoque dos padrões, em solução hidroalcoólica 50% v/v na concentração de $1,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, foi preparada e conservada sob refrigeração. O controle foi feito com solução estoque diluído em 2:10 e a linearidade e a repetibilidade do método observadas conforme procedimento da análise descrito anteriormente.

3.2.4 Determinação de acetatos, ésteres e ácidos graxos

A determinação do conteúdo de acetatos, ésteres e ácidos graxos foi realizada por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC), conforme procedimentos de Bertrand (1981). A 50 mL da amostra foram adicionados 1 mL de 3-octanol e 1 mL de ácido heptanóico, ambos a 50 mg.L^{-1} como padrões internos, sendo a mistura acidificada com 0,3 mL de ácido fosfórico 1:3. Nestas condições, foram submetidas três extrações líquido/líquido sucessivas na ordem volumétrica 4:2:2 de uma mistura dos solventes orgânicos éter/hexano (1:1). A fase orgânica foi mantida em contato com a amostra por meio da agitação intensa em agitador magnético durante 5 min. Os extratos de cada extração foram então recolhidos através da separação das fases em funil de separação e colocados em "vial" para serem analisados em CG-DIC. O cromatograma resultante permitiu identificar e quantificar ésteres.

Os picos cromatográficos obtidos foram comparados com aqueles encontrados no cromatograma da solução de padrões (concentrações conhecidas) das substâncias envolvidas, conforme método do padrão interno. Uma solução estoque dos padrões, em solução hidroalcoólica 50 % v/v em concentrações próximas a $1,0 \text{ g.L}^{-1}$, foi preparada e conservada sob refrigeração. O cromatograma padrão foi obtido pela diluição da solução estoque em 1:100, seguindo o procedimento de análise descrito anteriormente.

Para esta análise, 2,0 μL da amostra foram injetados no cromatógrafo no modo "splitless" com divisão 60 mL.min^{-1} a $240 \text{ }^\circ\text{C}$. Foi utilizada uma coluna capilar CP Inowax de 30m de comprimento, 250 μm de diâmetro interno e 0,25 μm de espessura de filme. O gás vetor foi hidrogênio 5.0 em fluxo de $2,0 \text{ mL.min}^{-1}$ e nitrogênio, como gás auxiliar, a 37 mL.min^{-1} . As condições de temperatura do forno foram: $40 \text{ }^\circ\text{C}$ por 5 min; 40 a $230 \text{ }^\circ\text{C}$ a 3°C min^{-1} ; $230 \text{ }^\circ\text{C}$ por 20 min. A combustão foi mantida com fluxo de ar sintético em 400 mL.min^{-1} e hidrogênio 5.0 em 35 mL.min^{-1} . A temperatura do detector foi de $230 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.3 Análise Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas na sala de degustação do Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa (CNPUV) de Bento Gonçalves - RS após seis meses da tomada de espuma. A análise sensorial foi realizada por dez degustadores experimentados, utilizando uma ficha não estruturada e não paramétrica (anexo A). Nesta ficha são indicados os limites externos dos parâmetros em uma linha de 9 cm, sobre a qual o avaliador traça linhas correspondentes ao valor da sua percepção para cada característica do espumante.

As variáveis avaliadas foram: 1) Visão: limpidez, intensidade, matiz, borbulha. 2) Olfativo: intensidade, equilíbrio, qualidade, franqueza, floral, vegetal, frutado, pão tostado, levedura e aroma indesejável. 3) Gosto/sabor: Intensidade, equilíbrio, qualidade, floral, vegetal, frutado pão tostado, levedura, doçura, acidez, salgado, amargor, harmonia, persistência, estrutura cremosidade, adstringência, final de boca, sabor indesejável e tipicidade, e a nota final, que caracteriza o vinho como um todo.

3.4 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico através do programa SPSS 12.0 for Windows. Após a constatação da distribuição normal dos resultados, os dados foram analisados pelo teste paramétrico ANOVA e comparadas as médias pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 e 0,01 de significância. Além destes, foi realizada a análise de Componentes Principais (ACP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características analíticas do mosto

A composição do mosto é um dos principais fatores que determinam a qualidade do vinho espumante. Além da característica varietal, a composição do mosto é influenciada pelas condições da safra vitícola, especialmente a pluviosidade e insolação, dos cuidados dispensados na colheita e no transporte da uva, além da tecnologia utilizada para a extração do mosto. Métodos rápidos de extração do mosto, os quais permitem o seu fracionamento (gota, prensa), e que reduzem ao máximo a maceração da parte sólida, são os mais indicados (Herbin e Rochard, 2006).

A comparação da composição dos mostos das três cultivares estudadas (Tabela 3) mostrou que não houve diferenças significativas entre as duas safras e as duas épocas de colheita estudadas para a variável densidade, que apresentou diferença significativa apenas entre as cultivares.

Quanto aos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), a análise da variância mostrou diferença significativa em nível de 1% entre as cultivares e em nível de 5% entre as épocas de colheita. O mosto de maior $^{\circ}$ Brix foi o da cultivar Chardonnay, seguido pela cultivar Pinot Noir e por último a cultivar Riesling Itálico. O $^{\circ}$ Brix, que foi mais elevado nos mostos das uvas colhidas na segunda época de colheita nas duas safras estudadas, indica o maior grau de maturação dessas uvas.

O potencial alcoólico diferenciou o mosto da cultivar Chardonnay na safra 2006 e apresentou diferença entre as épocas de colheita para os mostos das cultivares Chardonnay e Pinot Noir na safra 2007. Devido ao menor $^{\circ}$ Brix, a cultivar Riesling Itálico apresentou menor potencial alcoólico em comparação com as outras duas cultivares estudadas. Geralmente, os vinhos espumantes da Serra Gaúcha elaborados com vinhos base da cultivar Riesling Itálico

se caracterizam por serem leves, pouco estruturados quanto ao paladar, frutados e florais em relação ao aroma (Mével, 2006). A cultivar Pinot Noir mostrou um potencial intermediário enquanto que a Chardonnay evidenciou o maior potencial alcoólico. Segundo Rizzon *et al.* (2000) a Chardonnay é uma importante cultivar para a elaboração de espumantes na Serra Gaúcha, pois contribui com a estrutura e o grau alcoólico do produto final.

Tabela 3 Características analíticas dos mostos das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Safras 2006 e 2007.

Safra	Época	Cultivar	Densidade	Sólidos Totais (° Brix)	Potencial alcoólico % v/v	Acidez total meq.L ⁻¹	pH	Relação °Brix /Ac. total
2006	1	Riesling Itálico	1,067 ^{CD}	16,1 ^F	8,80 ^G	106 ^I	3,24 ^{CD}	20,4 ^{BC}
	2	Riesling Itálico	1,071 ^{BCD}	17,0 ^E	9,33 ^{EFG}	100 ^K	3,37 ^A	22,7 ^A
	1	Chardonnay	1,076 ^{AB}	18,1 ^B	10,2 ^{ABC}	117,1 ^F	3,13 ^E	20,7 ^B
	2	Chardonnay	1,080 ^A	19,0 ^A	10,8 ^A	115 ^G	3,27 ^{BC}	22,1 ^A
	1	Pinot Noir	1,073 ^{ABCD}	17,4 ^{CDE}	9,43 ^{DEFG}	138 ^C	3,14 ^E	16,7 ^E
	2	Pinot Noir	1,075 ^{ABC}	17,9 ^{BC}	10,0 ^{BCD}	120 ^E	3,36 ^A	19,6 ^{CD}
2007	1	Riesling Itálico	1,065 ^D	16,0 ^F	8,93 ^G	125 ^D	3,22 ^{CD}	20,2 ^{BCD}
	2	Riesling Itálico	1,070 ^{BCD}	16,9 ^E	9,43 ^{DEFG}	102 ^J	3,35 ^{BC}	22,5 ^A
	1	Chardonnay	1,073 ^{ABCD}	18,0 ^{BC}	9,83 ^{CDEF}	108 ^H	3,27 ^{BC}	20,5 ^B
	2	Chardonnay	1,080 ^A	18,9 ^A	10,5 ^{AB}	93,5 ^L	3,22 ^{CD}	22,0 ^A
	1	Pinot Noir	1,069 ^{BCD}	17,1 ^{DE}	9,23 ^{FG}	157 ^A	3,18 ^{DE}	16,5 ^E
	2	Pinot Noir	1,074 ^{ABC}	17,8 ^{BCD}	9,90 ^{BCDE}	140 ^B	3,25 ^{CD}	19,5 ^D

*Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna são significativamente distintas por ANOVA complementada pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$).

Em relação a acidez total e pH ocorreu diferença significativa apenas na interação total. O mosto da cultivar Pinot Noir caracterizou-se por apresentar teor de acidez total mais elevada nas duas safras e em decorrência, valores mais baixos da relação °Brix /Acidez total que é um parâmetro utilizado para avaliação da maturação tecnológica da uva (Rizzon *et al.*, 2000). A cultivar Chardonnay apresentou acidez intermediária na safra 2006 e a Riesling Itálico a acidez total mais baixa, porém na safra 2007, o mosto da cultivar Chardonnay apresentou menor acidez total. O pH não apresentou diferenças entre as safras, porém, exceto para o mosto Chardonnay 2007, os valores de pH foram superiores nos mostos das uvas provenientes da segunda época de colheita.

Quanto a relação °Brix /Acidez total (tabela 3) foi observada diferença significativa somente entre as épocas de colheita, sendo que as uvas da segunda época apresentaram os maiores valores. Em princípio, valores elevados dessa relação estão associados com uvas mais maduras.

Os mostos da segunda época de colheita seriam os mais indicados para a obtenção de vinho espumante de qualidade devido ao seu maior potencial alcoólico e, embora estes mostos tenham apresentado menor acidez, esta ainda seria suficiente para garantir o frescor dos espumantes.

Para melhor estudar estes resultados foi realizada uma análise de componentes principais (ACP) (Figura 5) com os dados físico-químicos dos mostos das cultivares Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir, sendo que a baixa interação entre safras (somente houve diferença para a acidez total) permitiu a análise conjunta das safras 2006 e 2007. Esta ACP, baseada na média das safras 2006 e 2007, evidenciou que os dois primeiros componentes representam 91,17% da variância total. O gráfico do plano formado por esses dois componentes (Figura 5), mostra que o componente principal 1 (CP1), que representa 52,68% da variância, permitiu a separação das duas épocas de colheita para cada cultivar. Este componente tem grande contribuição das variáveis densidade (0,928), sólidos solúveis (0,904) e etanol (0,948), três características que aumentam com a maturação da uva.

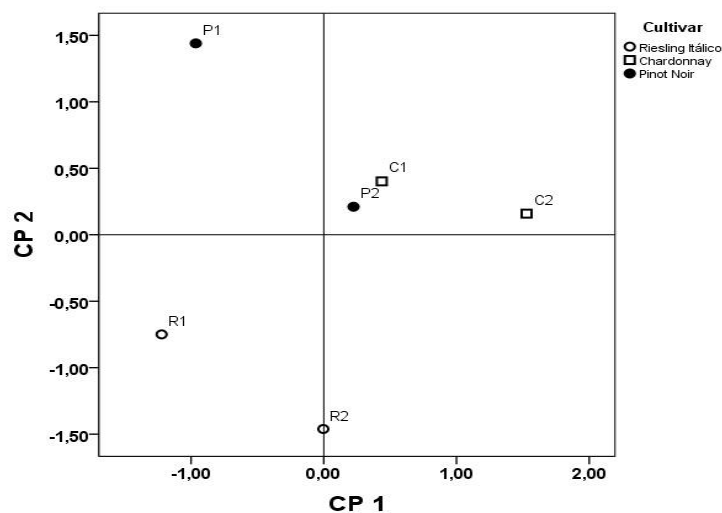


Figura 5 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos mostos. Os dois componentes representam 91,17% da variância. (r Itálico época 1, r Itálico época 2, C1= Chardonnay época 1, C2 Chardonnay época 2, P1= Pinot Noir época 1, P2= Pinot Noir época 2).

Por outro lado, o componente principal 2 (CP2), que representa 38,49% da variância, permitiu a separação da cultivar Riesling Itálico das outras duas cultivares estudadas. Este componente tem contribuição positiva da acidez (0,843) e negativa do pH (-0,760) e da relação sólidos solúveis/acidez (-0,795), indicando que a cultivar Riesling Itálico apresenta, conforme observado na Tabela 1, menor acidez e maior relação sólidos/acidez do que as outras cultivares, constataando com a visão geral dos produtores quanto à contribuição desta cultivar para aumento de acidez e frescor dos espumantes.

4.2 Características analíticas dos vinhos base

4.2.1 Análises clássicas dos vinhos base

A qualidade do vinho espumante brasileiro está relacionada com a composição físico-química do vinho base, a qual atribui aptidão para a tomada de espuma, além de determinar as principais características sensoriais de aroma e sabor. Entre os principais aspectos desejáveis para o vinho base para espumante, destacam-se a graduação alcoólica relativamente baixa e a

acidez elevada que garantem o frescor, concentrações baixas de potássio que determinam maior proporção de ácido tartárico livre em relação ao salificado, e teores baixos de compostos fenólicos que participam negativamente com gostos amargos. Além desses parâmetros é fundamental ao vinho base ter sido elaborado com teores baixos de dióxido de enxofre, ou outros aditivos que interferem na segunda fermentação alcoólica, por ocasião da tomada de espuma. Por outro lado, vinhos base que apresentam defeitos de gosto e aromas não devem ser utilizados para a elaboração de espumante (Rizzon, 2000).

A análise de variância fatorial dos compostos básicos dos vinhos base (Tabela 4), não mostrou efeitos significativos entre os vinhos obtidos nas safras de 2006 e 2007, por esta razão a avaliação estatística foi efetuada com os resultados médios das duas safras em conjunto. Porém, houve efeitos altamente significativos para a maior parte das variáveis no que diz respeito a época de colheita e cultivares, havendo inclusive interação época/variedade para algumas variáveis, particularmente, densidade, teor alcoólico e acidez total.

O maior teor alcoólico, como esperado, foi obtido nas colheitas tardias, sendo este mais elevado no caso de Chardonnay, devido ao maior conteúdo de açúcares observado no mosto (Tabela 3). Constatou-se que o vinho base da cultivar Rieling Itálico se caracterizou por apresentar o menor grau alcoólico. Considerando que, segundo Rizzon *et al.* (2000) os valores ideais para o grau alcoólico dos vinhos base para espumantes estariam compreendidos entre 10,5%v/v e 11,0%v/v, os teores obtidos nos vinhos das cultivares estudadas, são baixos, provavelmente em consequência das condições da safra vitícola e também porque estes vinhos não foram adicionados de açúcar durante a fermentação, como prevê a legislação brasileira, que permite a chaptalização dos mostos para aumentar a graduação alcoólica dos vinhos em até 3% v/v (Brasil, 1974). Além disso, no caso do vinho espumante é permitido efetuar cortes com vinhos de outras safras para ter um vinho base com uma composição mais adequada para elaboração dos espumantes (Geisse, 2005).

Considerando o grau alcoólico potencial observado previamente nos mostos (Tabela 3), constatou-se que a maior transformação dos açúcares em álcool ocorreu nos vinhos Pinot Noir (Tabela 4), cujo aumento foi de aproximadamente 1% v/v. No caso dos vinhos das outras cultivares, o aumento do grau alcoólico observado foi inferior a 0,35% v/v.

Tabela 4 Características analíticas dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007.

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Densidade a 20°C	0,9920 ^C	0,9925 ^C	0,9927 ^{BC}	0,9934 ^{BC}	0,9940 ^{AB}	1,0000 ^A
Teor Alcoólico (% v/v)	9,19 ^D	9,50 ^{CD}	10,1 ^B	10,5 ^A	9,70 ^C	10,5 ^A
Acidez total (meq.L ⁻¹)	107 ^{AB}	103 ^B	105 ^{AB}	97,5 ^C	110 ^A	79,2 ^D
Acidez volátil (meq.L ⁻¹)	9,60 ^A	10,5 ^A	10,3 ^A	10,9 ^A	10,1 ^A	10,6 ^A
pH	3,26 ^{AB}	3,39 ^{AB}	3,20 ^B	3,38 ^{AB}	3,33 ^{AB}	3,42 ^A
Açúcare redutor (g.L ⁻¹)	2,12 ^C	2,45 ^{BC}	2,55 ^{BC}	2,85 ^B	2,50 ^{BC}	3,70 ^A
Extrato seco (g.L ⁻¹)	18,3 ^{BC}	17,3 ^C	20,2 ^{ABC}	24,25 ^A	24,5 ^A	23,7 ^{AB}
Extrato seco red (g.L ⁻¹)	16,7 ^{BC}	14,8 ^C	17,7 ^{ABC}	21,8 ^{AB}	22,5 ^A	20,5 ^{AB}
Relação Álcool em peso/ext seco reduzido	4,60 ^{AB}	5,20 ^A	4,75 ^{AB}	4,05 ^{AB}	3,59 ^B	4,31 ^{AB}
Cinzas (g.L ⁻¹)	2,01 ^B	1,93 ^B	2,25 ^A	2,11 ^{AB}	2,11 ^{AB}	1,90 ^B
Alcal das cinza (meq.L ⁻¹)	19,2 ^A	18,5 ^A	18,4 ^A	17,3 ^B	19,1 ^A	18,9 ^A
D.O 420 (I 420)	0,12 ^C	0,13 ^{BC}	0,15 ^{BC}	0,17 ^B	0,25 ^A	0,27 ^A

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas por ANOVA complementada pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$).

A acidez total foi menor nos vinhos obtidos com uvas de colheita mais tardia, estando de acordo com os resultados obtidos nas análises dos mostos. A diferença mais evidente da acidez total, entre as duas épocas de colheita, foi constatada na cultivar Pinot Noir, onde o vinho da segunda época apresentou o teor mais baixo (79,2 meq L⁻¹). Já a acidez volátil, altamente dependente do processo fermentativo e da levedura utilizada, não apresentou variações entre cultivares e entre épocas. Da mesma forma, o pH que situou-se entre 3,20 e 3,42, valores comumente encontrados em vinhos da região serrana do Rio Grande do Sul, apresentou diferenças significativas da cultivar Pinot Noir da 2 época e da cultivar

Chardonnay de 1 época. De modo geral, as variações observadas na acidez do vinho base, tanto na acidez total como no pH, são consequência da evolução da maturação da uva, onde ocorre principalmente a redução do teor de ácido málico que é degradado pelo processo respiratório da uva e pela salificação no caso do ácido tartárico (Ribererau-Gayonn *et al.*, 2003).

A concentração de açúcares redutores totais, variou entre épocas e cultivares, acompanhando as diferenças previamente determinadas nos mostos, com exceção dos vinhos Pinot Noir, especialmente da segunda época, que apresentaram açúcar residual maior que o esperado. Os valores finais variaram entre 2,12 e 3,70 g.L⁻¹ indicando que, independente da variedade e época, as fermentações chegaram a término ou próximo a este. A dificuldade em desdobrar as últimas gramas de açúcar nos mostos com elevado teor de açúcar é um fato esperado na fermentação alcoólica. No entanto, no presente estudo, o potencial alcoólico baixo do mosto não justifica o teor de açúcar residual presente nos vinhos.

As variáveis extrato seco e extrato seco reduzido (Tabela 4) apresentaram menores valores para a Riesling Itálico em relação às outras cultivares. Quanto à época da colheita, para cultivares Riesling Itálico e Pinot Noir detectou-se uma redução destes parâmetros nos vinhos de segunda colheita. No caso do Chardonnay, ao contrário, observou-se teores mais elevados de extrato seco e extrato seco reduzido no vinhos elaborado com uvas da segunda época de colheita, o que era esperado também para os outros vinhos, pois a uva mais madura, em princípio, seria responsável por um aumento do grau alcoólico do vinho e consequentemente, pelo conjunto de substâncias fixas que compõem o extrato (Flanzy, 2003). O valor da relação álcool em peso/extrato seco reduzido, variou da mesma forma que o extrato, pois está diretamente relacionada com esse valor.

Em relação as cinzas, os teores detectados não apresentaram variações importantes entre as cultivares. Quanto à época de colheita, os vinhos elaborados com uvas da segunda

colheita apresentaram teores mais baixos, provavelmente em decorrência dos teores alcoólicos mais elevados que favoreceram a precipitação do bitartarato de potássio. No caso da alcalinidade das cinzas, não foram detectados diferenças acentuadas entre os vinhos das três cultivares.

Quanto a D.O. (420 mn), os maiores valores encontrados para a cultivar Pinot Noir são considerados normais pois trata-se de uma uva tinta vinificada em branco e, mesmo que a separação do mosto tenha sido rápida, ocorreu maior extração de cor em relação às uvas brancas.

Para auxiliar na avaliação dos resultados foi realizada uma ACP com os dados das análises clássicas dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir, elaborados com uvas de duas épocas de colheita. O plano formado pelos dois componentes principais da ACP, estão indicadas na Figura 6.

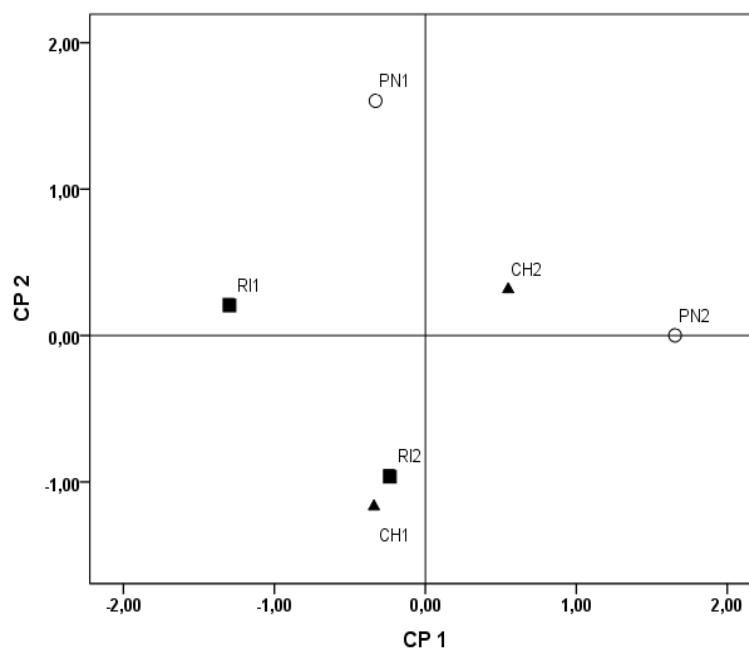


Figura 6 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos vinhos base para espumante. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes representam 72,20% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

O CP1 representa 43,83% da variância e o CP2 representa 28,37% da variância. Constatou-se uma diferenciação dos vinhos em função das cultivares e da época de colheita da uva. O eixo 1 apresentou efeito discriminante para a diferenciação das épocas de colheita dos vinhos Pinot Noir e Riesling Itálico enquanto que o eixo 2 possibilitou a diferenciação das épocas de colheita do Chardonnay.

As variáveis que mais contribuíram para o componente 1 foram: densidade (0,873), teor alcoólico (0,855), acidez total (0,890), acidez volátil (0,854), açúcar residual (0,926), e as variáveis que mais contribuíram para o componente 2 foram: extrato seco (0,954), extrato seco reduzido (0,945), relação álcool em extrato seco reduzido (0,878).

Nesse sentido, os vinhos base Pinot Noir da segunda época de colheita se caracterizaram por apresentar valores mais elevados da relação álcool em peso/extrato seco reduzido, densidade, açúcar residual, teor alcoólico e acidez volátil. Estes resultados mostram que o vinho base de Pinot Noir, principalmente, e também o de Riesling Itálico apresentaram uma evolução no grau de maturação da uva durante as duas épocas de colheita. Esta variação, em princípio, foi menos evidente no vinho base da cultivar Chardonnay. Os vinhos base elaborados com uvas da primeira época de colheita das cultivares Pinot Noir e Riesling Itálico se diferenciaram por apresentar maior teor de acidez total e de extrato seco reduzido.

A acidez total é um parâmetro que identifica os vinhos elaborados com uvas mais ácidas, colhidas antes, o que corresponde à primeira época de colheita. No entanto, teores mais elevados de extrato seco reduzido normalmente estão presentes nos vinhos elaborados com uvas maduras e não como ocorreu nesse estudo nos vinhos elaborados com uvas da primeira época de colheita. Entretanto, isto pode ser explicado pela maior quantidade de açúcar residual presente no vinho de segunda época.

4.2.2 Elementos Minerais dos vinhos base

Os resultados dos elementos minerais dos vinhos base elaborados com uvas Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir estão indicados na Tabela 5.

Tabela 5 Características analíticas dos elementos minerais dos vinhos base das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir das duas épocas de colheita distintas. Teores médios das safras 2006 e 2007.

Cultivar	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Minerais (mg.L ⁻¹)						
K	544 ^E	650 ^{BC}	600 ^{CD}	711 ^A	590 ^{DE}	690 ^{AB}
Na	18,0 ^A	20,1 ^A	18,1 ^A	19,0 ^A	17,9 ^A	19,0 ^A
Ca	70,0 ^A	75,0 ^A	60,5 ^B	74,5 ^A	70,5 ^A	73,5 ^A
Mg	57,5 ^{AB}	60,5 ^A	60,0 ^A	62,5 ^A	51,5 ^B	62,5 ^A
Mn	1,60 ^D	1,80 ^{BCD}	1,95 ^{ABC}	2,05 ^{AB}	1,75 ^{CD}	2,10 ^A
Cu	0,50 ^A	0,38 ^B	0,40 ^B	0,35 ^B	0,48 ^A	0,35 ^B
Fe	0,88 ^B	0,91 ^B	1,19 ^A	1,20 ^A	0,93 ^B	1,24 ^A
Zn	0,72 ^C	0,55 ^D	1,05 ^A	0,94 ^B	0,75 ^C	0,68 ^C
Rb	4,70 ^C	4,75 ^{BC}	4,70 ^C	5,15 ^{AB}	5,15 ^{AB}	5,20 ^A
Li **	2,27 ^A	1,80 ^{AB}	1,70 ^C	2,10 ^{AB}	1,70 ^C	2,20 ^A
P	76,0 ^{BC}	85,0 ^A	71,0 ^C	80,0 ^{AB}	75,0 ^{BC}	79,0 ^{AB}

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas por ANOVA complementada pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$).

** Resultados em ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

O único íon que apresentou uma diferença significativa entre variedades foi o Zn, cuja concentração foi superior para os vinhos base de Chardonnay em relação aos das outras duas variedades (Tabela 5). O Zn é um constituinte natural da uva, do mosto e do vinho e está presente sempre em pequenas quantidades ($< 2,0\text{mg L}^{-1}$). Um possível aumento no teor de Zn no vinho pode ser provocado pelo contato com material metálico galvanizado ou outra liga que contenha Zn, bem como de produtos fitossanitários aplicados na videira contendo Zn em sua composição (Ordoñez *et al.*, 1983; Rizzon *et al.*, 2008).

Importantes diferenças foram observadas entre as duas épocas de colheita. Os vinhos da segunda época de colheita apresentaram, independente da cultivar, maiores concentrações

de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Rb, Li e P e concentrações mais baixas em Cu e Zn. Para o Na, não foi observada nenhuma variação quanto à cultivar ou época de colheita (Tabela 5).

Os metais mais abundantes nos vinhos base, independente da cultivar e da época de colheita, foram K, Ca e Mg. Estes são considerados majoritários em vinhos brancos tranquilos (Rizzon *et al.*, 2008), em vinhos base (Poerner *et al.*, 2010) e em vinhos espumantes (Jos *et al.*, 2004; Stefenon, 2006). Os vinhos brancos tranquilos e espumantes possuem menores teores de K, quando comparados aos tintos, devido à reduzida participação da película no processo de elaboração (Rizzon, 1987). Segundo Rizzon *et al.* (2008), o K é um macronutriente muito importante para a videira, pois funciona como ativador de muitas enzimas que participam do seu metabolismo. No entanto, níveis excessivos desse cátion interferem na acidez, aumentando o pH do mosto de vinho. Um menor teor de K é esperado em vinhos base, nos quais é esperada uma acentuada acidez. Os vinhos bases com maiores teores em K (segunda época de colheita) foram também os que apresentaram os menores pH. Da mesma forma, os vinhos com maiores acidez total e menor pH (primeira época de colheita) tiveram os menores teores de K.

Além disso, o K e o Ca estão relacionados com a estabilização tartárica e o K serve como indicador sobre as técnicas utilizadas na extração do mosto, aspecto importante para a qualidade do vinho espumante (De Rosa 1978; Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998). Os teores de K obtidos nos vinhos base, elaborados neste estudo (Tabela 5), foram semelhantes aos encontrados por Poerner *et al.* (2010) que analisaram vinhos base Chardonnay e Pinot Noir da Serra Gaúcha e menores que os valores encontrados para espumantes espanhóis e franceses (394 e 339 mg.L⁻¹, respectivamente) (Jos *et al.*, 2004).

Entre os elementos minerais analisados, a legislação brasileira estabelece limites máximos somente para o Na (200mg L⁻¹, expresso em cloreto de Na) e para o Cu (1,0mg L⁻¹) (Brasil, 1988). Os teores de Na e Cu detectados nos vinhos base elaborados nesse trabalho

estão abaixo dos máximos estabelecidos. A concentração de Na nos vinhos está relacionada com a utilização de produtos enológicos na vinificação e com a origem geográfica (Rizzon et al., 2008). Por esta razão, quanto ao teor de Na, não observou-se nenhuma relação entre as cultivares ou épocas de colheita. Já o Cu, apresentou menores teores nos vinhos da segunda época das variedades Riesling Itáliaico e Pinot Noir. Ainda assim, os teores de Cu dos vinhos base deste estudo, foram menores quando comparados àqueles encontrados nos trabalhos de Stefenon (2006) e Poerner et al. (2010), nos quais os teores de Cu apresentaram-se acima do limite imposto pela legislação brasileira.

Os mostos geralmente possuem concentração mais elevada de Cu, que é proveniente principalmente dos tratamentos cúpricos para controlar o míldio da videira. No entanto, na fermentação alcoólica observa-se uma redução deste cátion. O excesso de Cu no vinho pode ocasionar turvações, as quais ocorrem normalmente nos vinhos brancos com maior concentração de dióxido de enxofre livre (Ribéreau Gayon *et al.*, 1998; Rizzon *et al.*, 2008). Portanto, os baixos teores de Cu dos vinhos base demonstram o bom estado das uvas, nas quais não foi necessário tratamentos para controlar o míldio e, além disso, demonstram grande potencial para obter-se um vinho de melhor qualidade quanto à limpidez.

Teores elevados de Mg nos vinhos, em princípio, é um fator positivo, pois ele contribui com a estrutura e o corpo (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998). O teor de Mg foi significativamente superior na época 2 para a cultivar Pinot Noir, e embora também esperado para as outras duas cultivares, a Riesling Itáliaico e a Chardonnay não apresentaram diferença significativa. Segundo Rizzon *et al.* (2008) o Mg se concentra na película e a sua concentração aumenta com a maturação da uva. Os resultados obtidos no presente trabalho concordam com os obtidos em estudo anterior realizado em vinhos base dessa região (Poerner *et al.*, 2010). Entretanto, os teores de K, Ca e Mg, em geral, foram maiores que os encontrados por Stefenon (2006) em vinhos base e espumantes.

Segundo Rizzon *et al.* (2008), a concentração de Mn é uma característica de região produtora, sendo que determinados vinhedos cultivados em solos ácidos disponibilizam maior quantidade deste mineral para a raiz da videira. Neste sentido, os níveis de Mn encontrados neste trabalho, foram semelhantes aos de vinhos brancos tranquilos (Rizzon *et al.* 2008) e aos de vinhos base da Serra Gaúcha (Poerner *et al.*, 2010), porém foram menores que os encontrados em espumantes cavas e champagnes (Jos *et al.*, 2004).

Teores baixos de Fe, Cu e Zn são necessários para garantir a estabilidade do vinho (Rizzon *et al.*, 2009). O Fe está sempre presente nos vinhos, porém seu teor deve ser inferior a $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998). Teores elevados de Fe, assim como de Cu, interferem na estabilidade e na limpidez do vinho espumante. Sendo assim, os valores obtidos para Fe estão de acordo com o esperado, porém um pouco maiores que os obtidos por Poerner *et al.* (2010) em vinhos base da Serra Gaúcha das variedades Chardonnay ($0,44 \text{ mg.L}^{-1}$) e Pinot Noir ($0,23 \text{ mg.L}^{-1}$). Neste trabalho, conforme descrito anteriormente, os minerais K, Mn e Fe apresentaram maiores concentrações nos vinhos provenientes das uvas com maior maturação (segunda época de colheita). Segundo diversos autores, os teores destes minerais podem ser influenciados pelo estágio de maturação da uva, uma vez que em uvas mais maduras pode ocorrer maior liberação destes elementos da película (parte da uva onde se concentram) para o mosto, durante o esmagamento e prensagem da uva. Conseqüentemente, as maiores concentrações desses elementos interferem na alcalinidade das cinzas, no pH, na tomada de espuma e no aspecto organoléptico dos vinhos espumantes (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998; Hardy, 2003).

O Li juntamente com o Rb e o Mn, são elementos minerais que apresentam grande importância na caracterização dos vinhos de diferentes regiões vitícolas (Frias *et al.*, 2003; Nuñez *et al.*, 2000). Os teores de Li nos vinhos base, elaborados neste estudo, foram inferiores aos encontrados por Rizzon *et al.*, (2008) em vinhos brancos finos da Serra Gaúcha

(5,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Os vinhos das cultivares Chardonnay e Pinot Noir, provenientes das uvas da segunda época de colheita, apresentaram maiores concentrações.

O Li está presente, em pequenas quantidades, em diversos tipos de rochas, inclusive no granito, por esta razão sua presença no vinho depende do solo onde a videira foi cultivada e também do pH, que interfere na sua absorção. Todavia, os produtos enológicos e a tecnologia de vinificação, como a chaptalização, também poderão influenciar na quantidade de Li no vinho (Medina & Sudraud, 1979; Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998; Rizzon *et al.*, 2008).

O Rb, por sua vez, é encontrado naturalmente em todos os vinhos em quantidades reduzidas (1,0 a 10,0 mg.L^{-1}) e sua presença pode estar relacionada com a origem geográfica dos mesmos (Rizzon *et al.*, 1997). Os nossos resultados foram semelhantes aos encontrados em outros estudos com vinhos brancos provenientes da Serra Gaúcha (Rizzon *et al.*, 2008; Rizzon *et al.*, 2009).

O teor de P em vinhos e espumante, está relacionado com o grau de prensagem utilizada na uva por ocasião da extração do mosto e, também, com eventual utilização de fosfato de amônio como ativador de crescimento por ocasião de fermentação alcoólica do vinho e na tomada de espuma (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998). Quantidades elevadas de P, em princípio, são consideradas positivas para a qualidade dos vinhos. Os vinhos base das uvas da segunda época de colheita apresentaram resultados significativamente superiores nas três variedades estudadas, demonstrando que a maior maturação das uvas pode auxiliar na extração deste elemento para o mosto.

Foi realizada uma ACP com os valores médios (safra 2006 e 2007) dos elementos minerais dos vinhos base das cultivares Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir, elaborados com as uvas das duas épocas de colheita e a projeção do plano formado pelos dois componentes principais estão indicadas na Figura 7.

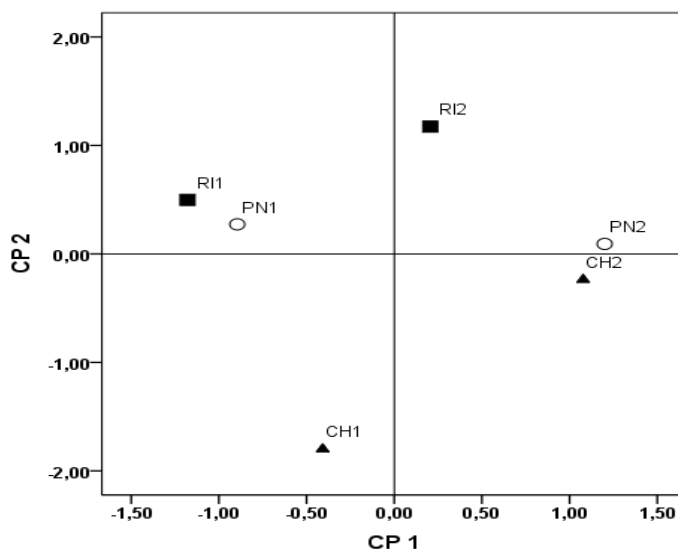


Figura 7 Análise de componentes principais baseada nas análises de minerais dos vinhos. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 71,51% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

O componente principal 1, que explica 43,50% da variância, permitiu separar os vinhos obtidos com uvas de colheita na maturação fisiológica (época 1), daquelas de colheita mais tardia (época 2). As variáveis que mais contribuíram para este componente foram K (0,978), Mn (0,880), Cu (-0,802). As concentrações de K e Mn foram superiores nos vinhos de uvas da segunda época, com médias de, respectivamente, 683,7 mg.L⁻¹ e 1,98 mg.L⁻¹, contra 578,2 mg.L⁻¹ e 1,77 mg.L⁻¹, nos vinhos de uvas da primeira época (Tabela 5). Por outro lado, a concentração de Zn mostrou-se inferior, com média de 0,73 mg.L⁻¹ (época 2) contra 0,84 mg.L⁻¹ (época 1).

O componente 2 explica 28,01% da variância e as variáveis que mais contribuíram para este componente foram o Zn (-0,890), P (0,775), Ca (0,769). Este componente separa os vinhos obtidos com a variedade Chardonnay colhida na sua maturação fisiológica (época 1), do restante dos vinhos analisados. De acordo com os dados da Tabela 5, os vinhos Chardonnay da época 1 apresentaram os menores valores para o P e o Ca, e independente da época, os vinhos Chardonnay exibiram maior conteúdo em Zn.

A ACP confirmou os resultados apresentados na Tabela 5 quanto às épocas de colheita das uvas, porém não evidenciou diferenças entre as cultivares.

4.2.3 Compostos voláteis dos vinhos base

A análise de variância e comparação de médias das variáveis relativas à concentração dos álcoois, álcoois superiores, ésteres e ácidos dos vinhos base elaborados neste trabalho (Tabela 6), permitiu evidenciar importantes diferenças entre variedades, algumas diferenças entre épocas e interação época/variedade em apenas alguns casos.

Quanto às diferenças entre variedades, duas variáveis mostraram diferenças significativas entre os vinhos das três cultivares estudadas: (a) 2-fenil etanol, presente em concentração mais elevada nos vinhos Chardonnay (média = 23,16 mg.L⁻¹), intermediária nos Pinot Noir (média = 11,83 mg.L⁻¹) e baixa concentração nos Riesling Itálico (média = 9,62 mg.L⁻¹), e (b) hexanoato de etila, com maior teores nos vinhos Riesling Itálico (média = 0,84 mg.L⁻¹), intermediários nos Chardonnay (média = 0,65 mg.L⁻¹) e menores teores nos vinhos de Pinot Noir (média= 0,46 mg.L⁻¹). O 2-fenil etanol, produzido pelas leveduras a partir da fenilalanina, é um dos poucos alcoóis que atuam diretamente no aroma dos vinhos devido as suas notas doces e aroma de rosas (Riberau-Gayon *et al.*, 2003; Mamede *et al.*, 2005; Coelho *et al.*, 2009). O hexanoato de etila, assim como os outros ésteres de ácidos graxos, são produzidos principalmente pelas leveduras durante a fermentação alcoólica, em reações entre álcoois e acetil-CoA, catalizadas pela álcool acetiltransferase e outras enzimas (Mamede *et al.*, 2005; Coelho *et al.*, 2009). Esses compostos participam dos aromas dos vinhos conferindo notas florais e frutadas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003).

Tabela 6 Características analíticas dos alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos base das cultivares Riesling Itáliaico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007.

Cultivares (mg/L)	Riesling Itáliaico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Etanal	60,0 ^A	55,6 ^B	61,1 ^A	59,5 ^{AB}	31,8 ^C	31,0 ^C
Metanol	48,5 ^A	52,1 ^A	47,9 ^A	50,3 ^A	48,4 ^A	51,4 ^A
1-Propanol	45,2 ^B	43,0 ^B	51,4 ^{AB}	51,5 ^{AB}	52,2 ^{AB}	60,8 ^A
2-Metil-1-propanol	22,1 ^B	21,5 ^B	21,7 ^B	21,7 ^B	34,9 ^A	33,3 ^A
2-Metil-1-butanol	14,4 ^B	14,0 ^B	13,8 ^B	14,3 ^B	20,4 ^{AB}	22,7 ^A
3-Metil-1-butanol	96,7 ^A	84,7 ^A	100 ^A	102 ^A	60,0 ^A	57,5 ^A
Soma alcoóis superiores**	178,5 ^A	163 ^A	187 ^A	189 ^A	168 ^A	174 ^A
Hexanol	0,41 ^A	0,38 ^A	0,42 ^A	0,40 ^A	0,45 ^A	0,39 ^A
2-Fenil etanol	9,80 ^{DE}	9,45 ^E	24,2 ^A	22,15 ^B	12,2 ^C	11,5 ^{CD}
Acetato isoamila	0,27 ^A	0,19 ^B	0,09 ^C	0,03 ^D	0,00 ^D	0,00 ^D
Acetato etila	25,9 ^{AB}	29,5 ^{AB}	29,0 ^{AB}	27,3 ^{AB}	22,5 ^B	30,9 ^A
Butirato etila	0,63 ^A	0,42 ^B	0,63 ^A	0,49 ^B	0,35 ^C	0,33 ^C
Dietil succinato	4,10 ^D	4,45 ^{CD}	6,75 ^B	8,15 ^A	4,65 ^{CD}	5,25 ^C
Hexanoato etila	0,88 ^A	0,80 ^B	0,68 ^C	0,63 ^C	0,48 ^D	0,45 ^D
Octanoato etila	0,99 ^B	1,40 ^A	1,42 ^A	1,65 ^A	1,25 ^{AB}	1,58 ^A
Decanoato etila	0,63 ^A	0,34 ^{AB}	0,52 ^A	0,63 ^A	0,15 ^B	0,42 ^{AB}
Soma ésteres C6-C10**	2,49 ^A	2,54 ^A	2,61 ^A	2,90 ^A	1,87 ^B	2,45 ^A
Acido isobutírico	2,35 ^A	1,90 ^{AB}	1,55 ^{A^B}	1,03 ^B	1,25 ^B	1,67 ^{AB}
Acido butírico	3,80 ^A	2,35 ^B	4,50 ^A	2,05 ^B	3,55 ^A	2,10 ^B
Acido isovalérico	0,60 ^{BC}	0,53 ^C	0,73 ^{AB}	0,75 ^A	0,70 ^{AB}	0,66 ^{AB}
Soma ácidos C4-C5**	6,75 ^A	4,78 ^{BC}	6,78 ^A	3,83 ^D	5,50 ^B	4,43 ^{CD}
Acido hexanóico	3,80 ^B	4,80 ^B	4,85 ^B	5,02 ^{AB}	5,55 ^A	5,55 ^A
Acido octanóico	4,95 ^C	6,10 ^B	6,90 ^A	5,75 ^B	7,40 ^A	6,85 ^A
Acido decanóico	0,65 ^B	0,85 ^{AB}	1,25 ^A	0,80 ^{AB}	0,75 ^{AB}	0,85 ^{AB}
Soma ácidos C6-C10**	9,40 ^D	11,7 ^{BC}	13,0 ^{AB}	11,5 ^C	13,7 ^A	13,2 ^A

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$). **Soma dos alcoóis superiores = (soma de 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol); Soma dos ésteres = (soma de hexanoato de etila, octanoato etila e decanoato de etila); Soma do ácidos C4-C5 = (soma de acido isobutírico, ácido butírico e ácido isovalérico); Soma dos ácidos C6-C10 = (soma de ácido hexanóico, ácido octanóico e ácido decanóico).

Além desses, os vinhos obtidos a partir de uvas Pinot Noir apresentaram teores de 2-metil-1-propanol (média = 34,1 mg.L⁻¹) e 2-metil-1-butanol (média = 21,6 mg.L⁻¹) significativamente superiores às outras variedades, porém menores concentrações de etanal (média = 31,4 mg.L⁻¹) e de butirato de etila (média = 0,34 mg.L⁻¹), indicando que estes vinhos foram vinificados e conservados em melhores condições que os outros. A formação dos

alcoóis superiores em vinhos está relacionada com a composição nitrogenada dos mostos, com os aminoácidos precursores, uso de leveduras distintas e com a clarificação do mosto antes da elaboração dos vinhos (Usseglio-Tomasset, 1978 ; Rapp & Versini, 1991; Ribéreau-Gayon *et al.*, 2003). Segundo Usseglio-Tomasset, (1978) a variedade de uva também influencia os níveis de alcoóis nos vinhos, o que pode justificar a maior concentração de 2-metil-1-propanol e 2-metil-1-butanol nos vinhos de Pinot Noir, uma vez que os vinhos base elaborados neste trabalho foram fermentados com as mesmas leveduras e receberam o mesmo tipo de tratamento. Os níveis de percepção dos alcoóis superiores são maiores que as concentrações normalmente encontrados nos vinhos, como é o caso dos vinhos base deste estudo, por esta razão não são diretamente percebidos, entretanto eles têm um papel importante na fração aromática, porque atuam como suporte de aromas (Bertrand, 1981).

Por sua vez, os vinhos Riesling Itálico apresentaram valores de acetato de isoamila (média = 0,23 mg.L⁻¹) significativamente superiores aos vinhos das outras variedades, e aqueles obtidos com uvas Chardonnay, diferenciaram-se pelo elevado conteúdo de dietil succinato (média = 7,45 mg.L⁻¹). A descrição que caracteriza o acetato de isoamila nos vinhos é doce, frutado, aroma lembrando a banana (Mamede *et al.*, 2005). Os ésteres do ácido acético como o acetato de etila e o acetato de isoamila, têm importante efeito na qualidade dos aromas de vinhos espumantes (Lepe & Leal, 1990).

Uma comparação entre as épocas de colheita (Tabela 6) evidenciou uma redução da soma dos ácidos voláteis ($\Sigma C4-C5$) nos vinhos das uvas de colheita mais tardia (média = 6,34 mg.L⁻¹) em relação àqueles de colheita de primeira época (média = 4,35 mg.L⁻¹). Esta diferença está principalmente relacionada à diminuição na concentração de ácido butírico, a qual caiu de 3,95 mg.L⁻¹ para 2,17 mg.L⁻¹.

Entre os compostos voláteis analisados nos vinhos base (tabela 6), a legislação brasileira estabelece um limite máximo somente para o metanol (350 mg.L⁻¹), devido à

toxicidade que ele apresenta (Brasil, 1998), porém os vinhos base elaborados neste trabalho apresentaram teores muito inferiores a este limite. O metanol é um álcool proveniente das pectinas, que está sempre presente no vinho em pequenas quantidades. A sua presença, no vinho branco está relacionada com a eventual maceração da parte sólida que ocorre no processo de extração do mosto (Bertrand, 1975). Para a elaboração de vinhos base e espumantes de qualidade o tempo de contato entre o mosto e a parte sólida da uva deve ser o mínimo possível (Rizzon *et al.*, 2000), conseqüentemente ocorre menor extração dos componentes da película como é o caso do metanol.

Para melhor evidenciar a influência dos compostos voláteis nos vinhos base, foi realizada uma ACP (figura 8) na qual o componente principal 1, que acumula 50,19% da variância, separa os vinhos de Pinot Noir dos vinhos produzidos como as outras variedades. As variáveis com maior contribuição neste componente foram etanal (0,912), acetato de isoamila (0,910), hexanoato de etila (0,980), ácido hexanóico (-0,963), 2-metil-1-propanol (-0,887), 2-metil-1-butanol (-0,882) e 3-metil-1-butanol (0,823). Conforme descrito anteriormente, os dados apresentados na Tabela 6 mostram que os vinhos de Pinot Noir apresentam baixa concentração de etanal e butirato de etila e elevada concentração de 2-metil-1-propanol e 2-metil-1-butanol. Além disso, estes vinhos exibiram valores inferiores de hexanoato de etila.

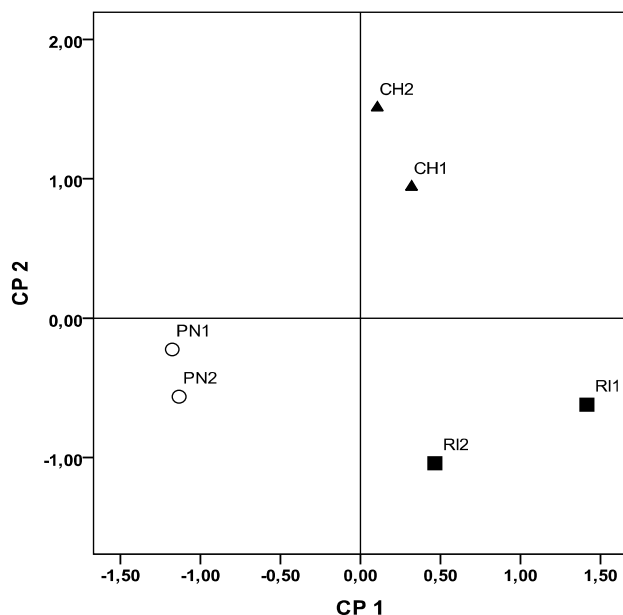


Figura 8 Análise de componentes principais baseada nas análises de alcoóis, álcoois superiores, ésteres e ácidos Os componentes 1 e 2 acumulam 69,8% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

Por sua vez, o componente principal 2, que qual representa 19,6% da variância total, separa os vinhos da cultivar Chardonnay daqueles produzidos a partir das cultivares Riesling Itálico e Pinot Noir. As variáveis com maior contribuição neste componente foram 2-fenil etanol (0,932), dietil succinato (0,909) e soma dos alcoóis superiores (0,899). Neste sentido, conforme observado na Tabela 6, os vinhos obtidos com uva Chardonnay apresentaram valores significativamente superiores de 2-fenil etanol e de dietil succinato em relação aos vinhos das cultivares Riesling Itálico e Pinot Noir, porém para a soma dos alcoóis superiores, não houve diferença significativa.

4.3 Características analíticas dos vinhos espumantes

4.3.1 Análises clássicas dos vinhos espumantes

Os vinhos espumantes elaborados neste trabalho (Tabela 7) atendem aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 1998).

Tabela 7 Análises clássicas dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007.

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Densidade a 20°C	0,9924 ^B	0,9927 ^B	0,9929 ^{AB}	0,9932 ^{AB}	0,9933 ^{AB}	0,9941 ^A
Teor Alcoólico (%v/v)	10,7 ^B	11,0 ^B	11,2 ^{AB}	11,7 ^A	11,0 ^B	11,3 ^{AB}
Acidez total (meq.L ⁻¹)	74,2 ^{BC}	69,2 ^C	87,1 ^A	76,2 ^{BC}	81,7 ^{AB}	74,1 ^{BC}
Acidez volátil (meq.L ⁻¹)	9,90 ^B	12,0 ^A	11,0 ^{AB}	11,6 ^A	10,6 ^{AB}	11,7 ^A
pH	3,39 ^{AB}	3,43 ^{AB}	3,31 ^B	3,49 ^A	3,40 ^{AB}	3,46 ^A
Açucare redutor (g.L ⁻¹)	1,90 ^C	2,25 ^{BC}	3,30 ^{AB}	3,80 ^A	3,20 ^{AB}	3,10 ^{AB}
Extrato seco (g.L ⁻¹)	15,6 ^B	16,6 ^B	20,3 ^{AB}	24,0 ^A	22,5 ^A	22,8 ^A
Extr seco red (g/L ⁻¹)	14,2 ^C	14,8 ^{BC}	17,5 ^{ABC}	20,8 ^A	19,8 ^{AB}	20,2 ^A
Relação Álcool em peso/ext seco reduzido	6,01 ^A	5,95 ^A	5,16 ^{AB}	4,69 ^B	4,63 ^B	4,58 ^B
Cinzas (g.L ⁻¹)	1,70 ^A	1,98 ^A	1,85 ^A	1,93 ^A	1,88 ^A	1,98 ^A
Alcal das cinza (g.L ⁻¹)	18,8 ^{AB}	18,7 ^{AB}	18,6 ^{AB}	17,3 ^C	19,1 ^A	18,3 ^B
D.O 420 (I 420)	0,14 ^D	0,15 ^D	0,15 ^D	0,18 ^C	0,25 ^B	0,29 ^A

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas por ANOVA complementada pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$).

Os valores das análises clássicas dos vinhos espumantes correspondem aos do vinho base, acrescido das transformações ocorridas por ocasião da tomada de espuma, isto é, provocadas pela segunda fermentação dos 24 g.L⁻¹ de sacarose adicionados. Neste sentido, o teor alcoólico representa o grau alcoólico inicial do vinho base acrescido de, aproximadamente, 1,4% v.v⁻¹ formado por ocasião da tomada de espuma (Rizzon *et al.*, 2000).

As análises clássicas dos espumantes não apresentaram diferenças significativas em relação às cultivares, porém para alguns parâmetros houve diferenças quanto às épocas de colheita. Os vinhos espumantes não apresentaram graduação alcoólica muito elevada, variando de 10,7 % v.v⁻¹ para o vinho Riesling Itálico da primeira época de colheita, a 11,70 % v.v⁻¹ para o Chardonnay de segunda época. Os elaborados com uvas da segunda época de

colheita apresentaram teores alcoólicos levemente mais elevados para as variedades Chardonnay e Pinot Noir, indicando que essas uvas alcançaram maior grau de maturação, porém não houve diferença no caso do Riesling Itálico.

Em relação à acidez total, constataram valores que variaram de 69,2 meq.L⁻¹ para o vinho Riesling Itálico da segunda época, a 81,7 meq.L⁻¹ no Chardonnay da primeira época. Esses teores podem ser considerados normais, pois os limites estabelecidos pela legislação brasileira se situam entre 55 a 130 meq.L⁻¹ (Brasil, 1998). A adição de vinhos Riesling Itálico para a elaboração de espumantes é uma prática comum na Serra Gaúcha, porque acredita-se que os mesmos podem conferir frescor e acidez (Mével, 1992), entretanto este fato não foi observado neste estudo.

Quanto à acidez volátil, todos os vinhos da primeira época de colheita obtiveram teores levemente menores que os de segunda época, especialmente o Riesling Itálico, que além de apresentar o menor valor (9,90 meq.L⁻¹), também demonstrou diferença significativa com todos os vinhos de segunda época. De modo geral, observou-se baixos níveis de acidez volátil nos vinhos espumantes elaborados, provavelmente em decorrência do grau de sanidade da uva e de boas práticas durante as microvinificações.

Quanto aos teores de açúcares redutores, o vinho Riesling Itálico de primeira época de colheita apresentou o menor valor, diferenciando-se dos demais e observou-se uma tendência dos vinhos espumantes da segunda época à apresentarem concentrações mais elevadas em comparação aos da primeira época, para os vinhos Riesling Itálico e Chardonnay.

Em relação ao teor de extrato seco e extrato seco reduzido, observaram-se valores mais baixos nos vinhos da cultivar Riesling Itálico em relação aos dois outros cultivares. A concentração de extrato seco do vinho está relacionada com a estrutura e com o corpo do mesmo, portanto estes resultados confirmam que os cultivares Chardonnay e Pinot Noir originam vinhos espumantes mais estruturados (Tedesco, 2005).

Os teores encontrados para as cinzas podem ser considerados altos e não apresentaram diferenças entre os espumantes. A alcalinidade das cinzas apresentou menor valor para os vinhos Chardonnay da segunda época, diferenciando-o dos demais vinhos, evidenciando menor grau de salificação do ácido tartárico neste vinhos (Rizzon *et al.*, 2000). Quanto a D.O.420, observaram valores mais elevados que os descritos por Rizzon *et al.* (2006) para todos os vinhos espumantes, mas especialmente para os Pinot Noir, o que confirma a interferência da cor da película dessa uva (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998; De Rosa, 1978).

Foi realizada uma ACP cuja projeção do plano formado pelos dois primeiros componentes principais (Figura 9) representaram, respectivamente 57,56% e 21,21%, totalizando 78,77% da variação total.

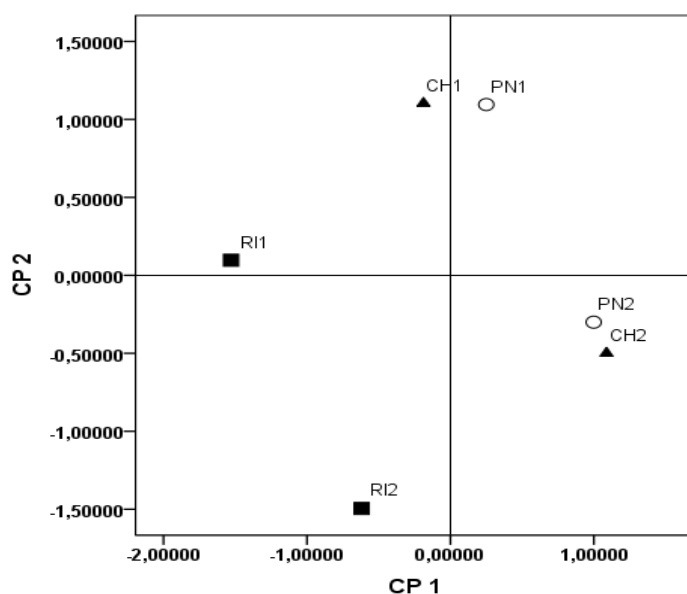


Figura 9 Análise de componentes principais baseada nas análises básicas dos vinhos. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 78,77% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

O componente principal 1 apresentou maior efeito discriminante para diferenciar os vinhos em relação as cultivares. As variáveis que mais contribuíram neste componente foram o extrato seco (0,953), extrato seco reduzido (0,952), e relação ácool/ extrato seco (-0,911),

que estão relacionadas com a estrutura e o corpo dos espumantes, sendo mais marcantes nos cultivares Chardonnay e Pinot Noir.

O componente principal 2, por sua vez, permitiu diferenciar os vinhos em relação à época de colheita da uva. As variáveis que mais contribuíram para este componente foram a acidez total (0,911), que apresentou maior concentração nos vinhos da primeira época de colheita, o pH (-0,911) e a acidez volátil (-0,641), cujos níveis foram levemente superiores nas uvas coletadas na segunda época. Estes resultados indicam que a época de colheita da uva interferiu na composição do vinho espumante das três cultivares.

4.3.2 Elementos minerais dos vinhos espumantes

Os elementos minerais nos vinhos espumantes (Tabela 8) apresentaram resultados semelhantes aos dos vinhos bases correspondentes (Tabela 5). Independente das variedades, os espumantes provenientes de uvas da segunda época de colheita, tiveram os maiores teores de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Rb, Li e P, e menores concentrações Cu e Zn.

Com exceção do Cu e do Ca, cujos valores tiveram uma leve redução, os teores encontrados para os minerais analisados não sofreram alterações com a segunda fermentação. Segundo diversos autores, o Cu e o Ca podem sofrer precipitações durante a segunda fermentação e/ou nos tratamentos de estabilização dos vinhos espumantes (Flanzy, 2003; Ribéreau Gayon *et al.*, 2003; Rizzon *et al.*, 2008), ou, ainda, serem quelados por compostos fenólicos (Wapnir, 1998; Lopez-Toledano *et al.*, 2002; Franke *et al.*, 2004;).

Tabela 8 Características analíticas dos elementos minerais dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores médios das safras 2006 e 2007

Minerais mg.L ⁻¹	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
K	578 ^F	660 ^C	620 ^E	717 ^B	636 ^D	750 ^A
Na	20,0 ^B	22,1 ^{AB}	20,0 ^B	21,0 ^B	20,9 ^B	24,0 ^A
Ca	66,4 ^{AB}	70,5 ^A	55,1 ^C	68,2 ^{AB}	65,2 ^B	68,7 ^{AB}
Mg	60,7 ^A	63,1 ^A	62,5 ^A	63,6 ^A	53,6 ^A	66,1 ^A
Mn	1,70 ^C	1,90 ^{BC}	2,05 ^{AB}	2,05 ^{AB}	1,75 ^C	2,20 ^A
Cu	0,40 ^A	0,34 ^B	0,31 ^{BC}	0,27 ^D	0,39 ^A	0,28 ^{CD}
Fe	0,90 ^C	0,98 ^C	1,21 ^B	1,24 ^B	0,96 ^C	1,37 ^A
Zn	0,75 ^C	0,60 ^D	1,09 ^A	0,97 ^B	0,79 ^C	0,75 ^C
Rb	4,65 ^C	4,70 ^C	4,85 ^{BC}	5,30 ^{AB}	5,25 ^{AB}	5,35 ^A
Li**	2,00 ^{AB}	1,80 ^{BC}	1,70 ^C	2,10 ^A	1,70 ^C	2,10 ^A
P	76,0 ^{BC}	85,5 ^A	73,9 ^C	84,7 ^A	81,0 ^{ABC}	84,0 ^{AB}

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas por ANOVA complementada pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$).

** Resultados em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Os teores de Na e de Cu encontrados dos espumantes, assim como nos vinhos bases, estão abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 1988).

Para melhor evidenciar a influência dos elementos minerais nos vinhos espumantes foi realizada uma ACP, cujo plano formado pelos dois primeiros componentes principais está representado na Figura 10.

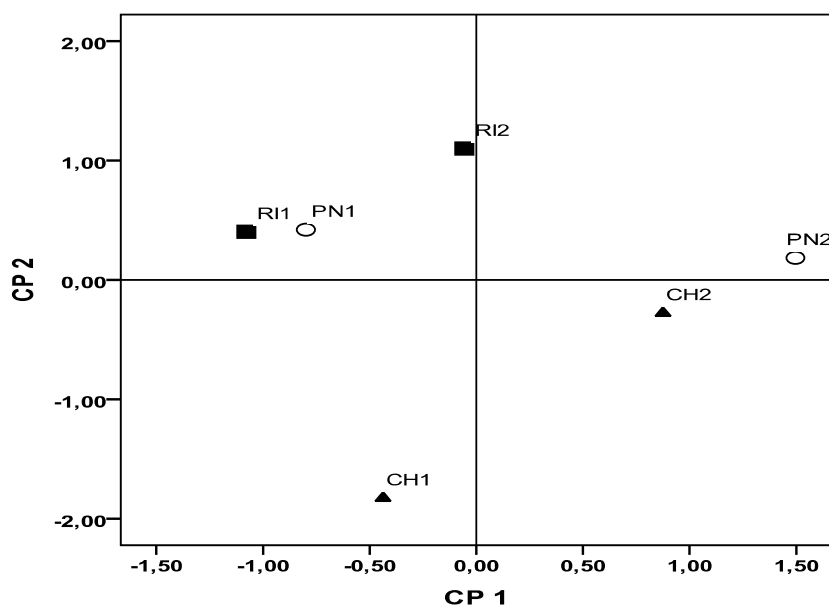


Figura 10 Análise de componentes principais baseada nas análises de minerais dos vinhos espumantes. Safras 2006 e 2007. Os dois componentes acumulam 79,49% da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

Os dois componentes principais explicaram 79,49 da variância, representando respectivamente 52,95% para o CP1 e 26,54% para o CP2. Esta análise apresentou resultados semelhantes aos da ACP dos vinhos base correspondentes. O componente principal 1 apresentou efeito discriminante para diferenciar os vinhos em função da época de colheita da uva. Este componente é formado principalmente pelos minerais K (0,973), Mn (0,879), Fe (0,861) e Cu (-0,883).

O componente principal 2 é formado pelos elementos minerais Zn (-0,946) e Ca (0,894), os quais contribuíram na separação do espumante de Chardonnay da primeira época de colheita dos demais vinhos espumantes. Este espumante apresentou, assim como no vinho base correspondente, o teor mais elevado em Zn. Os teores de Zn nos vinhos podem ser influenciados pelo contato com equipamentos, recipientes ou produtos enológicos, porém são normalmente inferiores a 1,0 mg.L⁻¹ (Rizzon *et al.*, 2008). Os níveis de Ca, por sua vez, podem ser influenciados pela aplicação de calda bordaleza na fase de maturação da uva para

controlar o ataque de fungos à videira, pela conservação dos vinhos em recipientes de concreto e pela utilização de carbonato de Ca para a correção da acidez (Ordoñez *et al.*, 1983).

Observou-se que os dois componentes principais apresentaram reduzido efeito discriminante para separar os vinhos segundo as cultivares. Em relação à época de colheita da uva, observou-se semelhança na concentração de minerais nos vinhos Riesling Itálico e Pinot Noir da época 1 e Chardonnay e Pinot Noir, da época 2. O vinho Chardonnay da época 1, ocupou uma posição isolada e oposta ao vinho Riesling Itálico da época 2.

4.3.3 Compostos voláteis dos vinhos espumantes

Os resultados das análises dos alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos espumantes estão indicados nas Tabelas 9. A análise de variância e comparação de médias demonstrou que os vinhos espumantes apresentaram resultados similares aos observados para os vinhos base que os originaram, indicando que a segunda fermentação (tomada de espuma) não alterou o perfil dos compostos aromáticos determinados neste trabalho. Em relação às cultivares, foram observadas as mesmas diferenças, o 2-fenil etanol continuou apresentando as maiores concentrações nos espumantes da cultivar Chardonnay, seguido dos espumantes Pinot Noir e menores teores no espumantes Riesling Itálico. O mesmo ocorreu para o hexanoato de etila, os espumantes de Riesling Itálico tiveram as maiores concentrações, os espumantes de Chardonnay os teores intermediários e os de Pinot Noir obtiveram os valores mais baixos.

Tabela 9 Características analíticas dos alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos espumantes das cultivares Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir. Valores mádios das safras 2006 e 2007.

Cultivares (mg/L)	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Etanal	69,2 ^A	65,7 ^A	67,5 ^A	64,3 ^A	34,2 ^B	33,1 ^B
Metanol	52,2 ^A	52,8 ^A	53,4 ^A	55,4 ^A	46,9 ^A	53,9 ^A
1-Propanol	45,9 ^{AB}	43,7 ^B	52,3 ^{AB}	51,8 ^{AB}	52,2 ^{AB}	59,9 ^A
2-Metil-1-propanol	23,1 ^B	21,9 ^B	23,1 ^B	23,9 ^B	34,8 ^A	32,9 ^A
2-Metil-1-butanol	14,7 ^B	14,8 ^B	14,8 ^B	15,5 ^B	21,9 ^A	23,6 ^A
3-Metil-1-butanol	104 ^A	100 ^A	102 ^A	102 ^A	58,4 ^B	56,8 ^B
Soma alcoóis superiores**	187 ^A	180 ^A	192 ^A	193 ^A	167 ^A	173 ^A
Hexanol	0,45 ^A	0,35 ^A	0,45 ^A	0,45 ^A	0,45 ^A	0,45 ^A
2-Fenil etanol	7,90 ^D	8,45 ^D	13,5 ^B	17,5 ^A	10,4 ^C	10,8 ^C
Acetato isoamila	0,30 ^A	0,22 ^B	0,14 ^C	0,08 ^D	ND	ND
Acetato etila	29,2 ^{AB}	33,1 ^A	32,3 ^A	29,6 ^{AB}	24,3 ^B	34,6 ^A
Butirato etila	0,68 ^A	0,58 ^C	0,63 ^B	0,54 ^C	0,40 ^D	0,35 ^E
Dietil succinato	3,80 ^D	4,05 ^D	5,20 ^C	9,75 ^A	6,85 ^B	5,60 ^C
Hexanoato etila	1,10 ^A	0,86 ^B	0,93 ^B	0,78 ^C	0,60 ^D	0,60 ^D
Octanoato etila	1,25 ^B	1,09 ^B	1,25 ^B	1,37 ^B	1,67 ^A	1,17 ^B
Decanoato etila	0,19 ^A	0,14 ^A	0,16 ^A	0,15 ^A	0,22 ^A	0,19 ^A
Soma ésteres C6-C10**	2,54 ^A	2,09 ^B	2,33 ^{AB}	2,20 ^B	2,49 ^A	1,96 ^B
Acido isobutírico	2,95 ^A	2,05 ^B	0,89 ^D	1,07 ^D	1,78 ^C	1,00 ^D
Acido butírico	3,55 ^A	2,20 ^B	2,19 ^B	2,05 ^B	4,04 ^A	2,05 ^B
Acido isovalérico	0,67 ^A	0,70 ^A	0,67 ^A	0,68 ^A	0,89 ^A	0,71 ^A
Soma ácidos C4-C5**	7,17 ^A	4,95 ^B	3,75 ^B	3,79 ^B	6,71 ^A	3,76 ^B
Acido hexanóico	4,65 ^C	4,60 ^C	5,00 ^{BC}	4,75 ^C	5,60 ^{AB}	5,75 ^A
Acido octanóico	5,60 ^B	5,75 ^B	6,00 ^B	5,75 ^B	7,00 ^A	6,25 ^A
Acido decanóico	1,25 ^A	1,15 ^A	1,20 ^A	1,50 ^A	1,12 ^A	1,28 ^A
Soma ácidos C6-C10**	11,5 ^B	11,5 ^B	12,2 ^{AB}	12,0 ^{AB}	13,7 ^A	13,3 ^{AB}

* Médias seguidas de letras distintas dentro de cada linha são significativamente distintas pelo testes de Tuckey ($p \leq 0,01$). **Soma dos alcoóis superiores = (soma de 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol); Soma dos ésteres = (soma de hexanoato de etila, octanoato etila e decanoato de etila); Soma do ácidos C4-C5 = (soma de acido isobutírico, ácido butírico e ácido isoalérico); Soma ácidos C6-C10 = (soma de ácido hexanóico, ácido octanóico e ácido decanóico).

Quanto aos alcoóis superiores, os espumantes de Pinot Noir apresentaram os mesmos resultados que os vinhos base, com maiores concentrações de 2-metil-1-propanol de 2-metil-1-butanol e menores níveis de 3-metil-1-butanol. Da mesma forma, o 1-propanol manteve a maior concentração no vinho espumante proveniente das uvas de segunda colheita. Os níveis de 1-propanol dos vinhos elaborados neste trabalho, são superiores aos descritos por Garofolo *et al.* (1990), que encontraram valores de 5-27 mg.L⁻¹ em vinhos espumantes italianos e

Mamede *et al.*, (2005), cujos valores foram de 8 mg.L⁻¹a 10,7 mg.L⁻¹ em espumantes brasileiros.

Os vinhos espumantes de Riesling Itálico mantiveram os maiores teores em acetato de isoamila e os espumantes de Chardonnay em dietil succinato.

Os vinhos espumantes apresentaram diferenças significativas em relação à época de colheita das uvas para o butirato de etila e para a soma dos ésteres etílicos (Σ C6-C10), devido particularmente aos maiores níveis, nos vinhos espumantes das uvas de primeira época, do hexanoato de etila nas cultivares Riesling Itálico e Chardonnay e do octanoato de etila na Pinot Noir. Coelho *et al.* (2009), encontraram resultados semelhantes, ou seja, uma diminuição dos níveis destes ésteres em vinhos espumantes de uvas portuguesas colhidas no momento da maturação fisiológica e uma semana após esta.

Uma ACP também foi realizada com os resultados dos compostos voláteis, na qual os dois componentes principais explicaram 75,88 % da variância (Figura 11). O componente principal 1 separa os vinhos espumantes produzidos com uvas Pinot Noir daqueles obtidos a partir de Chardonnay e Riesling Itálico. Este componente, que representa 49,75% da variância total apresentou como variáveis de maior contribuição o ácido hexanóico (-0,945), o ácido octanóico (-0,935), a soma dos ácidos graxos C6-C12 (-0,990), o metil-2-propanol (-0,981) e o metil-2-butanol (-0,939), compostos com teores mais expressivos nos espumantes de Pinot Noir, em oposição ao etanal (0,969) e metil-3-butanol (0,961), cujos níveis foram menores nesses espumantes Tabela 9.

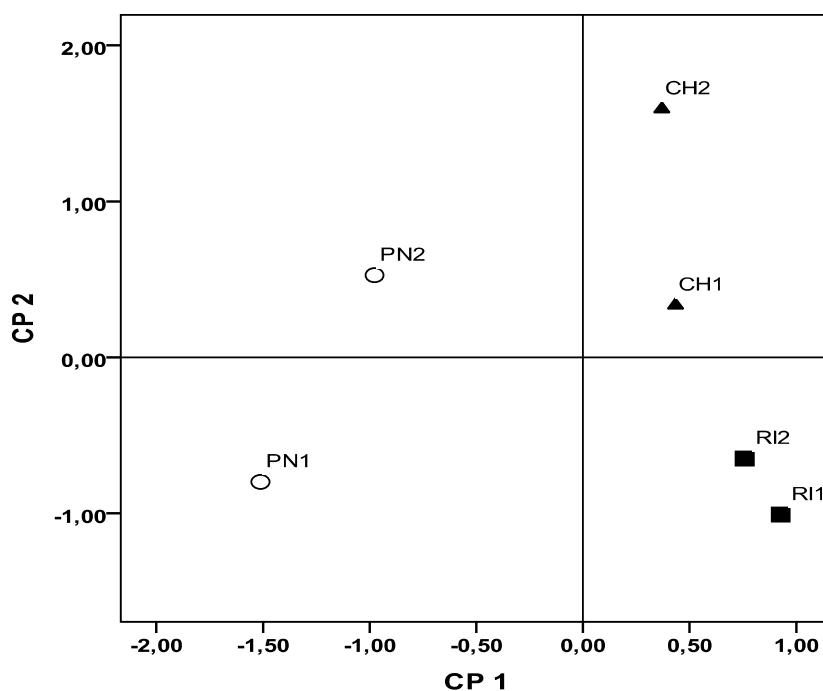


Figura 11 Análise de componentes principais baseada nas análises de alcoóis, alcoóis superiores, ésteres e ácidos dos vinhos espumantes. Os componentes 1 e 2 acumulam 75,88 % da variância. (RI1=Rieling Itálico época 1, RI2=Rieling Itálico época 2, CH1= Chardonnay época 1, CH2 Chardonnay época 2, PN1= Pinot Noir época 1, PN2= Pinot Noir época 2).

Por outro lado, o componente principal 2 que explica 26,13% da variância, permite separar os espumantes obtidos de Chardonnay dos obtidos com uvas de outras cultivares, assim como os vinhos espumantes de uvas de colheita mais tardia daqueles de colheita no momento da maturação fisiológica. Este componente apresenta contribuição de diversas variáveis, mas principalmente do 2- fenil etanol (0,914) e do ácido isobutírico (0,853). Assim como ocorre nos vinhos base, os espumantes derivados da cultivar Chardonnay caracterizaram-se pela presença de maior conteúdo de 2-fenil etanol, com média de 15,47 mg.L-1 contra 9,39 mg.L-1 dos espumantes de outras cultivares. Já o conteúdo de ácido isobutírico foi menor nos espumantes de uvas de colheita tardia, mesma tendência observada em outros compostos, como o butirato de etila e ácido butírico (Tabela 7).

Considerando os vinhos elaborados neste trabalho, o fator que mais influenciou a composição volátil dos vinhos bases e espumantes foi a cultivar, seguido pela época de

colheita (uma semana de diferença), que caracteriza o estado de maturação das uvas. Este estudo apresentou resultado semelhante a um trabalho realizado em espumantes elaborados com uvas portuguesas, colhidas uma semana antes e depois do estado de maturação fisiológica das uvas (Coelho *et al.*, 2009).

4.4 Avaliação sensorial dos vinhos espumantes das variedades Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir, safras 2006 e 2007

Os resultados da análise sensorial, representados pela média das notas atribuídas, pelos degustadores, aos vinhos espumantes dos varietais Riesling Itálico, Chardonnay e Pinot Noir, correspondentes às épocas de colheita 1 e 2, das safras 2006 e 2007, estão discutidos a seguir. A ficha utilizada para a avaliação sensorial dos vinhos espumantes elaborados neste trabalho está representada no Anexo A.

4.4.1 Aspecto visual

As avaliações quanto ao aspecto visual das safras 2006 e 2007 estão representadas nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

Na safra de 2006 não houve diferenças significativas, quanto às cultivares ou épocas de colheita (Tabela 11), para os aspectos limpidez e borbulha nos três espumantes. Entretanto, houve efeito significativo do varietal e da época nos descritores intensidade e matiz. Em relação às cultivares, estes dois descritores, apresentaram valores significativamente mais elevados no Pinot Noir, seguido do Chardonnay e do Riesling Itálico. Os espumantes de Pinot Noir apresentaram maior intensidade de cor devido à liberação de antocianinas presentes na película desta uva tinta, cujos vinhos base são elaborados em branco, como descrito anteriormente por Saracco & Gozzelino, (1995). Além disso, um matiz mais

amarelado sugere oxidação de uma série de substâncias, entre as quais as flavonas, as leucoantocianinas e as catequinas, responsáveis pela cor dos vinhos brancos, indicando o estágio de envelhecimento desses vinhos (Peynaud, 1982). A diminuição da intensidade de cor e a modificação no matiz também foi constatada em vinhos Cabernet Sauvignon (Pszczolkowski *et al.*, 2001).

Em todos os varietais os valores da intensidade e do matiz foram superiores nos espumantes provenientes das uvas da segunda época de colheita (maior maturação). Segundo Ribereau-Gayon *et al.* (2003), a maturação das uvas é um importante fator para a obtenção de espumantes de qualidade.

Tabela 11 – Características visuais dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita (safra 2006).

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Limpidez	81,8 ^{Aa} ± 8,5	78,6 ^{Aa} ± 13	83,4 ^{Aa} ± 5,6	82,8 ^{Aa} ± 9,6	80,9 ^{Aa} ± 8,9	83,5 ^{Aa} ± 7,4
Intensidade	14,7 ^{Cb} ± 9,0	25,1 ^{Ca} ± 13	28,4 ^{Bb} ± 14	51,3 ^{Ba} ± 18	65,8 ^{Ab} ± 19	81,5 ^{Aa} ± 8,6
Matiz	15,1 ^{Cb} ± 10	28,2 ^{Ca} ± 15	26,0 ^{Bb} ± 15	41,9 ^{Ba} ± 15	63,8 ^{Ab} ± 12	76,4 ^{Aa} ± 8,2
Borbulha	51,9 ^{Aa} ± 20	41,4 ^{Aa} ± 26	44,3 ^{Aa} ± 24	49,9 ^{Aa} ± 23	45,4 ^{Aa} ± 22	49,8 ^{Aa} ± 23

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Turkey a 5% de probabilidade de erro.

Na safra 2007, os descritores intensidade e matiz apresentaram os mesmos resultados, entretanto houve efeito significativo do varietal quanto a limpidez, sendo que os espumantes Chardonnay foram considerados mais límpidos, seguidos do Pinot Noir e, por último do Riesling Itálico (Tabela 12). Em todos os varietais a limpidez foi considerada maior nos espumantes das uvas mais maduras.

Tabela 12 – Características visuais dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita (safra 2007).

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Limpidez	80,5 ^{Ca} ± 0,1	79,5 ^{Cb} ± 1,3	84,1 ^{Aa} ± 0,9	83,4 ^{Ab} ± 2,6	81,5 ^{Ba} ± 1,2	81,5 ^{Bb} ± 0,8
Intensidade	16,6 ^{Cb} ± 0,6	23,5 ^{Ca} ± 0,6	30,4 ^{Bb} ± 0,3	48,4 ^{Ba} ± 2,1	67,5 ^{Ab} ± 0,6	80,2 ^{Aa} ± 3,9
Matiz	14,6 ^{Cb} ± 0,5	31,3 ^{Ca} ± 1,5	28,7 ^{Bb} ± 0,7	39,9 ^{Ba} ± 1,5	64,2 ^{Ab} ± 1,1	77,1 ^{Aa} ± 2,1
Borbulha	51,1 ^{Aa} ± 1,1	45,3 ^{Bb} ± 0,5	45,2 ^{Bb} ± 0,7	50,7 ^{Aa} ± 1,0	44,2 ^{Bb} ± 3,3	51,5 ^{Aa} ± 0,8

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No que diz respeito à borbulha, não houve efeito significativo do varietal, mas sim da época de colheita. As notas para a borbulha foram maiores nos espumantes Chardonnay e Pinot Noir na época 2, enquanto que para o Riesling Itálico foram maiores na época 1. Uma efervescência intensa indica ser um vinho espumante novo e de qualidade, e pouca efervescência indica problemas de pressão na garrafa ou na taça utilizada. Além disso, a efervescência pode indicar um equilíbrio entre os aspectos visuais, olfativos e gustativos do vinho espumante (Lona *et al.*, 1999; Rizzon *et al.*, 2000). A diferença de uma semana entre as colheitas foi importante para uma melhor maturação e, conseqüentemente, melhor intensidade visual, matiz e maior efervescência.

4.4.2 Aspecto olfativo

Os descritores avaliados no aspecto olfativo dos espumantes foram a intensidade olfativa, floral, vegetal, frutado, pão tostado, levedura e aroma indesejável. Estes descritores apresentaram algumas diferenças significativas tanto em relação às cultivares quanto às épocas de colheita nas duas safras estudadas.

Em 2006 (Tabela 13), os espumantes de Pinot Noir, juntamente com os de Chardonnay, caracterizaram-se pela maior intensidade aromática, aromas de pão tostado e de

levedura, em relação Riesling Itálico. O aroma de pão tostado é uma característica muito procurada pelos enólogos para diferenciar os espumantes elaborados pelo método tradicional dos elaborados pelo processo charmat. A diferenciação entre as variedades, provavelmente, se deu ao fato de que tanto o Chardonnay quanto o Pinot Noir são espumantes com mais corpo, aumentando assim os aromas de tostado provenientes das leveduras durante a tomada de espuma (Geisse, 2006).

Os espumantes Pinot Noir diferenciaram-se dos demais por apresentarem as maiores notas para aroma vegetal e aromas indesejáveis e menores valores para floral e frutado. Por ser uma cultivar tinta elaborada em branco, a Pinot Noir não possui aromas secundários finos e delicados como as demais cultivares brancas estudadas (Rizzon, *et al.*, 2000). Já os espumantes Chardonnay caracterizaram-se pelo maior aroma frutado. Provavelmente os degustadores tiveram maior preferência pela cultivar Chardonnay devido aos seus aromas característicos de maçã verde, toques a frutas tropicais (abacaxi) e a cítrico maduro (Rizzon, *et al.*, 2000). Os espumantes Riesling Itálico diferenciaram-se significativamente dos demais varietais pelos maiores valores do descritor floral e menor intensidade aromática. Esta cultivar origina vinhos com aromas pouco pronunciados, porém finos e leves, específicos dos vinhos espumantes da Serra Gaúcha (Geisse, 2006). É uma cultivar típica da região e apresenta aromas cítricos frescos (pomelo, lima), toques a pêra, mentol e flores brancas (Rizzon, *et al.*, 2000).

As duas épocas de colheita influenciaram a intensidade, que foi significativamente superior nos espumantes provenientes da segunda época de colheita. Além disso, o aroma vegetal obteve as maiores notas nos espumantes da primeira época, independente da cultivar. Estes resultados estão de acordo com o esperado, pois frutas mais maduras possuem uma característica aromática mais intensa (Dorvaz, 1983) e as notas vegetais são características de

uvas menos maduras. Os outros descritores não apresentaram diferenças significativas entre as épocas de colheita.

Tabela 13 – Características olfativas dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita. Safra 2006.

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Intensidade	42,6 ^{Bb} ± 15,3	49,4 ^{Ba} ± 11,4	49,9 ^{Ab} ± 11,0	55,7 ^{Aa} ± 6,50	46,0 ^{ABb} ± 14,6	54,5 ^{ABa} ± 9,20
Floral	27,8 ^{Aa} ± 15,8	24,1 ^{Aa} ± 15,4	15,7 ^{Ba} ± 9,60	17,0 ^{Ba} ± 12,8	11,5 ^{Ca} ± 9,70	7,50 ^{Ca} ± 5,10
Vegetal	8,50 ^{Ba} ± 3,80	7,10 ^{Bb} ± 3,50	11,7 ^{Ba} ± 8,00	9,70 ^{Bb} ± 4,50	17,9 ^{Aa} ± 11,3	12,9 ^{Ab} ± 8,90
Frutado	29,2 ^{Ba} ± 12,2	28,2 ^{Ba} ± 12,3	48,5 ^{Aa} ± 15,2	42,3 ^{Aa} ± 15,4	18,1 ^{Ca} ± 11,7	20,0 ^{Ca} ± 11,70
Pão tostado	21,5 ^{Ba} ± 19,9	23,6 ^{Ba} ± 14,7	29,9 ^{Aa} ± 18,0	32,0 ^{Aa} ± 13,9	37,5 ^{Aa} ± 13,1	31,1 ^{Aa} ± 18,9
Levedura	18,6 ^{Ba} ± 15,6	19,1 ^{Ba} ± 13,7	23,6 ^{ABa} ± 16,3	24,6 ^{ABa} ± 16,1	31,9 ^{Aa} ± 18,3	24,9 ^{Aa} ± 17,9
Aromas indesejáveis	6,60 ^{Ba} ± 4,00	10,0 ^{Ba} ± 10,6	8,60 ^{Ba} ± 6,60	9,40 ^{Ba} ± 8,10	12,5 ^{Aa} ± 8,00	13,2 ^{Aa} ± 10,4

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A safra 2007 (Tabela 14) apresentou as mesmas diferenças significativas de 2006 para alguns descritores em relação ao varietal e a época de colheita. Os espumantes Chardonnay continuaram sendo mais fortes em intensidade, os de Pinot Noir mantiveram-se em segundo lugar, seguidos pelo Riesling Itálico. Os espumantes Chardonnay também destacaram-se pelo aroma frutado e os Pinot Noir por pão tostado, levedura e aromas indesejáveis. Os espumantes Riesling Itálico diferenciaram-se pelo descritor floral mais intenso, seguidos do Chardonnay e do Pinot Noir. Segundo Rizzon (2000), a cultivar Riesling Itálico possui maior intensidade aromática que estrutura em boca. A avaliação sensorial dos espumantes confirmou os mesmos descritores para caracterizar os espumantes, segundo as cultivares, nas duas safras estudadas, evidenciando que os mesmos são típicos das cultivares, como já descrito em trabalhos anteriores (Rizzon *et al.*, 2000; Giovannini, 2005; Geisse, 2006).

Quanto às épocas de colheita, a intensidade olfativa continuou maior nas uvas com maior grau de maturação (segunda época), independente da cultivar, porém o caráter vegetal

somente foi detectado nos espumantes Pinot Noir e Chardonnay da primeira época de colheita; para o Riesling itálico não houve diferença entre as épocas.

Tabela 14 – Características olfativas dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita (safra 2007).

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Intensidade	40,2 ^{Cb} ± 0,7	47,1 ^{Ca} ± 2,8	50,6 ^{Ab} ± 1,1	58,0 ^{Aa} ± 0,7	44,0 ^{Bb} ± 3,3	50,3 ^{Ba} ± 4,3
Floral	30,4 ^{Aa} ± 2,6	28,0 ^{Ab} ± 0,4	14,4 ^{Bb} ± 1,8	16,0 ^{Ba} ± 0,2	10,2 ^{Ca} ± 0,6	9,5 ^{Ca} ± 0,9
Vegetal	8,1 ^{Ca} ± 1,7	7,5 ^{Ca} ± 0,2	12,2 ^{Ba} ± 0,3	10,1 ^{Bb} ± 1,7	19,9 ^{Aa} ± 0,6	15,2 ^{Ab} ± 4,1
Frutado	27,8 ^{Ba} ± 0,8	27,0 ^{Ba} ± 1,9	49,9 ^{Aa} ± 1,2	47,9 ^{Ab} ± 2,0	15,9 ^{Cb} ± 0,8	19,0 ^{Ca} ± 1,3
Pão tostado	20,9 ^{Ca} ± 1,0	21,5 ^{Ba} ± 0,7	31,7 ^{Bb} ± 1,1	34,4 ^{Aa} ± 0,7	40,6 ^{Aa} ± 2,0	34,5 ^{Ab} ± 0,7
Levedura	21,6 ^{Ca} ± 1,7	22,8 ^{Ba} ± 0,7	24,0 ^{Ba} ± 1,0	25,1 ^{Aa} ± 0,9	34,5 ^{Aa} ± 1,7	25,1 ^{Ab} ± 0,4
Aromas indesejáveis	5,3 ^{Cb} ± 0,4	9,4 ^{Ba} ± 1,2	7,5 ^{Bb} ± 0,5	9,5 ^{Ba} ± 0,8	11,5 ^{Aa} ± 0,7	12,0 ^{Aa} ± 1,6

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4.4.3 Aspecto gustativo

Em relação ao aspecto gustativo foram analisados: a intensidade gustativa, floral, vegetal, frutado, pão tostado, levedura, doçura, acidez, salgado, amargor, persistência, estrutura, cremosidade, adstringência, tipicidade e qualidade.

Na avaliação gustativa da safra 2006 (Tabela 15), os espumantes Chardonnay não se destacaram sozinhos em nenhum dos atributos gustativos avaliados mas, assim como os espumantes Pinot Noir, apresentaram maiores notas para intensidade (como no aspecto olfativo), doçura, amargor, persistência, estrutura e qualidade. Segundo Saracco et al. (1995), estas cultivares originam espumantes com maior estrutura e corpo.

Além disso, junto com o Riesling Itálico, os espumante Chardonnay obtiveram notas mais elevadas para os descritores floral e frutado. Os espumantes Riesling Itálico diferenciaram-se significativamente dos demais pelo sabor salgado mais pronunciado e pelas

menores notas de pão tostado, amargor, persistência, estrutura, tipicidade e qualidade. Já os espumantes Pinot Noir se caracterizaram pelos descritores pão tostado, levedura, acidez e adstringência. Algumas vinícolas da Serra Gaúcha misturam os vinhos bases com determinadas proporções de Riesling Itálico para aumentar a acidez e o frescor dos espumantes (Mevel, 1992).

Quanto à época de colheita, os espumantes elaborados com as uvas de colheita mais tardia apresentaram maior intensidade para os descritores pão tostado, levedura e gosto salgado, enquanto que nos espumantes das uvas colhidas na primeira época, conforme esperado, a acidez foi mais pronunciada. Estas diferenças foram observadas independente da cultivar. Entretanto, os espumantes Pinot Noir da primeira época de colheita receberam maiores notas para estrutura e qualidade em relação aos de colheita mais tardia.

O descritor cremosidade diferenciou as épocas de colheita para as variedades Riesling Itálico e Chardonnay, sendo que para o Riesling Itálico a primeira época apresentou maior cremosidade enquanto que para o Chardonnay foi o espumante de segunda época.

O descritor vegetal não apresentarm diferenças significativas entre as cultivares ou as épocas de colheitas.

Tabela 15 – Características gustativas dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita (safra 2006).

Variáveis	Riesling Itáliaico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Intensidade	42,3 ^{Bb} ± 12	45,8 ^{Ba} ± 9,8	49,6 ^{Ab} ± 8,5	54,6 ^{Aa} ± 9,6	53,9 ^{Ab} ± 9,4	58,7 ^{Aa} ± 11
Floral	23,7 ^{Aa} ± 14	18,0 ^{Aa} ± 12	19,5 ^{Aa} ± 16	20,4 ^{Aa} ± 15	10,9 ^{Ba} ± 7,8	9,70 ^{Ba} ± 6,9
Vegetal	12,7 ^{Aa} ± 12	12,5 ^{Aa} ± 14,7	9,80 ^{Aa} ± 5,8	11,4 ^{Aa} ± 7,6	11,5 ^{Aa} ± 7,8	9,40 ^{Aa} ± 5,3
Frutado	38,5 ^{Aa} ± 15	27,2 ^{Aa} ± 16,2	32,7 ^{Aa} ± 16	34,5 ^{Aa} ± 17	26,3 ^{Ba} ± 16	25,3 ^{Ba} ± 14
Pão tostado	19,8 ^{Cb} ± 10	24,0 ^{Ca} ± 10	24,6 ^{Bb} ± 10	30,2 ^{Ba} ± 10	41,4 ^{Ab} ± 11	42,9 ^{Aa} ± 15
Levedura	10,8 ^{Bb} ± 8,4	0,80 ^{Ba} ± 10	17,7 ^{Bb} ± 10	22,3 ^{Ba} ± 11	32,9 ^{Ab} ± 13	37,3 ^{Aa} ± 20
Doçura	16,1 ^{Ba} ± 9,1	19,7 ^{Ba} ± 10	22,7 ^{ABb} ± 13	41,7 ^{Aa} ± 16	32,1 ^{Aa} ± 14	26,9 ^{Ba} ± 15
Acidez	39,4 ^{Ba} ± 9,4	36,0 ^{Bb} ± 9,9	45,8 ^{ABa} ± 9,1	37,6 ^{ABb} ± 8,0	49,1 ^{Aa} ± 13	39,3 ^{Ab} ± 10
Salgado	13,7 ^{Ab} ± 8,4	19,6 ^{Aa} ± 13	9,00 ^{Bb} ± 4,2	13,4 ^{Ba} ± 7,0	9,80 ^{Bb} ± 4,7	11,1 ^{Ba} ± 6,2
Amargor	8,20 ^{Ba} ± 3,5	8,40 ^{Ba} ± 4,2	12,8 ^{Aa} ± 7,1	13,0 ^{Aa} ± 7,3	14,8 ^{Aa} ± 8,0	14,5 ^{Aa} ± 7,6
Persistência	42,1 ^{Ba} ± 9,3	43,6 ^{Ba} ± 9,1	54,4 ^{Aa} ± 8,3	58,7 ^{Aa} ± 6,9	56,3 ^{Aa} ± 9,1	53,3 ^{Aa} ± 8,3
Estrutura	33,8 ^{Ba} ± 7,3	34,8 ^{Ca} ± 6,9	52,8 ^{Aa} ± 7,5	58,0 ^{Aa} ± 6,9	57,1 ^{Aa} ± 8,3	51,0 ^{Bb} ± 6,8
Creiosidade	50,4 ^{Aa} ± 12	26,8 ^{Bb} ± 14	42,9 ^{Ab} ± 6,6	55,2 ^{Aa} ± 7,3	49,9 ^{Aa} ± 13	47,2 ^{Aa} ± 10
Adstringência	5,60 ^{Ba} ± 3,4	5,60 ^{Ba} ± 3,4	7,00 ^{Ba} ± 4,1	7,00 ^{Ba} ± 4,2	11,5 ^{Aa} ± 7,1	11,8 ^{Aa} ± 7,2
Tipicidade	42,2 ^{Ba} ± 8,8	38,6 ^{Ba} ± 7,6	46,4 ^{Aa} ± 14	50,8 ^{Aa} ± 10	45,2 ^{Aa} ± 16	52,6 ^{Aa} ± 17
Qualidade	76,6 ^{Ba} ± 2,9	76,0 ^{Ba} ± 3,3	84,6 ^{Aa} ± 2,3	82,7 ^{Aa} ± 2,4	86,4 ^{Aa} ± 2,5	82,3 ^{Ab} ± 2,7

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na safra de 2007 (Tabela 16) também houve influência significativa do varietal e da época de colheita em praticamente as mesmas variáveis.

Os espumantes de Pinot Noir apresentaram maior intensidade, seguidos dos Chardonnay e por último os Riesling Itáliaico. Além disso, os espumantes Pinot Noir se diferenciaram do demais quanto aos descritores vegetal, pão tostado, levedura, amargor, adstringência e qualidade. O gosto vegetal mais acentuado é provavelmente devido a Pinot Noir ser uma cultivar tinta elaborado em branco e, embora a prensagem tenha sido bem realizada e o rendimento do mosto tenha sido baixo, fatores que contribuem para diminuir a característica vegetal (Rizzon, 2001), este caráter pode ser percebido. O amargor que

normalmente provém do engaço ou do bagaço da uva, está relacionado com as maiores concentrações de taninos característicos dos espumantes Pinot Noir (Ribereau-Gayon *et al.*, 2003).

Os espumantes Chardonnay receberam as melhores notas nos descritores frutado e tipicidade e, assim como o Pinot Noir, foram considerados de maior qualidade.

Os espumantes Riesling Itálico apresentaram diferenças significativas dos outros varietais pela maior nota para o salgado e menores notas para pão tostado, doçura, amargor, persistência, estrutura, adstringência e qualidade.

Tabela 16 – Características gustativas dos espumantes elaborados com uvas provenientes de duas épocas de colheita (safra 2007).

Variáveis	Riesling Itálico		Chardonnay		Pinot Noir	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
Intensidade	45,2 ^{Cb} ± 1,7	48,2 ^{Ca} ± 0,6	51,0 ^{Bb} ± 0,7	55,2 ^{Ba} ± 1,8	60,3 ^{Ab} ± 0,8	65,1 ^{Aa} ± 4,1
Floral	24,0 ^{Aa} ± 1,7	19,1 ^{Bb} ± 0,2	22,0 ^{Ba} ± 0,4	20,1 ^{Ab} ± 0,9	9,2 ^{Ca} ± 0,3	7,1 ^{Cb} ± 0,9
Vegetal	11,1 ^{Bb} ± 0,7	12,0 ^{Ba} ± 0,4	8,1 ^{Cb} ± 0,3	9,1 ^{Ca} ± 1,6	15,0 ^{Aa} ± 0,3	13,9 ^{Ab} ± 1,7
Frutado	30,0 ^{Bb} ± 2,7	34,5 ^{Aa} ± 1,8	37,8 ^{Aa} ± 2,8	35,4 ^{Ab} ± 3,7	24,1 ^{Ca} ± 0,2	22,1 ^{Bb} ± 2,5
Pão tostado	20,0 ^{Cb} ± 0,3	23,1 ^{Ca} ± 2,4	23,0 ^{Bb} ± 0,3	29,1 ^{Ba} ± 2,7	43,1 ^{Ab} ± 4,4	47,2 ^{Aa} ± 2,4
Levedura	11,1 ^{Cb} ± 0,2	22,1 ^{Ba} ± 1,7	18,1 ^{Bb} ± 0,4	23,1 ^{Ba} ± 0,3	34,0 ^{Ab} ± 3,3	39,0 ^{Aa} ± 0,5
Doçura	15,2 ^{Cb} ± 0,4	19,9 ^{Ca} ± 0,7	22,9 ^{Bb} ± 0,46	43,8 ^{Aa} ± 3,3	30,0 ^{Aa} ± 0,5	26,7 ^{Bb} ± 0,5
Acidez	40,5 ^{Ca} ± 4,8	37,0 ^{Bb} ± 0,5	47,0 ^{Ba} ± 0,6	39,3 ^{Ab} ± 3,5	50,0 ^{Aa} ± 0,4	40,8 ^{Ab} ± 1,8
Salgado	35,5 ^{Aa} ± 2,5	20,2 ^{Ab} ± 0,4	11,2 ^{Ba} ± 1,2	13,1 ^{Ba} ± 2,5	10,9 ^{Ba} ± 1,2	13,1 ^{Ba} ± 2,5
Amargor	7,0 ^{Ca} ± 1,1	6,5 ^{Ca} ± 1,6	12,9 ^{Bb} ± 0,3	14,9 ^{Ba} ± 1,7	15,0 ^{Ab} ± 0,2	15,9 ^{Aa} ± 0,8
Persistência	40,0 ^{Ca} ± 0,7	41,2 ^{Ca} ± 1,9	55,0 ^{Bb} ± 0,9	60,0 ^{Aa} ± 4,3	58,8 ^{Aa} ± 3,8	49,9 ^{Bb} ± 0,3
Estrutura	30,1 ^{Cb} ± 0,7	32,1 ^{Ba} ± 3,4	50,1 ^{Bb} ± 0,5	55,1 ^{Aa} ± 0,8	57,6 ^{Aa} ± 2,6	56,1 ^{Ab} ± 0,7
Creiosidade	49,2 ^{Aa} ± 2,7	35,1 ^{Cb} ± 0,6	44,8 ^{Bb} ± 0,7	57,0 ^{Aa} ± 1,7	49,8 ^{Aa} ± 2,1	48,1 ^{Bb} ± 0,7
Adstringência	5,2 ^{Ca} ± 0,5	5,2 ^{Ca} ± 0,9	6,1 ^{Ba} ± 0,3	6,8 ^{Ba} ± 0,7	12,6 ^{Aa} ± 1,7	11,8 ^{Ab} ± 1,3
Tipicidade	40,1 ^{Ba} ± 4,2	39,2 ^{Ba} ± 0,4	49,1 ^{Ab} ± 3,3	55,1 ^{Aa} ± 0,5	41,0 ^{Ba} ± 1,9	40,4 ^{Ba} ± 0,7
Qualidade	77,2 ^{Ba} ± 2,6	75,5 ^{Bb} ± 0,8	86,4 ^{Aa} ± 5,0	84,4 ^{Ab} ± 1,1	88,0 ^{Aa} ± 2,5	84,4 ^{Ab} ± 0,6

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, não diferem significativamente as variedades e médias seguidas de letra minúscula na linha não diferem as épocas de colheita, através da Análise de Variância, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Em relação à época de colheita, assim como na safra anterior, os espumantes elaborados com as uvas de colheita mais tardia apresentaram maior intensidade, pão tostado e

qualidade. A acidez também foi maior, em 2007, nos espumantes de primeira época, bem como o floral, que na safra anterior não havia apresentado diferença significativa. Estas diferenças foram observadas para todas as cultivares. Os descritores doçura e estrutura foram maiores nos espumantes com maior maturação somente nos varietais Chardonnay e Riesling Itálico, já o amargor foi superior na segunda época para o Chardonnay e o Pinot Noir. Normalmente os vinhos de uvas mais maduras têm maior quantidade de glicerol e álcool que transmitem a sensação de mais doces e macios (Ribereau-Gayon *et al.*, 2003).

4.4.4 Notas finais da avaliação sensorial dos espumantes

As notas finais da análise sensorial revelaram que os degustadores não fizeram distinção entre os espumantes Pinot Noir e os Chardonnay, preferindo estes em relação aos Riesling Itálico, tanto na safra 2006 quanto na safra 2007 (Figura 1).

Quanto às épocas de colheita, em 2006 os espumantes não apresentaram diferenças significativas, independente da cultivar, entretanto na safra de 2007 foram observadas diferenças entre as épocas de colheita, sendo que, os degustadores preferiram os espumantes das uvas com menor maturação (maturação fisiológica).

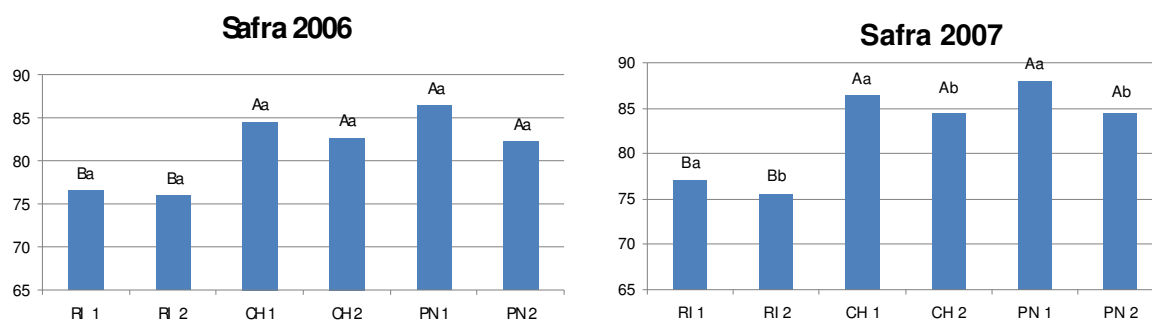


Figura 12 Notas Finais dos vinhos espumantes das cultivares, Riesling Itálico, Chardonnay Pinot Noir em diferentes épocas de colheita, das safra 2006 e 2007.

As maiores notas dos degustadores para os vinhos espumantes da primeira época de colheita em 2007, evidenciou que os espumantes provenientes das uvas com menor maturação

e, conseqüentemente maior acidez e frescor, representaram a preferência e melhor aceitação destes degustadores e possivelmente do consumidor em geral.

5 CONCLUSÃO

No aspecto analítico os vinhos espumantes são um reflexo do mosto e do vinho base, apresentando diferenças entre os vinhos das três cultivares estudadas e entre as diferentes épocas da colheita, tanto para os vinhos base quanto para os vinhos espumantes.

Nos mostos, a cultivar Pinot Noir apresentou maior acidez titulável, diferenciando-se das demais cultivares. Os resultados análises de densidade, sólidos totais, potencial alcoólico, pH, relação brix/acidez titulável dos mostos não diferenciaram as três cultivares. Quanto à época de colheita, independente das cultivares e das safras, os mostos das uvas colhidas na segunda época apresentaram maiores níveis de açúcar, álcool potencial, pH e relação °Brix/Acidez titulável, e menores valores de acidez titulável.

Os resultados da análise dos componentes minerais mostraram as mesmas variações tanto para vinhos base, como para os vinhos espumantes. Os elementos minerais K, Ca e Mg apresentaram as maiores concentrações. Os espumantes Chardonnay diferenciaram-se dos demais estudados por maiores teores de Zn. Os vinhos provenientes das uvas com maior grau de maturação apresentaram, independente da cultivar, maiores concentrações de K, Ca, Mg, Mn, Fe, Rb, Li e P e concentrações menores em Cu e Zn.

Nas análises clássicas, os vinhos base Pinot Noir apresentaram maior densidade ótica à 420 nm e a época de colheita das uvas influenciou nos parâmetros de acidez titulável e teor alcoólico para os vinhos base Chardonnay e Pinot Noir. Já os espumantes não apresentaram diferença entre as variedades, porém a maturação influenciou nos parâmetros de acidez (total e volátil, pH), extrato seco reduzido, alcalinidade das cinzas e densidade ótica.

O composto volátil que apresentou diferença significativa entre as três cultivares nos vinhos base foi o hexanoato de etila. Outros compostos diferenciaram apenas uma cultivar, entre eles o 2-fenil etanol e o dietil succinato, com concentrações mais elevadas nos vinhos Chardonnay, bem como o acetato de isoamila, com maiores teores nos vinhos Riesling Itálico.

Os vinhos Pinot Noir apresentaram teores de 2-metil-1-propanol significativamente superiores às outras variedades e teores de butirato de etila significativamente inferiores. A maturação influenciou principalmente nos teores de ácido butírico dos vinhos base, sendo os teores maiores para as uvas da primeira época, independente da variedade.

A quantificação dos compostos voláteis juntamente com a análise sensorial permitiu diferenciar e caracterizar os espumantes de diferentes variedades e produzidos com uvas em diferentes estágios de maturação. Nas duas safras em estudo, os espumantes Riesling Itálico foram caracterizados pelo aroma floral, pelas maiores concentrações de ácido isobutírico e menores de dietil succinato. Os espumantes Pinot Noir foram caracterizados pelas maiores notas para aromas vegetais e indesejáveis e menores notas para florais e frutados; pelas quantidades superiores de 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e ácido octanóico e quantidades inferiores de etanal, 3-metil-1-butanol, butirato de etila e hexanoato de etila. Os espumantes Chardonnay foram caracterizados pelo aroma frutado e pela maior intensidade aromática, somente na safra 2007.

Em ambas das safras, a intensidade olfativa foi superior nos espumantes provenientes das uvas com maior maturação e o aroma vegetal e a acidez foi superior nos espumantes da primeira colheita, independente das variedades.

Na avaliação das notas finais os degustadores não fizeram distinção entre os espumantes Pinot Noir e os Chardonnay, preferindo estes varietais em relação ao Riesling Itálico nas duas safras estudadas. Na safra 2007 os degustadores preferiram os espumantes das uvas com menor maturação (maturação fisiológica).

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, M.A.A. *et al.* (2004). Absorption des nutriments et croissance des porte-greffes de vigne en présence d'aluminium. **J. Int. Sci. Vigne Vin.** 38: 119-120.

ANGHEBEN, E. (2010). Espumante brasileiro: passado, presente e futuro. **Disponível (online)** <http://alexandracorvo.wordpress.com/2010/09/19/d/> (20 de outubro 2010).

BAUMES, R. (2000). Los constituyentes volátiles de la etapa fermentativa, In: FLANZY, C. (Ed.), **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**, A.M.V., Mundi-Prensa, Madrid. p. 147-158.

BRASIL. (1974). Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produto Vegetal. **Complementação de padrões de identidade e qualidade para cerveja, vinho, vinho de frutas, fermentado de cana, saquê, filtrado doce, hidromel, jeropiga, mistela, sidra e vinagre**. Brasília: Imprensa Nacional, 109p.

BRASIL. (1988). Ministério da Agricultura. Portaria nº 29. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF**, Seção 1, p. 20948.

BRASIL. (1998). Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 283, de 18 de junho de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção I, n. 106, 22 jun. 1998. Aprova normas e procedimentos para o registro de estabelecimento, bebidas e vinagres, inclusive vinhos e derivados da uva e do vinho e expedição dos respectivos certificados.

BRASIL. (2005). Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF**, Seção 1, p. 11.

BERTRAND, A. (1975). Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse. **Tese de doutoramento**. Doctorat em Chimie – Mention Biochimie – Université de Bordeaux II, Talence, France.

BERTRAND, A. (1981). Formation des substances au cours de la fermentation alcoolique. Incidence sur la qualité des vins. **Colloque Soc. Fr. Microbiol.**, Reims, p. 251-267.

CARBONNEAU, A. (1984). Place du microclimat de la partie aérienne parmi les facteurs déterminant les productions viticoles. **Bulletin de l'OIV**, 1: 473-477.

CHANDON DO BRASIL. (2006). **Grupo LVMH multinacional francesa**, Moët Hennessy Louis Vuitton.

COELHO, E.; COIMBRA, M.A.; NOGUEIRA, J.M.F.; ROCHA, S.M. (2009). Quantification approach for assessment of sparkling wine volatiles from different soils, ripening stages, and varieties by stir bar sorptive extraction with liquid desorption. **Anal. Chim. Acta.** 635: 214-221.

CROUZET, J. (2000). Los constituyentes volátiles de la etapa prefermentativa, In: FLANZY, C. (Ed.), **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**, A.M.V., Mundi-Prensa, Madrid. 785 p.

CVAZZANI, N. (1989). **Fabricación de vinos espumosos**. Zaragoza: Acribia, 166 p.

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

DE ROSA, T. (1978). **Tecnologia dei vini spumanti**. Brescia: AEB, 268 p.

DORVAZ, M. L. (1983). **Enciclopédie des vins de Champagne**. Paris : Juliard, 249 p.

FALCADE, I.; MANDELLI, F.; FLORES, C.A.; FASOLO, P.J.; POTTER, R. O. (1999). **Vale dos Vinhedos**: caracterização geográfica da região. Caxias do Sul: EDUCS, 144 p. (FALCADE, I. e MANDELLI, F., Org.).

FLANZY, C. (2003). **Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos**. 2ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 783 p.

FRANKE, S.I.R.; CKLESS, K.; SILVEIRA, J.D.; RUBENSAM, G.; BRENDDEL, M.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. (2004). Study of antioxidant and mutagenic activity of different orange juices. **Food Chem.** 88: 45-55.

FREGONI, M. ; IACOMO, F. ; ZAMBONI, M. (1986). Influence du Botyitis cinerea sur les caractéristique physico chimiques du raisin . **Bulletin OIV**. n. 59: 993-1013.

FRIAS, S.; CONDE, J. E.; RODRÍGUEZ-BENCOMO, J.J.; GARCÍA-MONTELONGO, F.; PÉREZ-TRUJILLO. (2003). Classification of commercial wines from the Canary Islands (Spain) by chemometric techniques using metallic contents. **Talanta**. 59: 335-344.

GAROFALO A.; MORASSUT M.; CIOLFI G. (1990). **Industri d II B vand X**. p. 388-393.

GEISSE, M. (2005). A Champanhização. Revista Adega, Edição 4 – dezembro. **Disponível (online)** <http://revistaadega.uol.com.br/Edicoes/4/artigo13035-1.asp> (21 de setembro de 2009).

GEISSE, M. (2009). (Entrevistado) In: BARBOSA, C.A. (2009). Conheça Mario Geisse, referência em espumantes nacionais. **Disponível (online)** <http://vidaestilo.terra.com.br/homem/interna/0,,OI4062868-EI14236,00-Conheca+Mario+Geisse+referencia+em+espumantes+nacionais.html> (21 de dezembro de 2009).

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. (2009). **Viticultura e enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. Bento Gonçalves: IFRS. 360p.

HARDY, G; (2003). Les qualités des vins effervescents. **Revue des Oenologues**, Chaintré. 30: 7-25.

HERBIN, C.; ROCHARD, J. (2006). **Découverte de la dégustation du champagne. Art, science et plaisir**. Chaintré: Oenoplurimédia, 143p.

HERNÁNDEZ, M.R. (2003). **La cata y el conocimiento de los vinos**. 3 ed. Madrid: Mundi-Prensa. 356p.

IBRAVIN, (2009). Instituto Brasileiro do Vinho, SAA-RS – Secretaria Agricultura e Abastecimento. Departamento de Produto Vegetal – Div. de Enologia. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Delegacia Federal de Agricultura do RS – Serviço de Inspeção vegetal. **Cadastro Vinícola**.

JOS, A. ; MORENOA, I. ; GONZÁLEZ, A. G. ; REPETTO, G. ; CAMEÁNA, A. M. (2004). Differentiation of sparkling wines (cava and champagne) according to their mineral content. **Talanta**. 63: 377-382.

LEPE, J.A.S.; LEAL, B.I. (1990). **Microbiologia Enológica – Fundamentos de Vinificación**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 475-482.

LONA, A. A. L. (1999). **Vinhos – degustação, elaboração e serviço**, 4.ed. Porto Alegre: AGE editora. 151 p.

LOPEZ-TOLEDANO, A. ; MAYEN , M. MERIDA, J. MEDINA, M. (2002). Yeast- induced inhibition of (+)catechin and (-)epicatechin degradation in model solutions. **J. Agric. Food. Chem.** 50: 1631-1635.

MACNEIL, K., A (2003). **Bíblia do Vinho**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Ediouro. p 44- 161.

MAMEDE, M.E.O.; CARDELLO, H.A.B.; PASTORE, G.M. (2005). Evaluation of aroma similar to that of sparkling wine: Sensory and gas chromatography analyses of fermented grape musts. **Food Chem.** 89: 63-68.

MANDELLI, F. (2007). Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2007 na Serra Gaúcha. **Comunicado Técnico 76**. Bento Gonçalves

MEDINA, B. ; SUDRAUD, P. (1979). Teneur des vins en lithium. **Annales des Falsifications, de l'Expertise Chimique et Toxicologique**, 72: 65-71.

MENEGUZZO, J. *et al.* (1999). Efeito da podridão do cacho na composição do mosto de *Vitis vinifera* cv. Gewürztraminer. **Fitopatologia Brasileira**, 24: 45-48.

MÉVEL, P. O (1992). Champanhe. **Revista do Vinho**, Bento Gonçalves, n 6: 16-19.

MÉVEL, P. (2006). **A vocação da Serra Gaúcha está no espumante**. Bento Gonçalves: Informativo ABE, Bento Gonçalves, 6p.

MIELE, A.; MIOLO, A. (2003). **O sabor do vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho. p 33-56.

NÚÑEZ, M. ; PEÑA, R.M.; HERRERO, C.; GARCÍA-MARTÍN, S. (2000). Analysis of some metals in wine by means of capillary electrophoresis. Application to the differentiation of Ribeira Sacra Spanish red wines. **Analisis**. 28: 432-437.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. (1990). **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Paris: O.I.V. 368 p.

ORDOÑEZ, R. *et al.* (1983). Estudio de mostos de vindimia y fermentados de zona Montilla Moriles: II. K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn. **Anales de Edafología y Agrobiología**. 2: 1133-1144.

PERKIN-ELMER. (2000). **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry**. Singapura: Perkin-Elmer, 300 p.

PEYNAUD, E. (1982). **Conhecer e tabalhar o vinho**. Lisboa: Editora Portuguesa de Livros técnicos e científicos Ltda. 347p.

POERNER, N.; RODRIGUES, E.; CELSO, P.G.; MANFROI, V.; HERTS, P.F. (2010). Diferenciação analítica de vinhos-base para espumantes de duas regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciê. Rural**. 40: 1186-1192.

PSZCZOLKOWSKI, Ph.; LATORRE, B.A.; CEPPI DI LECCO, C. (2001). Efectos de los mohos presentes en uvas cosechadas tardíamente sobre la calidad de los mostos y vinos Cabernet Sauvignon. **Cien. Inv. Agr.** 28:157-163.

RABACHINO, R. (2007). **Vocabulário do Vinho**. Caxias do Sul: Educs. 176 p.

RAPP, A., VERSINI, G. (1991). Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. Anais... Washington: **The American Society for Enology and Viticulture**, 323p.

RIBÉREAU-GAYON, P. ; *et. al.* (1998). **Chimie du vin : stabilisation et traitements**. Paris: Dunod, 519 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B; LONVAUD, D. A. (2003). **Tratado de Enología. 1. Microbiología del vino - Vinificaciones. 2. Química del vino – Estabilización y tratamientos**. 1.ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

RIZZON, L. A. (1987). **Composição química dos vinhos da Microrregião Homogênea Vinicultora de Caxias do Sul (MRH 311) – Compostos voláteis**. Embrapa-CNPUV, Bento Gonçalves, 4 p. (EMBRAPA-CNPUV, Comunicado Técnico, 5).

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. (1996). Influência da clarificação do mosto na composição e na qualidade do vinho branco. **Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba, 14:171- 80.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. ROSIER, J.P. (1997). Discrimination of wines from the mercosul countries according to their mineral composition. **J. Int. Sci. Vigne Vin**. 3: 43-47.

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

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. (2006). Elaboração de vinho branco fino. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. 27: 77-93.

RIZZON, L.A.; SALVADOR, M.B.G; MIELE, A. (2008). Teores de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciê. Tecnol. Aliment**. 28: 635-641.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; SCOPEL, G. (2009). Características analíticas de vinhos Chardonnay da Serra Gaúcha. **Ciê. Rural** 39: 2555- 2558.

SARACCO, C.; GOZZELINO, A. (1995). **Produzione di vini spumanti e frizzanti**. Bologna; Edagricole, 110 p.

SHINOHARA, T. (1984). L'importance des substances volatiles du vin. Formation et effects sur la qualité. **Bull. O.I.V.** v. 57 (641/642): 606-8.

SOULIS, T. ; ARVANITOYANNIS, I., KAULENTIS, E. (1989). Teneur en fer, cuivre, manganèse et zinc de certain vins grecs embouteillés et non embouteillés du commerce. **Science des Aliments**. 9: 799-803.

STEFENON, C.A. (2006). Atividade antioxidante, composição fenólica mineral de vinhos espumantes brasileiros. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. (2008), **Solos do Rio Grande do Sul**, 2.ed. Porto Alegre : Emater/RS-Ascar. 222 p.

TEDESCO, M. J. (2005). Características de vinhos Chardonnay e Riesling Itálico do Rio Grande do Sul. **Relatório de Conclusão de Curso, Tecnólogo em Viticultura e Enologia Bento Gonçalves**: Centro Federal de Educação Tecnológica, 34 p.

THIEL, G.; GEISLER, G.; BLECHSCHMIDT, I.; DANZER, K. (2004). Determination of trace elements in wines and classification according to their provenance. **Anal Bioanal Chem**. 378: 1630–1636.

TORRENS, J.; RIU-AUMATELL, M.; VICHI, S.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. (2010). Assessment of volatile and sensory profiles between base and sparkling wines. **J. Agric. Food Chem**. 58: 2455-2461.

USSEGLIO-TOMASSET, L. (1978). **Chimie oenologique**. Paris: Technique et Documentation – Lavoisier.

WAPNIR, R. A. (1998). Copper absorption and bioavailability. **Am. J. Clin. Nutr.** 67: 1054-1060.

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

ANEXO A

FICHA DE DEGUSTAÇÃO PARA VINHOS ESPUMANTES

NOME:

AMOSTRA:

DATA:

Favor colocar um traço vertical no espaço correspondente a cada variável indicada.

EXAME VISUAL	1. LIMPIDEZ	Límpido Frac	Turvo Forte	
	2. INTENSIDADE			
	3. MATIZ	Incolor Frac	Âmbar Forte	
	4. BORBULHA			
EXAME OLFATIVO	5. INTENSIDADE	Frac	Forte	
	6. FLORAL	 Frac	 Forte	
	7. VEGETAL	 Frac	 Forte	
	8. FRUTADO	 Frac	 Forte	
	9. PÃO TOSTADO	 Frac	 Forte	
	10. LEVEDURA	 Frac	 Forte	
	11. AROMA INDESEJÁVEL	 Frac	 Forte	
	EXAME GUSTATIVO	12. INTENSIDADE	Frac	Forte
		13. FLORAL	 Frac	 Forte
		14. VEGETAL	 Frac	 Forte
		15. FRUTADO	 Frac	 Forte
16. PÃO TOSTADO		 Frac	 Forte	
17. LEVEDURA		 Frac	 Forte	
18. DOÇURA		 Frac	 Forte	
19. ACIDEZ		 Frac	 Forte	
20. SALGADO		 Frac	 Forte	

		Fraca		Forte
	21. AMARGOR		_____	
		Fraca		Forte
EXAME GUSTATIVO	22. PERSISTÊNCIA		_____	
		Fraca		Forte
	23. ESTRUTURA		_____	
		Fraca		Forte
	24. CREMOSIDADE		_____	
		Fraca		Forte
	25. ADSTRINGÊNCIA		_____	
		Fraca		Forte
	26. TIPICIDADE		_____	
		Fraca		Forte
	27. QUALIDADE		_____	

NOTA FINAL	Excelente	92 – 100
	Muito bom	86 – 91
	Bom	79 – 85
	Regular	72 – 78
	Insuficiente	< 72



COMENTÁRIOS: