



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Ciência de Alimentos

**COMPOSTOS VOLÁTEIS E QUALIDADE DOS
VINHOS SECOS JOVENS VARIETAL CABERNET
SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES
DO BRASIL**

Betânia Araújo Cosme dos Santos
Química Industrial

Profa. Dra. Maria Regina Bueno Franco
Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Doutor em Ciência de Alimentos.

Campinas - SP
2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Sa59c Santos, Betânia Araújo Cosme dos
Compostos voláteis e qualidade dos vinhos secos
jovens varietal cabernet sauvignon produzidos em
diferentes regiões do Brasil / Betânia Araújo Cosme
dos Santos. – Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Maria Regina Bueno Franco
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Vinho. 2. Perfil sensorial. 3. Compostos
voláteis. 4. Cabernet sauvignon. 5. Olfatometria.
I. Franco, Maria Regina Bueno. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

(ckn/fea)

Titulo em ingles: Volatile compounds and quality of cabernet
sauvignon wines from different regions of Brazil

Palavras-chave em inglês (Keywords): Wine, Sensory profile, Volatile
compounds, Cabernet
sauvignon, Olfactometry

Titulação: Doutor em Ciência de Alimentos

Banca examinadora: Maria Regina Bueno Franco

Deborah Helena Markowicz Bastos

João Bosco Faria

Márcia Ortiz M. Marques

Helena Maria André Bolini

Maria Aparecida Pereira Azevedo da Silva

Data de defesa: 22/02/2006

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maria Regina Bueno Franco
Orientadora

Dra. Deborah Helena Markowicz Bastos
Membro

Dr. João Bosco Faria
Membro

Dra. Márcia Ortiz M. Marques
Membro

Dra. Helena Maria André Bolini
Membro

Dra. Maria Aparecida Pereira Azevedo da Silva
Membro

O vinho bebido sobriamente é como uma vida para os homens,
Se o beberes moderadamente serás sábio
(Eclesiástico 31: 32)

Aos meus pais, Azael e Elza, e a Peta
os quais sonharam este sonho junto comigo.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria Regina Bueno Franco pela paciência, dedicação e ensinamentos.

À Profa. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva por me permitir absorver um pouco de sua vivência.

Ao CNPq e a Fapesp pelo financiamento.

Ao CYTED pela disponibilização de sua infraestrutura.

Ao Ital por permitir a utilização de seus laboratórios.

À Embrapa Uva e Vinho, na pessoa de seus dirigentes, que me permitiram usar suas instalações.

Aos Doutores Alberto Miele e Antenor Rizzon por me abrirem as portas do fascinante mundo do vinho.

Aos técnicos e funcionários da Embrapa Uva e Vinho, sempre gentis, atenciosos e zelosos para comigo.

Ao grupo do yoga, em especial, Gracinha e Marise, pelo calor humano e amizade.

À minha família por compreender minha ausência.

Aos amigos conquistados ao longo da jornada. Sem a ajuda de vocês não seria possível.

À meus provadores. Sem vocês pouco poderia ter sido feito.

À Vivian, Valéria, Carina e Márcia por possibilitarem que eu tivesse um lar harmonioso.

À Jorge e Cristina Bocato que me apoiaram nos momentos mais difíceis, me guiaram através da escuridão e me mostraram a luz do Cristo Salvador. A acolhida de vocês por vezes me fez sentir em casa.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMO GERAL	xiv
SUMMARY	xvi
INTRODUÇÃO GERAL	xviii
CAPÍTULO I: METODOLOGIA DA PESQUISA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO SABOR	2
1.1 O Isolamento dos Compostos Voláteis.....	2
1.2 Separação de Compostos Voláteis	6
1.3 A Análise Sensorial	6
1.3.1 <i>Cromatografia Gasosa – Olfatometria</i>	6
1.4 A Identificação dos Compostos Voláteis.....	9
2 FATORES QUE INFLUENCIAM NO SABOR DE VINHOS.....	10
3 CONSTITUINTES VOLÁTEIS DO SABOR DO VINHO	12
3.1 Álcoois superiores ou fúseis	12
3.1.1 <i>Álcoois terpênicos</i>	13
3.2 Ésteres	13
3.3 Ácidos	14
3.4 Lactonas	15
3.5 Compostos carbonílicos	16
3.6 Compostos nitrogenados.....	18
3.7 Fenóis voláteis	19
3.8 Compostos sulfurados	19
4 REGIÃO GEOGRÁFICA E COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE VINHOS	20
5 BIBLIOGRAFIA	21

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TEORES DE MINERAIS DE VINHOS SECOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAIS.....	30
RESUMO.....	31
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4 CONCLUSÕES.....	50
5 BIBLIOGRAFIA	50
CAPÍTULO III	53
PERFIL SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE VINHOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL	53
RESUMO.....	54
1 INTRODUÇÃO.....	55
2 MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 Material	57
2.2 Métodos	58
2.2.1 Análise Descritiva Quantitativa	59
2.2.1.1 Pré-Seleção dos candidatos	59
2.2.1.2 Desenvolvimento de terminologia descritiva	59
2.2.1.3 Treinamento dos provadores	62
2.2.1.4 Seleção da equipe final de provadores.....	63
2.2.1.5 Perfil Sensorial dos Vinhos	63
2.2.1.6 Análise estatística	64
2.2.2 Aceitação	64
2.2.2.1 Caracterização dos hábitos de consumo dos consumidores ...	64
2.2.2.2 Teste sensorial de aceitação	64
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.1 Análise Descritiva Quantitativa	65
3.2 Aceitação	82
4 CONCLUSÕES.....	84
5 BIBLIOGRAFIA	85

CAPÍTULO IV: COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES NO VINHO VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O AROMA.....	90
RESUMO.....	91
1 INTRODUÇÃO.....	91
2 MATERIAL E MÉTODOS	93
2.1 Material	93
2.2 Métodos	94
2.2.1 <i>Reagentes e Padrões</i>	94
2.2.2 <i>Extração dos Compostos Voláteis do Vinho</i>	95
2.2.3 <i>Cromatografia Gasosa de Alta Resolução</i>	95
2.2.4 <i>Identificação dos Compostos Voláteis</i>	96
2.2.5 <i>Cromatografia Gasosa – Olfatometria</i>	96
2.2.5.1 <i>Material</i>	96
2.2.5.2 <i>Seleção dos provadores</i>	97
2.2.5.3 <i>Treinamento dos provadores</i>	97
2.2.5.4 <i>Coleta dos dados</i>	97
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4 CONCLUSÕES.....	126
5 BIBLIOGRAFIA	126
 CONCLUSÕES GERAIS	 130
 ANEXOS	 133

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TEORES DE MINERAIS DE VINHOS SECOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAIS..... 30

Figura 1 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais das características físico químicas dos vinhos em estudo.....	41
Figura 2 – Análise dos Componentes Principais de alguns parâmetros físico-químicos dos vinhos estudados.	43
Figura 3 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais para os minerais.	47
Figura 4 - Gráfico da Análise dos Componentes Principais para os minerais sódio, cálcio, potássio, magnésio e fósforo.....	49

CAPÍTULO III: PERFIL SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE VINHOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL..... 53

FIGURA 1 - Modelo de questionário para recrutamento de candidatos para a análise sensorial.	60
FIGURA 2 - Questionário para verificar a habilidade do candidato em exprimir proporcionalidade por meio de escala.	61
FIGURA 3 – Ficha para pré-seleção dos candidatos.	62
FIGURA 4 – Ficha de avaliação descritiva de vinhos varietais Cabernet Sauvignon brasileiros.....	70
FIGURA 5 – Perfil sensorial associado à aparência das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	71
FIGURA 6 – Perfil sensorial associado aos atributos de textura de amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros	73
FIGURA 7 – Perfil sensorial associado ao aroma de amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	76
FIGURA 8 – Perfil sensorial associado ao gosto e sabor de amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	77
FIGURA 9 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais para aparência das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros	78
FIGURA 10 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais da textura das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	79
FIGURA 11 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais do aroma das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiro.	80
FIGURA 12 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais do gosto e sabor das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	81

FIGURA 13 – Mapa Interno de Preferência para as amostras de vinho Cabernet Sauvignon brasileiros	83
--	----

CAPÍTULO IV: COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES NO VINHO VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O AROMA..... 90

Figura 1 – Ilustração do sistema de olfatometria (GARRUTI, 2004)	98
Figura 2 – Cromatograma dos compostos voláteis do vinho Cabernet Sauvignon nacional.....	102
Figura 3 – Análise dos Componentes Principais para a classe dos álcoois...	108
Figura 4 – Análise dos Componentes Principais para a classe dos ésteres ..	110
Figura 5 - Análise dos Componentes Principais para a classe dos ácidos	111
Figura 6 - Análise dos Componentes Principais para a classe das lactonas, compostos carbonílicos e fenólicos	113
Figura 7 - Aromagramas médios dos provadores 1(A) e 2 (B).....	125

ANEXOS 133

Anexo 1: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de madeira e de especiarias	134
Anexo 2: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma tostado e de baunilha.....	135
Anexo 3: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma frutado e acidez volátil.	136
Anexo 4: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de álcool e floral.....	137
Anexo 5: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma animal e sulfídrico.	138
Anexo 6: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de café e do gosto ácido.....	139
Anexo 7: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos gosto amargo e salgado.	140
Anexo 8: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos gosto doce e do sabor de frutas vermelhas.....	141
Anexo 9: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos sabor frutado e herbáceo.....	142
Anexo 10: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos sabor tostado e de madeira.	143
Anexo 11: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos adstringência e corpo.....	144
Anexo 12: Gráfico de consenso da equipe sensorial para o atributo textura de álcool.....	145

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TEORES DE MINERAIS DE VINHOS SECOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAIS..... 30

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas no presente estudo	34
TABELA 2 – Características físico-químicas dos vinhos tinto seco varietal Cabernet Sauvignon brasileiros	37
TABELA 3 – Teores de minerais em vinhos tinto seco Cabernet Sauvignon brasileiros.....	44

CAPÍTULO III: PERFIL SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE VINHOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL..... 53

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas no presente estudo.	58
Tabela 2– Termos descritivos atribuídos a vinhos varietais Cabernet Sauvignon brasileiros.....	66
Tabela 3 – Média ¹ dos atributos sensoriais da aparência das amostras.....	70
Tabela 4 – Média ¹ dos atributos de textura das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.	72
Tabela 5 – Média ¹ dos atributos de aroma das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.	75
Tabela 6 - Média ¹ dos atributos de gosto e sabor das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.....	76
Tabela 7 – Média 1 da aceitação das amostras.....	83

CAPÍTULO IV: COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES NO VINHO VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O AROMA..... 90

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas.....	94
Tabela 2 – Identificação e área relativa padronizada dos compostos voláteis presentes em vinhos nacionais Cabernet Sauvignon	103
Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1.....	114
Tabela 4 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 2.....	118

Tabela 5 – Compostos voláteis percebidos como maior intensidade pelos provadores 1 e 2	124
---	-----

RESUMO GERAL

Apesar da importância do aroma e sabor para determinar a qualidade dos vinhos, praticamente não existe nenhum estudo sobre a composição de voláteis dos vinhos nacionais. Os poucos que existem utilizam ainda coluna empacotada e outros traçam apenas o perfil sensorial dos vinhos, sem fazer correlações dos dados com qualquer outro parâmetro. No presente trabalho estudou-se 11 vinhos seco varietal Cabernet Sauvignon oriundos das principais regiões produtoras do país: Serra Gaúcha e Campanha, no Rio Grande do Sul; do Vale do Rio do Peixe, em Santa Catarina e do Vale do São Francisco, região de Pernambuco/Bahia. Foram efetuadas análises dos constituintes químicos e minerais presentes, após a homogeneização de três garrafas de vinho. Os parâmetros físico-químicos foram determinados pelos métodos clássicos e os teores dos minerais cálcio, magnésio, ferro, cobre e zinco foram analisados por absorção atômica; potássio, lítio, sódio e rubídio por emissão de chama e o fósforo por colorimetria. As características sensoriais das amostras foram determinadas pelo uso da Análise Descritiva Quantitativa através de nove provadores selecionados e treinados. As amostras foram avaliadas em quintuplicata, em 11 sessões, utilizando blocos incompletos balanceados. O teste de aceitação também foi realizado e os dados avaliados utilizando-se o Mapa Interno de Preferência. Os componentes voláteis foram extraídos em triplicata de cada garrafa de vinho, através de uma técnica de extração em fase sólida utilizando coluna Lichrolut EN e eluição com diclorometano, conforme metodologia já validada para análise de compostos voláteis em vinho. Os constituintes voláteis foram separados por duas colunas capilares de polaridades diferentes. A identificação dos voláteis foi realizada por espectrometria de massas, além da comparação dos índices de Kovats experimentais com os valores encontrados na literatura e comparação dos espectros dos compostos com os dos padrões disponíveis. O extrato da amostra de maior aceitação foi analisado pela técnica de cromatografia gasosa-olfatometria para identificar a contribuição dos diferentes compostos voláteis para o aroma global do vinho. Os resultados das análises físico-químicas mostraram

que todos os vinhos estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo que os teores encontrados de acidez volátil foram considerados elevados. Os valores de pH também foram elevados, mas tal fato é esperado quando da avaliação de vinhos Cabernet Sauvignon. A análise de minerais mostrou que os teores de potássio estavam bem acima dos encontrados em literatura. A técnica estatística multivariada de Análise de Componentes Principais, aplicada ao teor dos componentes físico-químicos e dos minerais não foi capaz de discriminar as amostras em relação à sua origem geográfica. O emprego do Mapa Interno de Preferência demonstrou que a amostra 245 (Serra Gaúcha) foi a mais aceita pela equipe, sendo caracterizada por uma forte sensação de doçura, apesar do teor de açúcares ($2,65 \pm 0,05$ g/L), aroma frutado e de frutas vermelhas. Os vinhos da região nordeste obtiveram uma aceitação inferior junto aos consumidores, juntamente com a amostra 512 (Serra Gaúcha). Foram identificados pela primeira vez em vinhos nacionais, 39 compostos voláteis, sendo que 13 pertenciam à classe dos álcoois, 13 à dos ésteres, 7 à dos ácidos, 2 à das lactonas, além de 3 compostos carbonílicos e 1 composto fenólico. Apesar da variação da concentração dos compostos entre as amostras, o pico correspondente aos compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol foi o mais abundante para todas as amostras, seguido pelo álcool feniletílico, lactato de etila e álcool isobutírico. A amostra 245 (Serra Gaúcha), que obteve a melhor aceitação, distinguiu-se das amostras 326 e 512 (Serra Gaúcha), de menor aceitação, pela alta concentração de acetato de etila, 1-butanol, 2-metil-1-butanol concomitantemente com o 3-metil-1-butanol, hexanoato de etila, 3-metil-1-pentanol, octanoato de etila e ácido hexanóico. Uma análise olfatométrica preliminar permitiu a detecção dos compostos voláteis odoríferos presentes na amostra de maior aceitação, além de estabelecer sua contribuição para o aroma total. Acetato de feniletila, furfural, hexanoato de etila, ácido hexanóico e butírico, além de um composto não identificado foram considerados importantes para o aroma do vinho estudado.

SUMMARY

Despite the importance of flavour in determining the sensorial quality of wines, there are only few studies concerning the volatile composition of Brazilian wines. These few studies reported only major compounds, utilizing packed columns while other researchers described only the sensorial profile of the wines, without establishing any correlation of the data with other parameters. In the present study, 11 Cabernet Sauvignon red wines from main regions of the country were analysed: Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha and Campanha); Santa Catarina (Rio do Peixe valley) and Pernambuco/Bahia (Rio São Francisco valley). Physical-chemical parameters were determined by classic analysis and the minerals content was determined by flame absorption and flame emission methods, after homogenization of 3 wine bottles. Nine selected and trained judges, utilizing Quantitative Descriptive Analysis, determined the samples' sensorial characteristics. They were evaluated in five replicates through 11 sessions. The acceptance test was realized with 87 consumers participation and data were interpreted utilizing Internal Preference Mapping (MDPREF). The volatile compounds were extracted in triplicates from each wine bottle and Total Analysis technique was used. A Lichrolut EN cartridge was utilized and elution with dichloromethane was performed, according to an already recognized in the literature methodology for volatile compounds analysis in wine. The volatile mixture of compounds was separated by high-resolution gas chromatography, utilizing two columns with different polarity phases. The identification of volatile compounds was realized by using mass spectrometer coupled to gas chromatography, besides comparison of Kovats experimental indexes with literature values and beyond that comparison between spectral mass data of the unknowns and those of the standards. A preliminary olfatometric test was realized using two selected and trained judges, who evaluated aroma of the eluted compounds of the highest preferred sample. Results of the physical-chemical and mineral analyses indicated that all samples were within the established legal limits. The amount of volatile acids was considered high, but such a fact is expected when Cabernet Sauvignon

wines are evaluated. Potassium content of the samples was higher than already reported values in literature. The use of the MDPREF demonstrated that sample 245 was the highest preferred wine, characterized by a strong perception of the sweet, fruity and red fruit aroma descriptors. The northeast wines and sample 512 obtained the lowest acceptance among consumers. Thirty-nine volatile compounds were identified by GC-MS and Kovats Indexes in Brazilian wines by the first time, of which 13 were alcohols, 13 esters, 7 acids, 2 lactones, 2 terpenes, 3 carbonyl compounds and a phenolic compound. In spite of the great variation observed among the samples, 3-methyl butanol and 2-methyl butanol peaks were the most abundant compounds, followed by phenylethyl alcohol, ethyl lactate and isobutyric acid. The previous olfactometric test applied to the extract of the most preferred wine led to the detection of the odoriferous volatile compounds responsible for their acceptance while determining the contribution of those compounds to the global aroma. Hexanoic acid, furfural, butanoic acid and ethyl hexanoate were considered important contributors to the aroma of this preferred sample. ACP applied to physical-chemical and mineral content of the samples was not able to discriminate different samples according to their geographical origin.

INTRODUÇÃO GERAL

O sabor, um fator decisivo na escolha e aceitação de alimentos e bebidas, é uma resposta integrada principalmente à sensação do gosto e do aroma. O gosto é atribuído aos compostos não voláteis nos alimentos, tais como açúcares, sais, limonina e ácidos, determinando os cinco gostos básicos conhecidos como doce, salgado, amargo, ácido e umami. O aroma é bem mais complexo e é devido a dezenas ou centenas de substâncias voláteis, representantes de várias classes químicas, com diferentes propriedades físico-químicas. O sabor característico é conferido aos alimentos pelos compostos voláteis (THOMAZINI; FRANCO, 2000).

O vinho é definido segundo a legislação brasileira como sendo “uma bebida proveniente exclusivamente da fermentação alcoólica de uva madura e fresca ou de suco de uva fresca”. Apesar do vinho consistir, principalmente, de dois ingredientes, água e etanol, o seu sabor depende de um número muito grande de compostos orgânicos, com variadas estruturas químicas. O desenvolvimento da cromatografia gasosa-espectrometria de massas levou a um rápido aumento do número de compostos voláteis identificados em vinhos, e a um rápido aumento do número de compostos voláteis identificados em vinhos, e a uma melhor compreensão dos parâmetros ou fatores que tornam os vinhos distintos uns dos outros, guiando as práticas de vitivinícolas para elaboração de vinhos de melhor qualidade.

No Brasil, o Rio Grande do Sul concentra mais de 90 % da produção vinícola do país, onde são localizadas as melhores vinícolas brasileiras. A maior parte destas vinícolas está situada na Serra Gaúcha, destacando-se as cidades de Bento Gonçalves, Garibaldi e Caxias do Sul, seguidas de Flores da Cunha, Farroupilha e Canela (MELLO, 2003; PROTAS *et al*, 2003). As uvas comuns representam cerca de 90% do total produzido na Serra Gaúcha. Dentre as tintas viníferas, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon são as de maior destaque (IBRAVIN, 2002).

Ainda no Rio Grande do Sul, na região da Campanha Central, que tem como principal produtor o município de Santana do Livramento, encontra-se um pólo vitícola implantado e consolidado há mais de 20 anos, cujo perfil da propriedade difere daquele existente na região tradicional. Em Santa Catarina, a vitivinicultura também tem expressão econômica, principalmente na região do Vale do Rio do Peixe, com uma área de 1706,91 hectares, apresentando grande similaridade com a da Região da Serra Gaúcha quanto á estrutura fundiária, topografia e tipo de exploração vitícola (PROTAS *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, o vale de São Francisco vem se destacando como um produtor potencial de vinhos de qualidade. Sua terra irrigada constitui a segunda maior região produtora de uvas finas. A cidade de Santa Maria da Boa Vista, próxima de Petrolina e Juazeiro, na fronteira de Pernambuco e Bahia é a região produtora mais conceituada. As condições climáticas do Vale do São Francisco possibilitam elevados teores de açúcar nas uvas, permitindo a interrupção do processo fermentativo no momento adequado, conservando assim os açúcares residuais naturais de cada variedade (RAPOSO, 2003).

Existem também pequenas regiões vitivinícolas situadas nos estados de Minas Gerais, Paraná, e São Paulo, contribuindo com o restante da produção, quase exclusivamente com vinhos de uvas americanas (MELLO, 2003; PROTAS *et al.*, 2003).

Apesar da importância do aroma e sabor para determinar a qualidade dos vinhos, praticamente não existe nenhum estudo sobre a composição de voláteis dos vinhos brasileiros. Os poucos trabalhos que relatam a composição de voláteis nos vinhos nacionais utilizam ainda coluna empacotada. Outros traçam apenas o perfil sensorial dos vinhos, sem fazer correlações dos dados com qualquer outro parâmetro (RIZZON *et al.*, 1994; MIELE *et al.*, 1994; BENASSI *et al.*, 1998; RIZZON *et al.*, 1998; BEHRENS *et al.*, 2000a; BEHRENS *et al.*, 2000b; RIZZON *et al.*, 2000; SALTON *et al.*, 2000).

Uma vez que praticamente não há nenhum estudo relacionando a composição de voláteis de vinhos brasileiros com seu aroma e sabor, fatores

determinantes na qualidade do vinho, fica evidente a necessidade de pesquisas que visem relacionar a composição de voláteis de vinhos nacionais à sua qualidade sensorial, caracterizando os vinhos produzidos nas diferentes regiões geográficas do país. Este conhecimento, além de ajudar na obtenção de certificados de procedência, mostrando a tipicidade de aroma dos vinhos produzidos nas diferentes regiões, pode levar à determinação dos compostos voláteis responsáveis pelas características sensoriais do aroma do vinho do ponto de vista da preferência do consumidor. De posse destes dados seria possível orientar as práticas vinícolas no sentido de obter vinhos de melhor qualidade.

BIBLIOGRAFIA

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através da análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, Abr., 2000a.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P., WALELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, Abr., p. 214-220, 2000b.

BENASSI, M. T.; DAMÁSIO, M. H.; CECCHI, H. M. Avaliação sensorial de vinhos Riesling Itália utilizando perfil livre. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, Ago.-Out., p.265-270. 1998.

IBRAVIN- INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. Brasil Vitinícola- 2002, uma vindima maior e melhor. [2002]. Disponível em: <<http://www.ibravin.org/2002vind.htm>> Acesso em: 10 mar. 2003.

MIELE, A; RIZZON, L. A.; ZANUZ, M.C. Avaliação Nacional de Vinhos- Safra 1993. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, Jul./Dez., p. 161-169, 1999.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração do vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, Apr., 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; ZANUZ, M.C. Composição química de alguns vinhos espumantes brasileiros. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, Jan/ Jun., p. 25-32, 1994.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M.C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, Maio/ Jul, p. 179-183, 1998.

SALTON, M. A.; DAUDT, C. E.; RIZZON, L. A. Influência do dióxido de enxofre e cultivares de videira na formação de alguns compostos voláteis e na qualidade sensorial do destilado de vinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, Sep.-Dez, 2000.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, n. 1, Jul./Dez., p. 52-59, 2000.

RAPOSO, P. **Nova Safra Nordestina**. [2003?]. Disponível em: http://www.gastroonline.com.br/adega_nordeste.html. Acesso em: 23 mar. 2003.

MELLO, L. M. R. **Produção e Comercialização de Uvas, Vinhos e Derivados – panorama 2001**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/produva.html>> Acesso em: 16 mar. 2003.

PROTAS, J. F.S.; CAMARGO, U.A., MELO, L.M.R. **A viticultura brasileira: realidade e perspectivas**. Embrapa Uva e Vinho [2003]. Disponível em: <www.cnpuv.embrapa.br>. Acesso em: 08 abr. 2003.

CAPÍTULO I

PESQUISA DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS DO SABOR DO VINHO

1 METODOLOGIA DA PESQUISA DOS COMPOSTOS VOLÁTEIS DO SABOR

A pesquisa dos constituintes voláteis do sabor é bastante complexa, pois além de apresentar diferentes propriedades químicas e estarem presentes em quantidade extremamente diminuta, geralmente os compostos voláteis são termolábeis. Qualquer aumento de temperatura pode acarretar reações químicas, tais como rearranjos, hidrólise, ciclizações, entre outras, modificando assim a composição original da amostra. Este tipo de pesquisa compreende quatro etapas fundamentais: o isolamento dos compostos voláteis; a separação por cromatografia gasosa de alta resolução; a identificação dos compostos voláteis e a análise sensorial.

1.1 O Isolamento dos Compostos Voláteis

A etapa de isolamento dos compostos voláteis é crítica. Qualquer modificação causada na composição de voláteis da amostra nesta etapa inicial não mais poderá ser corrigida, por mais sofisticados que sejam os instrumentos utilizados nas etapas subseqüentes. Em resumo, se o aroma do produto for modificado durante o isolamento dos compostos voláteis, o prosseguimento da pesquisa não terá mais sentido.

Duas abordagens para o isolamento dos compostos voláteis podem ser empregadas. A primeira delas, denominada Análise Total, compreende uma análise de todos os compostos voláteis presentes no alimento, realizada freqüentemente pelo emprego de uma unidade de destilação-extração simultânea, desenvolvida por Nickerson e Likens (1966). O sistema visa minimizar a degradação dos compostos voláteis de interesse e evitar a introdução de artefatos através de precauções simples, tais como a redução do tempo de análise e uso de pequena quantidade de solvente orgânico. No entanto, devido ao emprego de calor, perdas ou modificações significativas podem ocorrer na composição de

voláteis, assim como impurezas presentes no solvente podem contaminar o isolado.

Na extração em fase sólida, os componentes do aroma são retidos no polímero após a passagem da amostra na coluna e posteriormente eluídos com solvente. No início essa técnica apresentava baixa recuperação e reprodutibilidade, porém atualmente permite a seleção de polímeros adequados para reter os componentes de interesse na medida em que permite a passagem dos interferentes. Com a escolha de polímeros adequados, é possível permitir a passagem do etanol, o qual, caso presente no extrato, dificultaria a análise dos compostos minoritários. Apresenta como desvantagem o fato de também extrair compostos pouco voláteis, os quais, no momento da análise cromatográfica, podem ficar depositados no injetor e/ou na coluna, problemas que podem ser contornados pela realização de limpezas periódicas do injetor e pelo uso de pré-colunas. Sides e colaboradores (2000) recomendam que esta técnica como a mais adequada para análise de compostos semi-voláteis. Zhou e colaboradores (1996) compararam a eficiência da extração líquido-líquido com a extração em fase sólida usando Amberlite XAD-2 e discutiram como o uso de Freon 11 e da XAD-2 poderia possibilitar a extração dos compostos de sabor ligados a glicosídeos em uma única etapa. Em 1997, Wada e Shibamoto desenvolveram, para a análise de vinhos, um método eficiente, prático e barato que usa como polímero o Porapak Q, mas que demanda tempo e o extrato necessita ser concentrado antes de ser analisado, além de produzir um volume considerável de resíduo. Mais recentemente, López e colaboradores (2002) desenvolveram uma técnica que faz uso do polímero LiChrolut EN (Merck), que apresenta excelente desempenho na extração de compostos voláteis com concentração na faixa de 0,1-100 µg/L. Este método é extremamente rápido, não requer concentração do extrato e o volume de resíduo produzido é muito pequeno (~12mL de resíduo por extrato obtido).

A segunda abordagem envolve uma análise do "headspace", escolha que vem oferecendo resultados significativos e reprodutíveis de uma forma simples e eficiente (VENEMA, 1990). Nessa técnica, o estudo de uma amostra (líquida ou

sólida) é substituído pela análise da fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida da amostra.

Dois tipos diferentes de análise do "headspace" tem sido comumente empregados: "headspace" estático e "headspace" dinâmico. No primeiro, a amostra é mantida em um recipiente fechado até que se atinja um equilíbrio termodinâmico dos compostos voláteis entre a fase líquida e a fase gasosa, a uma determinada temperatura, geralmente a ambiente. Uma alíquota da fase gasosa é então recolhida e injetada no cromatógrafo gasoso. Devido às pressões parciais significativamente menores do que a pressão parcial do vapor de água, os analitos de interesse estão em concentrações geralmente baixas, obtendo-se portanto cromatogramas pobres, limitados a uns poucos compostos voláteis. Como a injeção de um volume maior é um procedimento contrário à prática cromatográfica, os compostos voláteis do "headspace" devem ser concentrados.

No "headspace" dinâmico há uma coleta contínua dos compostos voláteis, realizada por um sistema a vácuo (FRANCO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1983) ou pela passagem de um gás inerte (JENNINGS *et al.*, 1972). Uma armadilha, recheada com materiais adsorventes, coleta e concentra os compostos voláteis. Nestes sistemas, as condições ótimas de coleta dos compostos voláteis são dependentes do tempo de captura e da dimensão da armadilha. Além disso, o fluxo do gás inerte ou a pressão reduzida do sistema devem ser cuidadosamente estabelecidos, para não ocorrer "breakthrough", ou seja, a passagem dos compostos voláteis pelo polímero. Posteriormente, os compostos voláteis são eluídos da armadilha utilizando-se um solvente orgânico adequado, ou dessorvidos termicamente.

A análise por "headspace" dinâmico tem sido largamente empregada na investigação de aromas em alimentos e bebidas. A fase de vapor imediatamente acima do alimento aproxima-se significativamente do aroma percebido pelos consumidores, desde que as condições de adsorção/desorção sejam cuidadosamente padronizadas. Além disso, os compostos voláteis são submetidos simultaneamente ao isolamento e enriquecimento em uma única operação.

A análise do "headspace" não depende apenas da concentração e da pressão de vapor dos compostos voláteis presentes, mas de todos os componentes da matriz, principalmente lipídeos, carboidratos e proteínas, os quais exercem influência na estabilidade e liberação dos compostos responsáveis pelo aroma (WEURMAN, 1969; ROOS *et al.*, 1997). Certas substâncias importantes ao sabor podem ser discriminadas, havendo, portanto, uma relação entre os compostos voláteis presentes no "headspace" e os compostos voláteis totais, dependente da matriz do alimento. Deste modo as informações provenientes da análise do "headspace" devem ser somadas e complementadas à análise total do alimento (JENNINGS; RAPP, 1983).

Uma nova técnica chamada de microextração em fase sólida (SPME), introduzida por Arthur e Pawliszyn (1990) tem a simplicidade, a rapidez e o baixo custo como principais vantagens. Basicamente, o sistema inicial consistia de uma seringa Hamilton, cujo êmbolo foi substituído por uma fibra de sílica fundida. Atualmente, encontram-se sistemas comerciais já prontos, com fibras de diferentes fases estacionárias e espessuras variadas disponíveis.

O método envolve dois processos: a partição dos compostos entre a fase estacionária da fibra e a amostra, e a desorção térmica dos compostos no injetor do cromatógrafo, equipado com um insersor apropriado (IBÁÑEZ *et al.*, 1998). Para análise apenas dos compostos voláteis, a fibra é exposta ao "headspace" da amostra, a uma determinada temperatura (HS-SPME). Tem sido demonstrado que os resultados obtidos com SPME dependem muito das condições experimentais e da matriz da amostra, o que reflete na sensibilidade e reprodutibilidade do método analítico (ZHANG, 1993).

Microextração em fase sólida tem sido considerado um método potencialmente útil para caracterização de compostos voláteis de alimentos e, principalmente, como método de rotina para verificar mudanças no aroma e sabor durante o processamento (IBÁÑEZ *et al.*, 1998).

1.2 Separação de Compostos Voláteis

A mistura complexa de compostos voláteis obtida através da etapa de isolamento requer, para a sua separação, o uso de cromatografia gasosa de alta resolução. As colunas capilares oferecem maior capacidade de resolução e alta eficiência. As fases estacionárias podem ser quimicamente ligadas às paredes da coluna e, nesse caso, são chamadas de colunas quimicamente ligadas. Tais fases apresentam baixa volatilidade, estabilidade térmica e inatividade química, apresentando menor sangramento e maior tempo de vida útil da coluna.

Os injetores para cromatografia gasosa, responsáveis pela introdução de uma banda estreita da amostra na coluna, compreendem os tipos "split-splitless", "on-column" e "programmed temperature vaporizer" (PTV). Os dois últimos injetores, além do tipo "split-splitless" usado na forma "splitless", são os mais indicados para análise de traços.

1.3 A Análise Sensorial

Juntamente com o emprego de técnicas de separação e identificação como cromatografia gasosa e espectrometria de massas, não se pode esquecer que a análise instrumental deve estar combinada ou correlacionada com avaliações sensoriais do alimento, a fim de produzir resultados com aplicações práticas.

1.3.1 Cromatografia Gasosa – Olfatometria

A partir da separação dos compostos voláteis por cromatografia gasosa uma avaliação sensorial, realizada por técnicas olfatométricas, pode indicar os compostos voláteis odoríferos, que não precisam necessariamente apresentar o aroma característico do produto investigado. De fato, nem todos os picos do cromatograma representam compostos voláteis odoríferos, assim como o tamanho

dos picos não é indicativo da contribuição efetiva do composto para o aroma. A associação da cromatografia gasosa com a olfatometria (CG-O) e ainda com a espectrometria de massas (CG-O-EM) pode trazer economia de trabalho, permitindo que apenas os compostos sensorialmente importantes sejam identificados por espectrometria de massas, cuja interpretação exige conhecimento e prática.

Uma relação entre a intensidade percebida (I) e a concentração do estímulo (C) é descrita por uma função exponencial dada por $I = k.C^n$, onde k está envolvido com o número de provadores e n informa o comportamento dos provadores a um dado estímulo (SOLOMONS, 1996). Quando um estímulo é percebido com o decorrer do tempo, há inicialmente um aumento da percepção, seguida de um patamar de máxima intensidade e depois uma diminuição tendendo à extinção da percepção. Portanto, a percepção da intensidade é uma função do tempo e da concentração do(s) composto(s) avaliado(s).

"Sniffing", CHARM ("Combined Hedonic Response Measurement"), AEDA ("Aroma Extract Dilution Analysis") e OSME são técnicas olfatométricas baseadas na olfação dos compostos eluídos da coluna cromatográfica. Um divisor posicionado na saída da coluna cromatográfica promove a distribuição do fluxo do eluente para um tubo de sílica fundida desativada e para o detector de ionização de chama. O tubo de sílica permite a comunicação com o ambiente externo e a olfação dos vários compostos eluídos, que são simultaneamente detectados e registrados. Na análise por "sniffing", provadores não treinados utilizam suas próprias palavras para descrever apenas a qualidade odorífera dos compostos voláteis eluídos. As análises olfatométricas por CHARM, AEDA e OSME são mais recentes e permitem determinar tanto a qualidade como a intensidade odorífera dos compostos voláteis, indicando o grau de contribuição de cada composto volátil na formação do aroma (DA SILVA, 1992).

Nas técnicas de CHARM (ACREE *et al.*, 1984) e AEDA (SCHIEBERLE; GROSCH, 1987) várias corridas cromatográficas são necessárias para estabelecer uma diluição do isolado original que represente a mínima resposta

odorífera, abaixo da qual odores não são mais percebidos. Os resultados em AEDA são expressos em valores de FD (“Flavor Dilution”) e plotados contra os índices de retenção de Kovats para a obtenção do aromagrama.

A determinação do limiar por CHARM e AEDA visa simplificar a metodologia para estabelecer a importância relativa de cada composto odorífero presente no isolado. Ambos são semelhantes ao conceito de unidade de odor, proposto por Guadagni e colaboradores (1966) e definido como a razão da concentração do composto pelo seu limiar, representa quantas vezes o componente se encontra acima do seu limite mínimo de detecção. Quanto maior esse valor, maior a importância odorífera do composto.

Tal conceito foi criticado por Frijtens (1979), para quem as medidas propostas por Guadagni e colaboradores (1966) são baseadas em considerações contraditórias à presente teoria da percepção de aromas. O emprego da unidade de odor assume que há uma relação linear entre a intensidade percebida do composto e a sua concentração. Tal consideração contraria a Lei de Stevens, que prediz uma relação logarítmica entre as variáveis, assim, cuidado especial deve ser tomado ao ordenar a importância odorífera dos compostos aplicando as técnicas de CHARM ou AEDA.

McDaniel e colaboradores (1989) desenvolveram uma nova metodologia para ordenar a importância odorífera dos compostos voláteis. A técnica, denominada OSME (do grego ομνη = cheiro), permite aos provadores uma avaliação direta da qualidade e da intensidade dos compostos odoríferos eluídos da coluna cromatográfica, evitando as várias diluições necessárias em AEDA e CHARM. Dessa forma, promove um menor tempo de análise e fornece um aromagrama correspondente ao cromatograma (DA SILVA, 1992).

1.4 A Identificação dos Compostos Voláteis

O avanço maior na identificação de compostos voláteis foi iniciado com a associação de cromatógrafos gasosos a espectrômetros de massas. A união dessas duas poderosas técnicas de análise química introduziu uma ferramenta eficaz na separação e na identificação de compostos provenientes de misturas complexas.

Com o desenvolvimento dos sistemas de análise de dados por computadores, os cromatogramas e espectros de massas podem ser armazenados para pós-processamento. A incorporação de programas específicos habilita o computador a rastrear e ajustar as condições instrumentais ótimas durante toda a análise cromatográfica, facilita os cálculos, processa os dados experimentais e os confrontam com os dados da biblioteca inserida no sistema, informando rapidamente os possíveis resultados com certo grau de certeza.

Mesmo assim, é necessário o conhecimento das características de retenção, quando compostos diferentes apresentam espectros de massas semelhantes. Um índice de retenção sistemático, proposto por Kovats, permite expressar o tempo de retenção dos compostos de interesse em uma escala uniforme, construída a partir de padrões de alcanos em isotermas definidas para uma determinada fase estacionária (ETTRE, 1964).

Os índices de retenção têm auxiliado na identificação dos compostos, comparando a ordem de eluição experimental com a ordem de eluição indicada na literatura. Os índices podem ser obtidos graficamente plotando o logaritmo do tempo de retenção corrigido versus o número de átomos de carbonos do respectivo alcano multiplicado por 100, ou então pela fórmula representada a seguir (JENNINGS; SHIBAMOTO, 1980):

$$I_a^b = 100N + 100n \frac{\log t'_{R(x)} - \log t'_{R(N)}}{\log t'_{R(N+n)} - \log t'_{R(N)}}$$

I_a^b = índice de retenção de Kovats na fase estacionária a e na temperatura b.

$t'_{R(N)}$ = tempos de retenção corrigidos dos alcanos com N átomos de carbono

$t'_{R(N+n)}$ = tempos de retenção corrigidos dos alcanos com N+n átomos de carbono

$t'_{R(x)}$ = tempo de retenção corrigido do composto desconhecido, que elue entre os alcanos de N e N+n átomos de carbono.

2 FATORES QUE INFLUENCIAM NO SABOR DE VINHOS

Existem milhares de compostos químicos diferentes e pertencentes às mais distintas classes químicas dentro de uma simples garrafa de vinho. De acordo com Noble (1994) e Ferreira e colaboradores (2000), o sabor do vinho pode ter as seguintes origens:

Varietal - proveniente dos compostos presentes na uva;

Pré-fermentativos – formados durante a elaboração do mosto;

Fermentativos – formados durante as fermentações alcoólica e maloláctica;

Pós-fermentativos – formados durante o processo de envelhecimento do vinho.

Parâmetros como varietal, tipo de solo, adubação, irrigação, exposição ao sol, disposição das plantas, estágio de maturação das uvas, além do processo tecnológico para a produção do vinho, influem de formas diferentes na qualidade global e aromática do vinho (SCHMIDT; NOBLE, 1983; HEYMANN; NOBLE, 1987; MIRANDA-LOPEZ *et al.*, 1992; FALQUÉ *et al.*, 2002). A correlação e efeitos da ação conjunta dos vários fatores citados precisam ser estudados mais profundamente.

Durante o processo pré-fermentativo, a fruta é esmagada para liberar o suco e começar o processo de maceração, que facilita a extração de compostos das sementes e cascas. A maceração é ativada pela ação de enzimas liberadas das células rompidas durante o esmagamento, que ajuda a liberar os compostos do sabor provenientes da casca, sementes e polpa, além de promover a síntese adicional de outros constituintes do sabor (JACKSON, 1994). Com vinhos tintos, a maceração mais prolongada, ocorre simultaneamente à fermentação alcoólica e tem como principal objetivo a extração de pigmentos e taninos. O etanol é importante também para a liberação de compostos voláteis da polpa e da casca, assim a intensidade do aroma aumenta proporcionalmente com o tempo de contacto entre a pele das uvas e o mosto durante o processo fermentativo (SCHMIDT; NOBLE, 1983).

Durante a fermentação alcoólica, também conhecida como fermentação primária, as leveduras convertem os açúcares a álcool etílico e gás carbônico. A reação tem como subprodutos o acetaldeído, o glicerol e os ácidos láctico, succínico e cítrico, que contribuem para o sabor do vinho. Nessa fase são formados também os ésteres, principais responsáveis pelo “bouquet”, que conferem nota frutal ao vinho.

A fermentação maloláctica, quando ocorre, consiste na descarboxilação bacteriana do ácido málico formando ácido láctico e liberando gás carbônico. As bactérias envolvidas no processo são o *Leuconostoc oeno* e algumas cepas de *Lactobacillus* e *Pediococcus*. Para que ela ocorra é necessário manter o vinho à temperatura amena, realizar a trasfega (separação da borra) tardiamente, adicionar quantidade moderada de SO₂ e elevar o pH do vinho. A fermentação maloláctica, que pode ocorrer durante ou após a conclusão da fermentação alcoólica, reduz a acidez fixa do vinho, posto que o ácido láctico é mais fraco que o málico; estabiliza o vinho, evitando a precipitação após o engarrafamento; e aumenta o “bouquet” do vinho. A redução no teor de ácido málico reduz a probabilidade de contaminação microbiana (HASHIZUME, 1983; BOULTON, 1995).

O aroma característico do vinho parece dever-se às diferentes proporções que uma dada substância pode apresentar dentro do aroma total. Muito dinâmico, o aroma do vinho pode mudar com o tempo, ou seja, depende da idade do vinho e também da safra. As mudanças referidas ocorrem devido à idade do vinho, ao cultivar da uva e apresentam mecanismos similares para os compostos odoríferos dos diferentes varietais (FERREIRA *et al.*, 2000).

Extensa bibliografia tratando da composição de voláteis do vinho pode ser encontrada na literatura. Schreier (1979) publicou uma ampla revisão sobre os constituintes do sabor do vinho, abordando também as vias metabólicas para a formação dos compostos voláteis. Em 1991, Ettievant apresentou uma nova revisão sobre os compostos voláteis em vinho, dando um maior enfoque à contribuição destes para o aroma do vinho.

3 CONSTITUENTES VOLÁTEIS DO SABOR DO VINHO

A importância de alguns compostos voláteis para o aroma do vinho, assim como sua origem, estão resumidas a seguir, considerando-se as distintas classes químicas a que pertencem.

3.1 Álcoois superiores ou fúseis

Álcoois com mais de 2 átomos de carbono são chamados de álcoois superiores ou fúseis e geralmente constituem 50% dos componentes aromáticos do vinho, excluindo-se o etanol. Podem estar presentes em uvas sadias, mas raramente a níveis significantes, com exceção dos hexanóis, responsáveis pelos odores herbáceos presentes em certos vinhos (JACKSON, 1994).

Os álcoois nunca foram considerados como fator de qualidade, pois a maioria apresenta odor desagradável; apenas o 2-feniletanol foi descrito com

termos agradáveis como “de perfume”. Foram encontradas correlações negativas entre a qualidade de vinhos Pinot Noir e Cabernet Sauvignon e concentrações de 2-metilpropanol ou 2-feniletanol (ETIÉVANT, 1991).

A maioria dos álcoois fúseis é formada como produtos laterais da fermentação.

3.1.1 Álcoois terpênicos

Os vinhos das variedades Muscat e Gewürtztraminer contêm os álcoois terpênicos em maiores quantidades e exibem notas aromáticas distintas, que podem ser relacionadas à presença destes compostos, característicos da variedade de uva e pouco afetados pela fermentação. Linalol e geraniol contribuem para o aroma floral dos vinhos Muscat e hotrienol, nerol e α -terpineol parecem contribuir com a mesma nota de odor, porém em menor extensão. Além dos vários trabalhos mostrando que os álcoois terpênicos influenciam positivamente a qualidade dos vinhos Muscat (BAYONONE; CORDONNIER, 1970; BAYONOVE, 1973; BORDON; TORRES, 1979), alguns autores mostraram a importância potencial dos dióis terpênicos, como do composto 2,6-dimetil-2,7-octadien-1,6-diol (BOCK *et al.*, 1986) e do 3,7-dimetil-1,5-dien-3,7-diol, que foi relacionado com vinhos Riesling (RAPP; KNIPSER, 1979).

3.2 Ésteres

Os ésteres são qualitativamente os constituintes mais importantes de vinhos e, juntamente com água, etanol e os álcoois superiores, são também quantitativamente constituintes majoritários, com concentração maior que 100 ppm. Os ésteres etílicos são os mais abundantes, seguidos pelos acetatos e ésteres etílicos e ácidos graxos. Outros ésteres foram identificados em quantidades traço, como os provenientes da combinação de hidroxíácidos, cetoácidos e ácidos aromáticos com os álcoois superiores ou polióis.

Os ésteres etílicos de ácidos graxos e os acetatos de álcoois superiores são importantes para o aroma de vinho, como já demonstrado por vários autores (SCHREIER, 1972; NYKÄNEN, 1986; LAMIKANRA, 1987; FERREIRA *et al.*, 2000; FALQUÉ *et al.*, 2001) que utilizaram análise estatística multivariada para mostrar a correlação entre estes compostos e a qualidade dos vinhos. Os ésteres contribuem com uma nota frutal ao aroma de vinhos e de acordo com Ferreira e colaboradores (2000), o acetato de isoamila é um dos compostos odoríferos mais potentes presentes em vinho.

Muitos dos ésteres detectados nos vinhos são formados enzimaticamente, através da proteólise da acil coenzima-A correspondente, pela ativação dos cetoácidos. O primeiro processo requer o consumo de adenosina trifosfato (ATP), enquanto o último não. Em meio alcoólico são formados os ésteres, ao passo que em meio aquoso se formam os ácidos graxos livres (NYKÄNEN, 1986).

O lactato de etila é formado em paralelo com o ácido láctico durante o processo de fermentação maloláctica e suas concentrações em vinho tinto dependem da capacidade fermentativa da cepa utilizada (MAICAS *et al.*, 1999).

O antranilato de etila e o antranilato de metila foram reportados pela primeira vez em vinhos americanos produzidos a partir da *Vitis labrusca*. A importância sensorial do antranilato de etila e do 3-fenilpropanoato de etila em vinho Pinot Noir foi relatada pela primeira vez por Moio e Etiévant (1995), que destacaram também a importância do cinamato de etila e do antranilato de etila ao aroma do referido vinho, utilizando a técnica olfatométrica CHARM.

3.3 Ácidos

Poucos ácidos orgânicos encontrados nos vinhos são suficientemente voláteis para contribuírem para o seu odor. Os ácidos tartárico e málico contribuem para o gosto ácido e dentre os ácidos alifáticos, apenas o acético (odor de vinagre), propiônico (odor de caprino) e butanóico (odor de manteiga

esporulada) contribuem efetivamente para o odor do vinho (MONTEDORO; BERTUCCIOLI, 1986).

Altas concentrações dos ácidos cáprico e caprílico foram associadas a odores desagradáveis (MIRANDA-LOPEZ *et al.*, 1992).

Quanto à origem, os ácidos graxos livres não ocorrem em uvas, ou ocorrem apenas como traços, mas podem ser biosintetizados durante a fermentação por leveduras e bactérias. Os ácidos propanóico, 2-metilpropanóico e 3-metilpropanóico são produtos laterais do metabolismo de proteínas das leveduras, enquanto os ácidos graxos lineares saturados com número par de átomos de carbono surgem do metabolismo dos lipídeos, envolvendo duas rotas: ou um processo anabólico levando aos ácidos graxos de cadeia longa; ou uma rota catabólica envolvendo a β -oxidação destes ácidos. A fonte anabólica parece ser mais importante do que a fonte catabólica de ácidos graxos voláteis (SPONHOLZ *et al.*, 1981; ROUFET *et al.*, 1987).

3.4 Lactonas

As lactonas são formadas por esterificação interna envolvendo a reação entre os grupos hidroxílicos e carboxílicos da molécula, para formar o éster cíclico, que na maioria tem anéis de 4 átomos de carbono (gama-lactonas). As lactonas podem vir das uvas, serem sintetizadas durante a fermentação ou extraídas da madeira dos barris. As provenientes das uvas geralmente não estão envolvidas com o desenvolvimento dos aromas das variedades, com exceção do composto 2-vinil-2-metiltetrahydrofuran-5-one, que está associado com o aroma distinto das variedades Riesling e Muscat.

Existem controvérsias quanto à contribuição do solerone (5-oxo-4-hexanolideo) para o aroma dos vinhos tintos. Este composto é formado a partir do metabolismo do ácido glutâmico, através do ácido 4-oxobutanóico (FRAGAN *et al.*, 1981; FRAGAN *et al.*, 1982). É uma substância instável, de fácil decomposição. O aroma atribuído a esta lactona poderia não ser devido à presença da lactona, mas

sim a um produto minoritário de degradação formado após a separação cromatográfica. Martin e colaboradores (1991), analisando vinhos brancos e tintos, observaram que a concentração de solerone no vinho podia variar de 0 a 500 ppb, sendo as concentrações mais elevadas encontradas em vinho branco. Porém, a presença do solerone não foi detectada sensorialmente nem no vinho branco apresentando concentração de 448 ppb, nem no meio sintético de concentração muito mais elevada (44 ppm), o que levou os autores a concluir que o solerone não era um composto aromático importante para o aroma dos vinhos estudados. Etiévant (1991) chamou a atenção para a necessidade de serem realizados mais estudos visando concluir se o solerone contribui realmente para o aroma do vinho.

A lactona do carvalho (“oak lactone”, primeiramente identificada em barris de carvalho) é na verdade constituída pelos isômeros *cis* e *trans* do composto 3-metil-4-octanolideo. As quantidades dos dois isômeros são equivalentes em vinhos, mas seus valores de “threshold” são diferentes, indicando que o isômero (*E*) é potencialmente mais importante, apresentando unidade de odor maior do que 1 e aroma de madeira.

Sotolon (a lactona do ácido 2,4-dihidroxi-3-metil-pent-2-enóico) apesar de não ser muito comum em vinho, contribui quando presente para o aroma de vinhos elaborados de uvas infectadas por *Botrytis*. Apresenta grande instabilidade química, e pode ser degradada nos injetores aquecidos de cromatógrafos ou então ser adsorvida em sítios ativos de colunas capilares de sílica fundida. Ferreira e colaboradores (1991) determinaram que o sotolon apresenta aroma de curry.

3.5 Compostos carbonílicos

Os compostos carbonílicos podem ser produtos de oxidação dos álcoois produzidos durante o processo de maturação do vinho em recipientes de madeira. No entanto, em vinhos jovens, é mais provável que representem compostos intermediários do processo metabólico que ocorre durante a fermentação e que

não foram reduzidos à forma de álcool pelo excesso de nicotinamina adenina dinucleotídeo (NADH) produzida pelas leveduras (SLINGSBY *et al.*, 1980). O acetaldeído é o composto carbonílico mais abundante, perfazendo mais do que 90% do total de aldeídos. Formado pela descarboxilação do ácido 2-oxopropanóico, produzido como um intermediário no metabolismo das leveduras, apresenta um baixo valor de “threshold” e provavelmente contribui para o aroma de vinho. Em alguns trabalhos anteriores (BARRO; CARRASCO, 1977; MARAIS; POOL, 1980; OTSUKA *et al.*, 1980) já foi correlacionado positivamente com a qualidade dos vinhos. De acordo com Jackson (1994), o acetaldeído é considerado um “off-flavor” quando acima do seu valor de “threshold”.

Hexanal, hexenais e (*E,E*)-2,4-decadienal são considerados produtos da oxidação enzimática dos ácidos linoléico e linolênico, que ocorre durante a prensagem da uva. São rapidamente convertidos aos álcoois correspondentes pela ação das leveduras, e logo após a fermentação, já se encontram em níveis muito baixos, apesar de presentes em grande quantidade no mosto. Por isso não são considerados contribuintes do aroma de vinho, apesar de serem responsáveis pelo aroma “verde” das folhas (WEBB; INGRAHAM, 1963; WILLIAM; STRAUSS, 1978; ROUFET *et al.*, 1986; ULRICH; GROSCH, 1987).

Outros aldeídos com impacto sensorial ocasional em vinhos são o furfural e o 5-hidroximetil-2-furaldeído. A síntese do furfural é ativada pelo calor e ocorre primariamente em vinhos que são aquecidos durante o processamento, causando sabor de “cozido” (JACKSON, 1994). Mas Etiévant (1991), comparando as concentrações destes compostos em vinho e seus valores de “threshold”, salientou que não devem ter papel importante em vinhos envelhecidos em barris de carvalhos, em vinhos elaborados com uvas infestadas por *Botrytis cinerea*, ou mesmo em vinhos doces aquecidos.

Aldeídos fenólicos, como cinamaldeído e vanilina, podem se acumular em vinhos envelhecidos em barris de carvalho pois são produtos de degradação das ligninas. A vanilina também pode ser formada diretamente do álcool cinâmico (ETIÉVANT, 1991; RODRIGUEZ-AMAYA, 2004).

Poucas cetonas são encontradas nas uvas, porém algumas delas não são usualmente afetadas pelo processo de fermentação, entre elas estão as cetonas norisoprenóides, damascenona e as α - e β - iononas (JACKSON, 1994). Beta-ionona deve ser importante ao aroma de vinhos Muscat, pois apresenta concentração mais que 6 vezes maior que seu valor de “threshold”.

3.6 Compostos nitrogenados

Entre os compostos voláteis nitrogenados presentes em vinhos, como aminas, acetamidas e compostos heterocíclicos, apenas os últimos são considerados importantes para o aroma.

Compostos do tipo 2-alcóxi-3-alkilpirazinas, como 2-metoxi-3-isopropilpirazina e 2-metoxi-3-(2-metilpropil)-pirazina, já foram identificados em sucos de uvas e em vinhos feitos de determinadas variedades, e como possuem valores de “threshold” muito baixos (ALLEN *et al.*, 1994; ALLEN *et al.*, 1995; HASHIZUME; SAMUTAL, 1997), podem contribuir para o aroma herbáceo característico dos vinhos Sauvignon (Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc).

Os aminoácidos, apesar de não contribuírem diretamente para o aroma de vinhos, têm grande importância, pois atuam como precursores de outros compostos, principalmente devido à sua grande reatividade química, particularmente com os açúcares, de acordo com a reação de Maillard. Os compostos heterocíclicos formados, como pirazinas e metiltioazóis, dentre outros, contribuem largamente para o sabor final do vinho, agregando aromas como o de pipocas, de nozes e defumado. Por isso, o controle rigoroso da quantidade de aminoácidos e dos seus caminhos metabólicos no processo da fabricação do vinho é de extrema importância, pois um descontrole poderia levar à perda da qualidade olfativa da bebida (DOURTOGLOU *et al.*, 1994; MARCHAND *et al.*, 2000; PRIPRIS-NICOLAU *et al.*, 2000).

3.7 Fenóis voláteis

Considerando os valores de “threshold” já relatados em vinhos e sua concentração (ETIÉVANT, 1991), alguns fenóis voláteis podem efetivamente contribuir para o aroma do vinho, tais como o 4-etilfenol, o 4-etilguaiaicol, o 4-vinilfenol, o 4-vinilguaiaicol, o guaiaicol, o eugenol, e os *orto*- e *para*-cresóis. Dentre estes o 4-etilfenol, o 4-vinilfenol, o 4-etilguaiaicol e o 4-vinilguaiaicol já foram relatados como compostos importantes, apresentando aromas distintos como couro, madeira; cravo, vanilina; balsâmico.

Quanto à origem dos compostos fenólicos voláteis, dois caminhos foram propostos: a degradação biológica dos ácidos fenólicos presentes e a degradação química da lignina.

3.8 Compostos sulfurados

Os compostos sulfurados apresentam valores de “threshold” muito baixo e, portanto, podem ser percebidos em concentrações muito baixas, além do fato de pequenas variações positivas em sua concentração poderem causar aroma desagradável no produto. Os compostos sulfurados podem ocorrer devido à processos de degradação enzimáticos ou não-enzimáticos. O processo enzimático envolve a degradação de aminoácidos, ou de outros produtos oriundos do processo fermentativo que contenham enxofre ou ainda da degradação de resíduos de pesticidas que também contenham enxofre. A via não-enzimática inclui reações térmicas, fotoquímicas e outros tipos de reações de compostos sulfurados durante o processo de obtenção e de estocagem do vinho (MESTRES *et al.*, 2000).

O sulfeto de hidrogênio é reconhecido pelo seu odor de ovos podres, porém pouco abaixo de seu “threshold”, contribui para o odor de vinhos recém fermentados. O etanotiol produz odores de alho e borracha, perto do seu valor de “threshold”, porém acima, apresenta odor fecal. O dimetil sulfeto, um tioéter,

apresenta odor de camarão quando presente em concentrações acima do seu “threshold” (JACKSON, 1994).

4 REGIÃO GEOGRÁFICA E COMPOSIÇÃO DE VOLÁTEIS DE VINHOS

Fazendo uso da análise estatística multivariada dos parâmetros físicos-químicos e minerais em vinhos branco, Moret e colaboradores (1994) conseguiram caracterizar e classificar várias amostras, de acordo com suas origens. Também com base na análise estatística multivariada, Reynolds e colaboradores (1996), analisando vinho Pinot Noir de duas regiões distintas, concluíram que a região de cultivo e as condições climáticas poderiam exercer influência significativa na qualidade do vinho. Ratificando a importância do meio ambiente, Belancic e colaboradores (1997) avaliaram o efeito da exposição ao sol sobre a composição de aromas de dois cultivares de uva Muscat (moscatel de Alejandria e moscatel rosada), e concluíram que a exposição ao sol aumentava consideravelmente o aroma da fruta (terpenos, principalmente o linalol), porém uma exposição excessiva poderia causar um efeito negativo no teor de terpenos da variedade moscatel rosada. Fisher e colaboradores (1999) levantaram a hipótese de que o “terroir” apresentaria maior ou menor influência sobre a composição de aroma do vinho, dependendo do varietal da uva, e ressaltaram que a classificação do vinho baseada apenas no varietal pode resultar confusa para os consumidores, devido a variação na qualidade sensorial. Analisando vinhos tintos (36 amostras de diferentes varietais) de 12 regiões diferentes, Baptista e colaboradores (2001) concluíram que a composição de voláteis dos vinhos sofria influência direta do clima, varietal, da safra, do tipo de solo e da prática de cultura. Sabon e colaboradores (2002) chegaram as mesmas conclusões para o vinho Grenache. Douglas e colaboradores (2001) e Falqué e colaboradores (2002), avaliando vinhos branco, também observaram a importância do “terroir” para a qualidade odorífera do vinho.

5 BIBLIOGRAFIA

ACREE, T. E.; BARNARD, J.; CUNNINGHAM, D. G. A Procedure for the Sensory Analysis of Gas Chromatographic Effluents. **Food Chemistry**, v.14, p. 273-289. 1984.

ALLEN, M. S.; LACEY, M. J.; BOYD, S. Determination of Methoxypyrazines in Red Wines by Stable Isotope Dilution Gas Chromatography-Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 8, p. 1734-1738, 1994.

ALLEN, M. S.; LACEY, M. J.; BOYD, S. Methoxypyrazines in Red Wine: Occurrence of 2-Methoxy-3-(1-methylethyl)pyrazine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 3, p. 769-772, 1995.

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid phase microextraction with desorption using fused silica optical fibers. **Analytical Chemistry**, v. 62, n. 19, p. 2145-2148, 1990.

BAPTISTA, J. A. B.; TAVARES, J. F. da P.; CARVALHO, R. C. B. Comparison of polyphenols and aroma in red wines from Portuguese mainland versus Azores Island. **Food Research International**, v. 34, p. 345-355, 2001.

BARRO, A. L.; CARRASCO, J. A. Les conditions de formation des aldéhydes dans les vins Relation et importance en rapport avec les phénomènes d'oxydation et les caractéristiques organoleptiques. **Bulletin de L'O.I.V.**, v. 554, p. 253-267, 1977.

BAYONOVE, C. Recherches sur l'atomatisation frauduleuse des vins doux naturels et des mistelles par coriandre (*Coriandrum sativum* L.) et le sureau (*Sambucus nigra* L.). **Annales Technologie Agricole**, v. 22, p. 153-163, 1973.

BAYONOVE, C.; CORDONNIER, R. Recherches sur l'arôme du Muscat III. Etude de la fraction terpénique. **Annales Technologie Agricole**, v. 20, p. 347-355, 1971.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. da; WALELING, I. N. Avaliação da Aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de Mapa de Preferência Interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, Apr., p. 214-220, 2000.

BEHRENS, J. H., SILVA, M. A. A. P. da. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através da análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, Apr., 2000.

BELANCIC, A.; AGOSIN, E.; IBACACHE, A.; BORDEU, E.; BAUMES, R.; RAZUNGLES, A.; BAYONOVE, C. Influence of Sun Exposure on the Aromatic Composition Muscat Grape Cultivars Moscatel de Alejandria and Moscatel rosada. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 48, n. 2, p. 181-186, 1997.

BOCK, G.; BENDA, I.; SCHREIER, P. Biotransformation of linalool by Botrytis cinerea. **Journal of Food Science**, v. 51, p. 659-662, 1986.

BOIDRON, J. N.; TORRES, P. Les arômes des muscats, étude analytique et dégustative. **Bull Technologie Pyrénées Orientales**, v. 93, p. 157-161, 1979.

BOULTON, R. Red Wines. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. **Fermented Beverages Production**. London: Chapman & Hall. 1995.428p.

DA SILVA, M. A. A. P. **Flavor Properties and Stability of a Corn Based Snack: Aroma Profiles by Gas Chromatography (GC), GC-Olfatometry, Mass Spectrometry and Descriptive Analysis** (Tese de Doutorado). Oregon State University, 158p., 1992.

DOUGLAS, D.; CLIFF, M.; REYNOLDS, A. G. Canadian terroir: characterization of Reisling wines from Niagara Peninsula. **Food Research International**, v. 34, p. 559-563, 2001.

DOURTOGLOU, V.; YANNOVITS, N. G.; TYCHOPOULOS, V. G.; VAMVAKIAS, M. M. Effects of storage under CO₂ atmosphere on the volatile, amino acid, and pigment constituents in the red grape (*Vitis vinifera* L., Var Agiorgitiko). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.42, n. 2, p. 338-344, 1994.

ETIÉVANT, Patrick X. Wine. In: MAARSE, Henk (editor). **Volatile Compounds in Food and Beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991, 764p.

ETTRE, L. S. The Kováts Retention Index System. **Analytical Chemistry**, v. 36, n. 8, p. 31A-41A, 1964.

FALQUÈ, E.; FERNÁNDEZ, E.; DUBOURDIEU, D. Differentiation of white wines by their aromatic index. **Talanta**, v. 54, n. 271-281, 2001.

FALQUÉ, E.; FERNÁNDEZ, E.; DUBOURDIEU, D. Volatile components of Loureira, Dona Branca, and Teixeira Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 3, p. 538-543, 2002.

FERREIRA, V.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. F. Quantitative determination of the odorants of young red wine from different grape varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1659-1667, 2000.

FERREIRA, V.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. F. Quantitative gas chromatography-olfactometry carried out at different dilutions of an extract. Key differences in the odor profiles of four high-quality Spanish aged red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4818-4824, 2001.

FISHER, U.; ROTH, D.; CHRISTMANN, M. The impact of geographic origin, vintage and wine state on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Reisling wines. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 281-288, 1999.

FRAGAN, G. L.; KEPNER, R. E.; WEBB, A. D. Additional volatile components of Palomino film sherry. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 33, p. 47-50, 1982.

FRAGAN, G. L.; KEPNER, R. E.; WEBB, A. D. Biosynthesis of certain gamma-substituted gamma-butyrolactones present in film sherries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 32, p. 163-167, 1981.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 293-299, 1983.

FRIJTERS, J. E. R. Some psychophysical notes on the use of odour unit number. In: LAND, D. G., NURSTEN, H. E. **Progress in Flavor Research**, Applied Science, 1979. p. 47-51.

GUADAGNI, D. G.; BUTTERY, R. G.; HARRIS, J. Odor Intensities of Hop Oil Components. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 142-144, 1966.

HASHIZUME, K.; SAMUTA, T. Green Odorants of Grape Cluster stem and Their Ability to Cause a Wine Steamy Flavor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 4, p. 1333-1337, 1997.

HASHIZUME, T. Fundamentos da Tecnologia do Vinho. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. de A.; BORZANI, W. **Alimentos e Bebidas Produzidas por Fermentação** – Série Biotecnologia v.5. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 1983. 243p.

HEYMANN, H.; NOBLE, A. C. Descriptive Analysis of Commercial Cabernet Sauvignon Wines from California. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 38, n. 1, p. 41-44, 1987.

IBÁÑEZ, E.; LÓPEZ-SEBASTIÁN, S.; RAMOS, E.; TABERA, J.; REGLERO, G. Analysis of Volatile Fruit Components by Solid-Phase Microextraction. **Food Chemistry**, v. 3, n. 2, p. 281-286, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. [1999?]. Disponível em: <[wysiwyg://23/http://www.ibge.gov.br/home/...res/industria/pimpfrago/agrocome1999.sthm](http://www.ibge.gov.br/home/...res/industria/pimpfrago/agrocome1999.sthm)>. Acesso em: 04 abr. 2003.

IBRAVIN – INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Brasil Vitivinícola – 2002, uma vindima maior e melhor.** [2002]. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/2002vind.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2003.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL [2003?]. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/noticias/binpi/200301/mat_5.htm>. Acesso em: 04 abr. 2003.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and Applications.** San Diego: Academic Press. 1993. 474p.

JENNINGS, W. G.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Gas Chromatography.** Academic Press. 1980. 472p.

JENNINGS, W. G.; WOHLER, R. H.; LEWIS, M. J. Gas chromatographic analysis on headspace volatiles of alcoholic beverages. **Journal of Food Science**, v. 37, n. 1, p. 69, 1972.

JENNINGS, W. G.; RAPP, A. **Sample Preparation for Chromatographic Analysis.** German: Hüthig. 1983. 108p.

LAMIKANRA, O. Aroma Constituents of Muscadine Wines. **Journal of Food Quality**, v.10, p. 57-66, 1987.

LÓPEZ, R.; AZNAR, M.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. **Journal of Chromatography A**, v. 966, p. 167-177, 2002.

MAICAS, S.; GIL, J. V.; PARDO, I.; FERRER, S. Improvement of volatile composition of wines by addition of malolactic bacteria. **Food Research International**, v. 32, p. 491-496, 1999.

MARAIS, J.; POLL, H. D. Effect of Storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. **Vitis**, v. 19, p. 151-164, 1980.

MARCHAND, S.; REVEL, G.; BERTRAND, A. Approaches to Wine Aroma: Release of Aroma Compounds in Wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 10, p. 4890-4895, 2000.

MARTIN, B.; ETIÉVANT, P. X.; LE QUÈRÈ, J. L. More Clues of the Occurrence and Flavor Impact of Solerone in Wine. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 39, n. 8, p. 1501-1503, 1991.

McDANIEL, M. R.; MIRANDA-LOPEZ, R.; WATSON, B. T.; MICHEALS, N. J.; LIBBEY, L. M. In: CHARALAMBOUS, G. **Flavor and Off-Flavors**. p. 23-36, 1990.

MELLO, L. M. R. **Produção e Comercialização de Uvas, Vinhos e Derivados – panorama** 2001.[2002?] Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/produva.html>> Acesso em: 16 marc. 2003.

MESTRES, M.; BUSTO, O.; GUASH, J. Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. **Journal of Chromatography A**, v.881, p. 569-581, 2000.

MIELE, A., RIZZON, L. A., ZANUZ, M. C. Avaliação Nacional de Vinhos – Safra 1993. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, Jul./Dez., p. 161-169, 1999.

MIRANDA-LOPEZ, R.; LIBBEY, L. M.; WATSON, B. T.; MACDENIEL, M. R. Odor analysis of pinot noir wines from grapes of different maturities by a gas chromatography-olfactometry technique (OSME). **Journal of Food Science**, v. 57, p. 985-993. 1992.

MOIO, L.; ETIÉVANT, P. X. Ethyl Anthranilate, Ethyl Cinnamate, 2,3-Dihydrocinnamate, and Methyl Anthranilate: Four Important Odorants Identified in Pinot noir Wines of Burgundy. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, n. 3, p. 392-398, 1995.

MONTEDORO, G.; BERTUCCIOLI, M. The Flavour of Wines, Vermouth and Fortified Wines. In: MORTON, I. D., MACLEOD, A. J. **Developments in Food Science – Food Flavours**. Part B. Cap. V: 171-238. Amsterdam: Elsevier. 1986.

MORET, I.; SCARPONI, G.; CASCON, P. Chemometric Characterization and Classification of Five Venetian White Wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, n. 5, p. 1143-1153, 1994.

MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evolution of Foods: marketing and R&D approaches**. Westport: Food and Nutrition Press. 1983. 605p.

NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Gas chromarographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. **Journal of Chromatography**, v. 21, p. 1, 1966.

NOBLE, A. C.; FLATH, R. A.; FORREY, R. R. Wine Headspace Analysis. Reproducibility and Application to Varietal Classification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.28, p. 346-353, 1980.

NYKÄNEN, L. Formation and Occurrence of Flavor Compounds in Wine and Distilled Alcoholic Beverages. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, n. 1, p. 84-96, 1986.

OTSUKA, K. -I.; IKI, I.; NOZU, S. -I.; IIMURA, Y.; TOTSUKA, A. Relationship between type and composition of sherry. **Journal of Fermentation Technology**, v. 58, p. 353-361, 1980.

PRIPIS-NICOLAU, L.; REVEL, G; BERTRAND, A.; MAUJEAN, A. Formation of flavor Components by the Reaction of Amino Acid and Carbonyl Compounds in Mild Conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 9, p. 3761-3766, 2000.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. M.; MELO, L. M. R. **A viticultura brasileira: realidade e perspectivas**. Embrapa Uva e Vinho [2003]. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2003.

RAPOSO, P. **Nova Safra Nordestina**. [2003?]. Disponível em: http://www.gastroonline.com.br/adega_onordeste.html. Acesso em: 23 mar. 2003.

RAPP, A.; KNIPSER, W. 3,7-Dimethyl-okta-1,5-dien-3,7-diol, eine neu terpenoide Verbindung des Truben und Weinaromas. **Vitis**, v. 18, p. 229-233, 1979.

REYNOLDS, A. G.; YERLE, S.; WATSON, B.; PRICE, S. F. WARDLE, Douglas. Fruit Environment and Crop Level Effects on Pinot Noir. III. Composition and Descriptive Analysis of Oregon and British Columbia Wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 47, n. 3, p. 329-339, 1996.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, Apr., 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; ZANUZ, M. C. Composição Química de Alguns Vinhos Espumantes Brasileiros. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, Jan./Jun., p. 25-32, 1994.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da Acidez Durante a Vinificação de Uvas Tintas de Três Regiões Vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, Maio/Jul., p. 179-183, 1998.

ROOS, K. B.; GODSHALL, M. A.; FISHER, N.; WIDDER, S.; BLUMENTHAL, M. M.; LELAND, J. V. The Chemistry of Flavor Interations. **Food Technology**, v. 51, n. 1, p. 59-80, 1997.

ROUFET, M.; BAYONOVE, C. L.; CORDONIER, R. E. Etude de la composition lipidique du raisin, *Vitis vinifera* L.: évolution au cours de la maturation et localisation dans baie. **Vitis**, v. 26, p. 85-97, 1987.

ROUFET, M.; BAYONOVE, C. L.; CORDONNIER, R. E. Changes in Fatty Acids Grape Lipidic Fraction During Crushing Exposed to Air. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, p. 202-205, 1986.

SABON, I.; REVEL, G.; KOTSERIDIS, Y.; BERTRAND, A. Determination of volatiles compounds in Grenache Wines Relation with Differents Terroirs in the Rhoney Valley. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 22, p. 6341-6345, 2002.

SALTON, M. A.; DAUDT, C. E.; RIZZON, L. A. Influência do Dióxido de Enxofre e Cultivares de Videira na Formação de Alguns Compostos Voláteis e na Qualidade Sensorial de Destilados de Vinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, Set/Dez., 2000.

RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: **Aroma e sabor de alimentos – Temas atuais**. FRANCO, M. R. B. (editor) São Paulo: Varela, 204. p. 177-194.

SCHIERBERLE, P.; GROSCHE, W. Evolution of the flavor of Wheat and Bread by Aroma Extract Dilution Analysis. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 182, n. 2, p. 111-113, 1987.

SCHMIDT, J. O.; NOBLE, A. C. Investigation of the Effect of Skin Contact Time on Wine Flavor. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 3, p. 135-138, 1983.

SCHREIER, P. Flavor Composition of Wines: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 11, n. 2, Nov., p. 59-111, 1979.

SHIROSE, I. Análise Sequencial de Wald e sua Aplicação à Seleção de Julgadores para Avaliação Organoléptica. **Boletim do ITAL**, v. 50, p. 57-77, 1977.

SIDES, A.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S. Developments in extraction techniques and their application to analysis of volatiles in foods. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 19, n. 5, p. 322-329, 2000.

SLINGSBY, R. W.; KEPNER, R. E.; MULLER, C. J.; WEBB, A. D. Some Volatile Components Of *Vitis vinifera* Variety Cabernet Sauvignon Wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, n. 4, p. 360-363, 1980.

SOLOMONS, T. W. G. **Organic Chemistry**, 6th ed., New York: Wiley & Sons. 1996. 1066p.

SPONHOLZ, W. R.; DITTRICH, H. H.; HASS, F.; WÜNSCH, B. Die Bildung von flüchtigen Fettsäuren durch *Saccaromyces*-Hefen während der Vergärung von Traubenmost. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 173, p. 297-300, 1981.

STONE, H.; SIDEA, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evolution by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**. v. 28, n. 11, p.24-34. 1974.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evolution Practices**. Boston: Academic Press, 1985. 227p.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para Análise de Constituintes Voláteis do Sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 52-59, jan./jun., 2000.

TONIETTO, J. **Embrapa Desenvolve Indicação Geográfica com Produtores de Vinho do Sul**. Embrapa Uva e Vinho [2002?]. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/indgeogr.html>>. Acesso em: 04 abr. 2003.

ULRICH, F.; GROSCH, W. Identification of the Most Intensive Volatile Flavour Compounds Formed During Autoxidation of Linolenic Acid. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 184, p. 277-282, 1987.

VENEMA, A. The usefulness of the headspace analysis gas chromatography technique for the investigation of solid samples. **Journal of High Resolution Chromatography & Chromatographic Communications**, v. 13, p. 537-539, 1990.

WADA, K.; SHIBAMOTO, T. Isolation and Identification of Volatile Compounds from a Wine Using Solid Phase Extraction, Gas Chromatography, and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 11, p. 4362-4366. 1997.

WEBB, A. D.; INGRAHAM, J. L. Fusel oil. In: WAYNE, W. U. **Advances in Applied Microbiology**. Cap 5: 317-353. New York: Academic Press. 1963.

WEURMAN, C. Isolation and Concentration of Volatiles in Foods Odor Research. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 17, n. 2, p. 370-384, 1969.

WILLIAM, P. J.; STRAUSS, C. R. Spirit Recovered from Heap-Fermented Grape Marc: nature, origin and removal of the off-odour. **Journal of the Science Food and Agriculture**, n. 29, p. 527-533, 1978.

ZHANG, Z.; PAWLISZYN, J. Headspace Solid-Phase Microextraction. **Analytical Chemistry**, v. 65, n. 14, July 15, p. 1843-1852, 1993.

ZHOU, Y.; REISEN, R.; GILPIN, C. S. Comparison of Amberelite XAD-2/Freon 11 Extraction with Liquid/Liquid Extraction for the Determination of Wine Flavor Components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, n. 3, p. 818-822. 1996.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TEORES DE MINERAIS DE VINHOS SECOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAIS

RESUMO

Realizou-se a caracterização físico-química e o teor de minerais de 12 vinhos tinto seco varietal Cabernet Sauvignon oriundos das principais regiões produtoras do país. Os vinhos analisados eram oriundos da Serra Gaúcha e Campanha, no Rio Grande do Sul; do Vale do Rio do Peixe, em Santa Catarina e do Vale do São Francisco, região de Pernambuco/Bahia. Todos os vinhos estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo que os teores encontrados de acidez volátil foram considerados elevados. Os valores de pH também foram elevados, mas tal fato é esperado quando da avaliação de vinhos Cabernet Sauvignon. Os teores de potássio encontrados estão bem acima dos encontrados em literatura. A técnica estatística multivariada de Análise dos Componentes Principais, aplicada ao teor dos componentes físico-químicos e também ao teor dos minerais não foi capaz de discriminar as amostras em relação à sua origem geográfica.

Palavras-chave: composição química, Cabernet Sauvignon, vinho, minerais

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma produção anual estimada de 209 milhões de litros de vinho (LONA, 1997). De janeiro a novembro de 2005 a produção nacional foi de 250 milhões de litros, dos quais 20 milhões eram vinhos de uvas viníferas (UVIBRA, 2006). O Rio Grande do Sul concentra mais de 90% da produção vinícola do país, onde estão localizadas as melhores vinícolas brasileiras. A maior parte destas vinícolas está situada na Serra Gaúcha, destacando-se as cidades de Bento Gonçalves, Garibaldi e Caxias do Sul, seguidas de Flores da Cunha,

Farroupilha e Canela. As uvas comuns representam cerca de 90% do total produzido na Serra Gaúcha e dentre as tintas viníferas, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon são as de maior destaque (IBRAVIN, 2002).

Ainda no Rio Grande do Sul, na região da Campanha Central, que tem como principal produtor o município de Santana do Livramento, encontra-se um pólo vitícola implantado e consolidado há mais de 20 anos, cujo perfil de produção difere daquela existente na região tradicional com plantações em área plana e extensa, permitindo a colheita mecanizada (GUERRA *et al.*, 2003; FALCADE, 2003). Em Santa Catarina, a vitivinicultura também apresenta expressão econômica, principalmente na região do Vale do Rio do Peixe, com uma área plantada de 1706,91 hectares, apresentando grande similaridade com a da Região da Serra Gaúcha quanto à estrutura fundiária, topografia e tipo de exploração vitícola (PROTAS *et al.*, 2002).

Nos últimos anos, o Vale do São Francisco vem se destacando como um produtor potencial de vinhos de qualidade. Sua terra irrigada constitui a segunda maior região produtora de uvas finas. A cidade de Santa Maria da Boa Vista, próxima de Petrolina e Juazeiro, na fronteira de Pernambuco com a Bahia é a região produtora mais conceituada. As condições climáticas do Vale do São Francisco possibilitam a obtenção de uvas com elevados teores de açúcar, permitindo a interrupção do processo fermentativo no momento mais adequado.

A acidez do vinho pode ser avaliada pela determinação do pH, da acidez total e da concentração individual dos ácidos orgânicos. O pH depende do tipo e da concentração dos cátions monovalentes de sódio e do potássio (CHAMPAGNOI *apud* RIZZON *et al.*, 1998; ZOECKLEIN *et al.*, 1999). O pH e a acidez, além de contribuírem para uma boa fermentação do mosto, também tem importância nas características sensoriais dos vinhos, influenciando na sua estabilidade e coloração. O pH também exerce forte influência sobre o gosto. Vinhos que apresentam pH mais elevados são mais suscetíveis a alterações biológicas e oxidativas, o que provoca uma menor estabilidade do produto (RIZZON; GATTO, 1987).

A acidez total é definida como a concentração de ácidos orgânicos na uva e é determinada através da soma das concentrações de íons hidrogênio, sódio e potássio. Por outro lado a acidez total refere-se à concentração de íons hidrogênio consumidos durante a titulação com base padronizada até que se atinja o ponto final da titulação. A acidez total é calculada em gramas de ácido tartárico por litro de solução (ZOECKLEIN *et al.*, 1999).

O extrato seco total refere-se ao peso do resíduo seco após a evaporação dos compostos voláteis. Ele é utilizado para avaliar o vinho de uma determinada região vitícola, a maturação da uva, o sistema de vinificação, e refletem os componentes responsáveis pelo “corpo” e estrutura do vinho (VOGT *et al.*, 1984).

As cinzas compreendem todos os compostos minerais do vinho e representam cerca de 10 % do extrato seco reduzido. A legislação brasileira estabelece, para o vinho tinto fino, um teor mínimo de cinzas de 1,5 g/L (BRASIL, 1989). Teores elevados de cinzas são resultados da maceração prolongada ou prensagem excessiva das uvas (RIZZON; GATTO, 1987).

Na variedade *Vitis vinífera*, os açúcares predominantes são a glicose e a frutose. O teor de açúcares redutores dos vinhos refere-se aos teores destes que não se transformaram em álcool, pelas leveduras, durante a fermentação alcoólica.

As uvas e o vinho possuem uma grande diversidade de compostos fenólicos derivados da estrutura básica dos fenóis. O processo tradicional de fermentação consegue extrair cerca de 60% dos fenóis presentes na uva. O envelhecimento em barris promove o aumento de compostos fenólicos no vinho. Sensorialmente, os compostos fenólicos são apontados como responsáveis pelo gosto amargo e pela adstringência do vinho.

O dióxido de enxofre é um composto químico adicionado para prevenir os ataques de microrganismos (ação biológica), inativar as enzimas (ação redutora) e exercer influências benéficas sobre o sabor dos vinhos (OUGH; AMERINE, 1980).

A determinação dos parâmetros físico-químicos permite avaliar o controle a que foram submetidos os vinhos durante a sua elaboração e estes parâmetros

podem ser relacionados aos principais fatores tecnológicos empregados durante a sua produção.

Este trabalho teve por objetivo determinar os parâmetros físico-químicos dos vinhos tintos jovens da variedade Cabernet Sauvignon, das principais regiões produtoras do país, visando caracterizar e avaliar a qualidade dos vinhos das regiões estudadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas doze amostras de vinhos secos jovens da variedade Cabernet Sauvignon, provenientes das principais regiões produtoras de vinhos do país: Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha e região da Campanha); Santa Catarina (Vale do Rio do Peixe); e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco), As informações a respeito das amostras constam da Tabela 1.

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas no presente estudo

Amostra	Origem	Estado	Safra
193	Serra Gaúcha	RS	2002
245	Serra Gaúcha	RS	2002
326	Serra Gaúcha	RS	2002
611	Serra Gaúcha	RS	2002
512	Serra Gaúcha	RS	2002
769	Serra Gaúcha	RS	2002
934	Serra Gaúcha	RS	2002
410	Campanha	RS	2002
376	Vale do Rio do Peixe	SC	2002
987	Urussanga	SC	2002
751	Vale do São Francisco	PE/BA	2003
812	Vale do São Francisco	PE/BA	2003

Três garrafas de vinho foram misturadas e homogeneizadas. As análises foram realizadas em duplicata.

As densidades dos vinhos e dos destilados foram determinadas pela leitura direta no Densímetro Digital ANTON PAAR DMA45, a 20 °C. O teor alcoólico foi determinado indiretamente a partir da densidade do destilado obtido no Destillatore Elettronico Enochimico (Gibertini) e a conversão com base na tabela da AOAC (HORWITZ, 1980).

A acidez total, o pH, as cinzas e o índice de cor foram determinados segundo metodologia descrita pela AOAC (1997).

Os teores de acidez volátil, extrato seco e dióxido de enxofre total e livre foram determinados segundo metodologia descrita por Ough e Amerine (1988).

Os taninos totais foram determinados segundo metodologia proposta por Ribereau-Gayon e Stonestreet (1996).

Os açúcares redutores foram determinados pelo método proposto por Meyer e Leygue-Alba (1991).

A relação álcool em peso/extrato seco reduzido foi calculada utilizando-se os teores alcoólico, de extrato seco e de açúcares redutores.

Os polifenóis totais foram determinados de acordo com metodologia descrita por Zoecklein e colaboradores (1999).

O cálcio, magnésio, ferro, cobre e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, o potássio, sódio, lítio e rubídio foram analisados por emissão de chama (PERKIN-ELMER, 1976) e o fósforo determinado por colorimetria, utilizando o molibdato de amônio para desenvolvimento de cor.

Os resultados foram avaliados aplicando-se Análise de Componentes Principais, utilizando o programa estatístico SAS (1992).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as análises clássicas do vinho estão apresentados na Tabela 2 e os referentes à análise dos minerais estão expostos na Tabela 3.

A densidade do vinho depende principalmente do seu teor alcoólico e do teor de açúcares presentes. Os resultados encontrados neste trabalho concordaram com os apresentados por Rizzon e Miele (1997 e 2002), que foram 0,9949 e 0,9958, respectivamente.

Todos os vinhos analisados apresentaram teor alcoólico e de açúcares dentro do que estabelece a legislação brasileira (BRASIL, 1989), evidenciando o controle do estágio de maturação da uva e do processo fermentativo e destacando a importância da escolha correta das leveduras e o controle da temperatura durante todo o processo, além do uso correto da chaptalização.

A legislação brasileira estabelece que os valores de acidez total para o vinho tinto podem estar na faixa de 55 a 130 meq/L (BRASIL, 1988) e portanto todos os vinhos analisados estão de acordo com a legislação, porém cabe salientar que os valores encontrados podem ser considerados elevados, bem acima dos encontrados por Rizzon e Miele (1997), Rizzon e colaboradores (1997b) e Rizzon e Miele (2002) que foram de 71,80 meq/L e 72,00 meq/L, respectivamente. Dentre os fatores que podem contribuir para o aumento da acidez titulável do vinho, destacam-se a atividade de leveduras capazes de produzir ácidos orgânicos e também a liberação destes ácidos, a partir da película da casca, durante o processo de maceração (OUGH; AMERINE, 1988; GIANCHINI, 1996). Já no caso da acidez volátil, os valores encontrados ficaram abaixo do máximo estabelecido pela legislação e próximos aos encontrados por Rizzon e Miele (1997b e 2002), e Miele e colaboradores (1994), de 7,50, 10,00 e 9,00 meq/L respectivamente, denotando a sanidade dos vinhos estudados.

TABELA 2 – Características físico-químicas dos vinhos tinto seco varietal Cabernet Sauvignon brasileiros

Amostra	Densidade do Vinho* (g/L a 20°C)	Teor Alcoólico (% v/v)	Açúcar Redutor* (g/L)	Acidez Total* (meq/L)	Acidez Volátil* (meq/L)	pH	Extrato Seco* (g/L)	Extrato Seco Reduzido (g/L)	Álcool em peso /Extrato seco reduzido
193	0,9954	11,70	3,09±0,20	111,14±6,05	13±0,0	3,63	25,12±1,30	23,03	4,06
245	0,9972	11,45	2,65±0,05	94,04±0,0	11±0,0	3,73	30,74±1,04	29,09	3,15
326	0,9945	12,47	3,25±0,08	114,34±1,51	15±1,4	3,66	25,90±1,00	23,65	4,22
376	0,9957	10,94	3,05±0,04	105,80±4,53	11±0,0	3,58	26,62±0,99	24,57	3,56
410	0,9945	12,04	3,99±0,22	97,22±4,50	12±1,4	3,51	23,08±0,14	20,09	4,79
512	0,9945	11,45	2,29±0,11	117,55±0,0	12±0,0	3,56	22,80±0,99	21,51	4,26
611	0,9966	10,94	3,04±0,02	98,31±0,0	9,0±0,0	3,47	27,02±0,93	24,98	2,92
751	0,9995	11,61	3,58±0,06	112,20±1,51	16,5±0,7	3,90	34,41±3,55	31,83	2,92
769	0,9969	12,90	3,66±0,05	101,52±1,52	12±1,4	3,84	31,44±0,02	28,78	3,59
812	0,9982	10,76	3,30±0,0	113,27±0,0	10±0,0	3,95	30,56±1,25	28,26	3,10
934	0,9961	12,04	3,46±0,28	107,93±4,53	13,5±0,7	3,63	28,08±1,31	23,62	4,08
987	0,9976	12,12	3,37±0,40	107,93±1,51	7,5±0,7	3,75	33,27±0,52	30,90	3,14

Continua...

Continuação...

TABELA 2 - Características físico-químicas dos vinhos tinto seco varietal Cabernet Sauvignon brasileiros

Amostra	Cinzas * (g/L)	Dióxido de		Taninos (g/L)	Polifenóis * I280	DO 420	DO 520
		Dióxido de Enxofre Livre * (mg/L)	Enxofre Total* (mg/L)				
193	3,36±0,49	8,07±2,45	25,08±1,22	3,67	37,44	0,328	0,268
245	3,30±0,29	18,74±1,22	34,87±0,41	3,11	35,11	0,400	0,336
326	4,08±1,24	20,17±2,45	34,87±2,04	4,62	49,77	0,330	0,293
376	2,88±0,05	18,74±1,22	50,72±2,45	3,58	55,93	0,458	0,343
410	2,53±0,38	31,70±0,81	88,19±0,81	3,87	33,92	0,421	0,486
512	2,87±0,05	8,69±0,017	15,28±2,04	3,31	25,99	0,475	0,386
611	3,06±0,10	21,90±0,82	102,59±0,0	2,88	32,00	0,478	0,418
751	2,30±0,02	29,00±1,63	65,12±0,03	3,07	48,76	0,319	0,275
769	4,46±0,0	40,92±2,45	91,07±4,07	5,12	55,04	0,432	0,423
812	3,44±0,11	33,99±1,65	70,03±0,41	4,39	42,58	0,336	0,291
934	3,84±0,64	22,77±0,41	53,89±0,41	4,93	44,34	0,450	05705
987	4,22±0,12	30,84±0,40	104,06±1,25	4,43	56,54	0,254	0,245

* Médias de três análises

Como esperado para vinhos Cabernet Sauvignon, os valores encontrados de pH foram elevados. Os vinhos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina apresentaram valores de pH condizentes com os encontrados por Rizzon e Miele (1997 e 2002), 3,67 e 3,81, respectivamente, enquanto os vinhos do Vale São Francisco (751 e 812) já apresentaram pH superior a 3,90, valores também esperados para os vinhos desta região. A fermentação malolática, necessária em vinhos tinto, provoca um aumento no pH do vinho Cabernet Sauvignon (RIZON *et al.*, 1997)

Rizzon e Miele (1997) determinaram para o extrato seco reduzido de vinhos Cabernet Sauvignon comerciais gaúchos valores compreendidos entre 21,1 e 23,4 g/L. Os mesmos autores encontraram teores que variavam de 21,04 a 26,39 g/L em vinhos elaborados com 100 % da variedade Cabernet Sauvignon, entre 1987 e 1992 (RIZZON; MIELE, 2002). No presente trabalho os valores para o extrato seco reduzido variaram entre 20,09 e 31,83 g/L. A legislação brasileira não estabelece um valor mínimo para o extrato seco reduzido, mas a relação álcool em peso/extrato seco reduzido para vinho tinto fino não deve ser superior a 5,2, exigência cumprida por todos os vinhos avaliados. Altos teores de extrato seco e extrato seco reduzido indicam a possibilidade dos vinhos estudados serem encorpados.

Os teores de cinzas das amostras ficaram acima do valor mínimo estabelecido pela legislação vigente (1,5 g/L), oscilando entre um mínimo de 2,30 g/L a um máximo de 4,42 g/L, em total concordância com os valores encontrados por Rizzon e Miele (2002). Valores elevados de minerais presentes no vinho denotam maceração prolongada ou prensagem excessiva das uvas utilizadas na elaboração dos vinhos.

O teor de dióxido de enxofre total tem relação direta com a quantidade de enxofre adicionado durante a fermentação, antes do engarrafamento do vinho. Os valores encontrados nas amostras estão abaixo do máximo estabelecido pela legislação brasileira (350 mg/L) e variaram de 15,28 mg/L a 104,06 mg/L (Tabela 2), resultados que concordam com os encontrados por outros pesquisadores

(HERTZ; DAUDT, 1992; RIZZON; MIELE, 2002). Para os teores de dióxido de enxofre livre, Hertz e Daudt (1992) relataram valores entre 5 mg/L e 49 mg/L, faixa que engloba os valores encontrados no presente trabalho, porém, de acordo com a legislação brasileira, a concentração de dióxido de enxofre livre deveria estar entre 20 e 30 mg/L.

Tem sido relatada uma tendência da redução de adição de dióxido de enxofre, pois este produto tem sido considerado um agente causador de alergias (RIZZON *et al.*, 1994). Valores mais baixos deste aditivo foram encontrados em vinhos tinto de mesa da região de Minas Gerais (SILVA *et al.*, 1999).

As variações dos teores de polifenóis totais e taninos estão diretamente relacionadas com o sistema de vinificação. Os valores encontrados para a intensidade de cor e coloração denotam que as amostras estudadas apresentaram cor vermelha de média a intensa. As antocianinas, responsáveis pela cor vermelha do vinho, são extraídas da película durante o processo de maceração.

Visando verificar se os resultados da análise físico-química poderiam diferenciar as amostras de acordo com a região geográfica, foi aplicada uma Análise de Componentes Principais (ACP) aos parâmetros densidade, teor de álcool, açúcar redutor, acidez total acidez volátil, pH, extrato seco, extrato seco reduzido e a relação álcool em peso / extrato seco reduzido (Tabela 2).

Assim, foi gerada a representação gráfica da ACP (Figura 1), onde cada eixo explica uma porcentagem da variabilidade das amostras. Neste caso, os dois primeiros eixos (CPI e CPII) conseguiram explicar, aproximadamente, 65% da variação total que existe entre as amostras, demonstrando que as características físico-químicas discriminam razoavelmente bem as amostras.

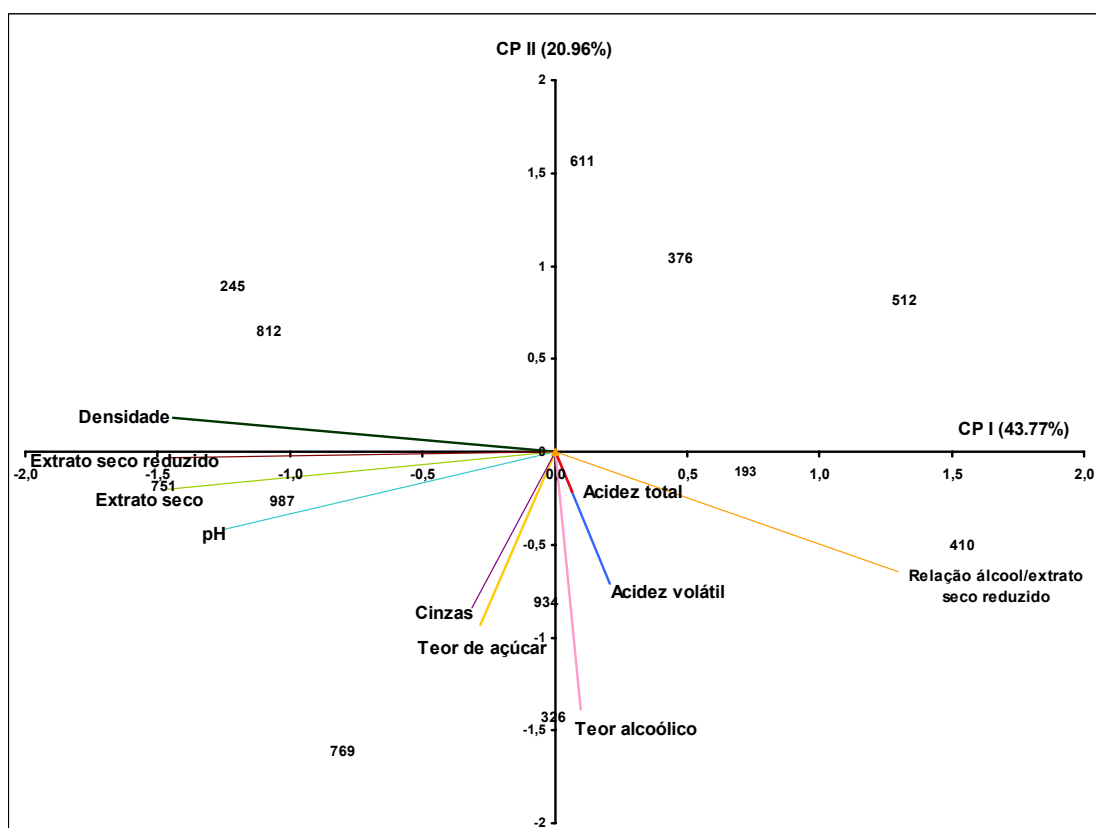


Figura 1 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais das características físico químicas dos vinhos em estudo.

Neste tipo de análise estatística multivariada, os dados físico-químicos são representados como vetores. A parte positiva do eixo I (que explica 43,77 % da variabilidade das amostras) está associada à relação álcool em peso/extrato seco reduzido, enquanto o lado negativo do eixo I está associado aos valores de pH, extrato seco, extrato seco reduzido, e densidade. Desta maneira, quanto mais à direita as amostras estiverem localizadas neste eixo, maior será o valor da relação álcool em peso/extrato seco reduzido e quanto mais à esquerda, maiores os valores de pH, extrato seco, extrato seco reduzido e densidade. O eixo II do lado negativo está associado aos teores de cinzas e açúcar, bem como à acidez total, volátil e teor alcoólico. O tamanho dos vetores está associado à importância daquele dado para a discriminação das amostras. Obviamente, quanto maior a intensidade do vetor, maior a sua importância para a separação das amostras.

Desta maneira, o eixo I sugere que as amostras do Vale do São Francisco (751 e 812), que ficaram situadas mais à direita no gráfico e próximas ao vetor álcool em peso / extrato seco reduzido, apresentou maior valor desse parâmetro. As amostras da Serra Gaúcha (769, 934, 326) apresentaram teores elevados de cinzas, açúcar e teor alcoólico, enquanto uma amostra de Campanha (410) caracterizou-se pela alta relação de álcool em peso/extrato seco reduzido.

Com base nesses resultados pode-se afirmar que a ACP apresentada na Figura 1 não conseguiu discriminar as amostras em relação à sua origem geográfica.

O mesmo tipo de análise estatística foi aplicado aos parâmetros cinzas, dióxido de enxofre livre e total, taninos, polifenóis, DO 420 e DO 520 (Tabela 2), gerando o gráfico de ACP mostrado na Figura 2. Os componentes principais I e II explicaram, aproximadamente, 63 % da variabilidade das amostras revelando, portanto que as variáveis escolhidas foram eficientes para discriminar as amostras. Interpretando-se os resultados de maneira similar aos discutidos anteriormente, observa-se que, neste caso, quanto mais à direita estiver localizada a amostra no eixo I, maior será o seu teor de dióxido de enxofre livre e de polifenóis, além de sua intensidade ótica a 520 e 420 nm. Da mesma maneira, quanto mais a amostra estiver situada acima no gráfico, do lado positivo do componente II (CPII), maiores serão os teores de SO₂ e de taninos.

Desta maneira, a Figura 2 mostra que uma amostra da Serra Gaúcha (769) caracterizou-se por seu teor mais elevado de dióxido de enxofre livre, e em menor intensidade, de polifenóis. A amostra de Campanha (410) também se caracterizou pelo teor de dióxido de enxofre livre e de polifenóis. A amostra 934 da Serra Gaúcha distinguiu-se pela densidade ótica a 520nm. Duas amostras, uma da Serra Gaúcha (611) e outra do Vale do Rio do Peixe (376), apresentaram altos valores de densidade ótica a 420 nm, enquanto uma amostra do Vale do São Francisco (812), caracterizou-se por seus teores elevados de SO₂ total e taninos.

Portanto os dados obtidos mostram que apesar de discriminar as amostras em relação à sua composição físico-química, a ACP efetuada a partir dos dados

da Tabela 2 não permitiu discriminar as amostras em relação à sua origem geográfica.

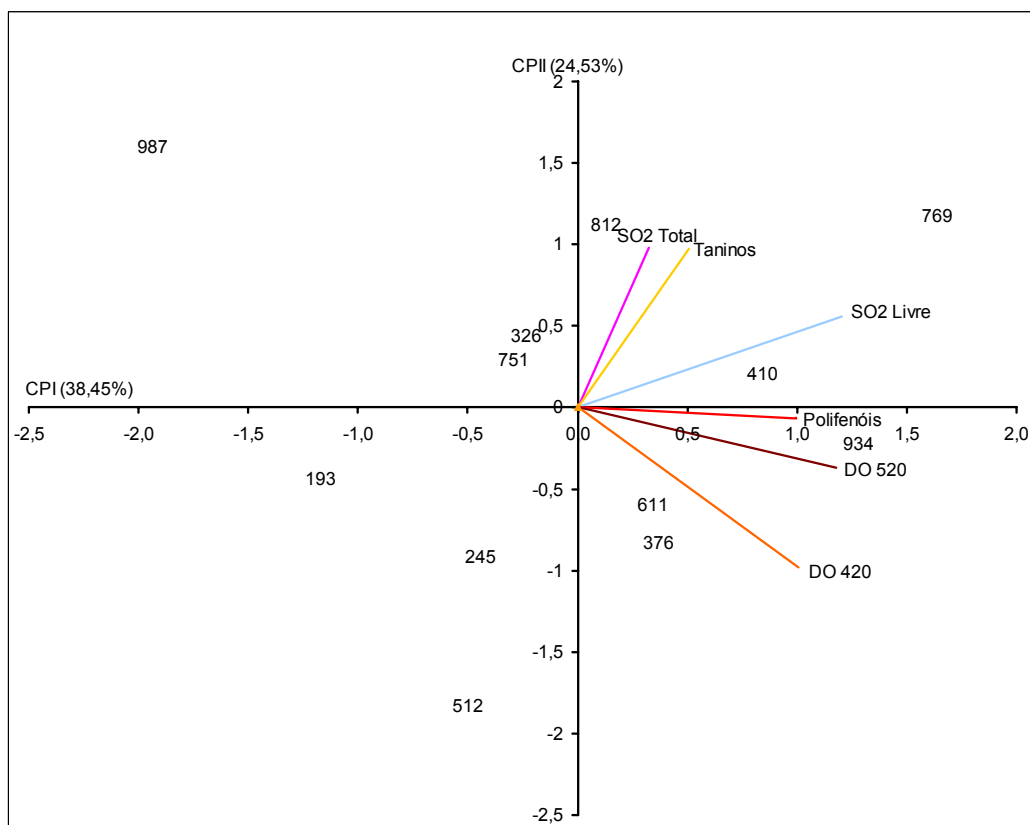


Figura 2 – Análise dos Componentes Principais de alguns parâmetros físico-químicos dos vinhos estudados.

A maior parte dos minerais presentes no vinho é proveniente da parte sólida da uva, e podem vir a sofrer alterações durante a vinificação, estabilização, conservação e envelhecimento do vinho. Os teores dos componentes minerais, determinados por absorção e emissão de chama, estão apresentados na Tabela 3.

O potássio pode ser considerado o cátion quantitativamente mais importante, pois representou mais de 50 % do valor das cinzas, pois estava presente nas amostras em teores bastante elevados, próximo a 3 g/L. Não foram encontrados valores tão elevados deste cátion na literatura, que registra um valor máximo de 1800 mg/L (RIZZON; MIELE, 1997; RIZZON, MIELE; ROSIER, 1997;

TABELA 3 – Teores de minerais em vinhos tinto seco Cabernet Sauvignon brasileiros

Amostra	K	Na	Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn	Rb	P
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
193	2394,8	26,8	127,1	107,1	3,0	0,3	3,6	0,9	9,3	207,5
245	2569,0	17,6	116,7	103,8	2,1	0,1	2,4	0,6	1,8	287,4
326	1774,4	21,9	109,8	81,8	3,9	0,1	2,6	0,5	5,5	131,0
376	1267,2	30,1	112,1	93,6	2,3	0,2	1,1	0,6	3,5	92,2
410	1146,5	7,6	113,3	94,4	3,0	0,1	1,8	0,3	5,1	98,1
512	1362,0	67,5	123,1	82,3	2,5	0,1	2,8	0,6	5,8	107,8
611	1219,6	13,0	75,7	74,8	2,9	0,2	2,7	0,5	7,0	117,5
751	2960,0	15,3	153,1	124,3	1,7	0,1	2,7	0,7	3,9	285,3
769	2046,5	15,5	135,2	94,2	3,0	0,1	2,1	0,3	8,8	179,0
812	1314,4	7,9	71,6	88,2	2,3	0,1	2,0	0,4	7,2	153,5
934	1271,5	17,3	135,2	78,3	2,5	0,1	2,9	0,7	6,5	114,4
987	1785,2	26,5	106,9	108,2	3,6	0,1	2,5	0,8	7,1	143,8

RIZZON; MIELE, 2002). A quase totalidade do potássio presente no vinho é proveniente da película e da semente e produto, extraído durante o processo de maceração. Os resultados obtidos corroboram com a suposição de um tempo prolongado de maceração durante a produção do vinho. O potássio cujos teores presentes na baga estão diretamente relacionados às condições edoclimáticas participa da salificação dos ácidos orgânicos e na formação do bitartarato de potássio.

Os teores de sódio variaram entre 7 mg/L e 70 mg/L, em concordância com os valores encontrados por Rizzon, Miele e Rosier (1997), embora, o valor máximo de 8 mg/L relatado por Rizzon a Miele (2002), tenha sido considerado baixo. A legislação brasileira estabelece um teor máximo de 500 mg/L.

O cálcio é um constituinte natural do vinho e precisa ser monitorado para que se evite a precipitação de bitartarato de cálcio, que ocorre lentamente e geralmente após o engarrafamento. Teores mais elevados de cálcio podem ser decorrentes das condições climáticas durante o período de maturação e colheita e também pelo uso de fungicidas. Teores normais de cálcio estão compreendidos entre 50 e 150 mg/L.

É necessário também o monitoramento dos teores de ferro e cobre para evitar problemas de turvação no vinho engarrafado e prevenir que venham a atuar como catalisadores em reações de oxirredução. Altos teores de ferro e cobre podem resultar de pulverizações com produtos à base de cobre no controle de pragas e doenças, mas principalmente do contacto do mosto com utensílios e equipamentos de ferro ou cobre. O limite máximo estabelecido para o cobre é de 0,5 mg/L, enquanto para o ferro é de 7 mg/L. Os valores encontrados nas amostras analisadas estavam abaixo do limite máximo e de acordo com os relatados na literatura (RIZZON; MIELE; ROSSIER, 1997; RIZZON; MIELE, 1997; RIZZON; MIELE, 2002).

Os vinhos são geralmente isentos ou então apresentam baixo teor de zinco, oriundo das pulverizações dos vinhedos com fungicidas. Quando apresentam altos teores, traduzem uma contaminação pelo uso de utensílios e equipamentos com

este elemento. Concentrações de 0,15 a 4,0 mg/L já foram observadas em vinhos brancos e tintos da região sul de Minas Gerais (SILVA *et al.*, 1999), denotando contaminação. No presente trabalho, os teores encontrados de zinco variaram entre 0,3 e 0,9 mg/L.

O fósforo aumenta durante a maturação da uva, acentuando o aroma e sabor dos vinhos, pois este elemento é utilizado pelos microorganismos durante a fermentação. As amostras 245 (Serra Gaúcha) e 751 (Vale do São Francisco) apresentaram alto teor de fósforo, de 287,4 e 285,3 mg/L, respectivamente, quando comparado ao valor limite encontrado para fósforo em vinhos tintos (235,60 mg/L). Manfroi e Rizzen (1996) demonstraram que o tempo de maceração está diretamente relacionado com a quantidade de fósforo extraída da película.

Rizzon, Miele e Rossier (1997) aplicaram uma técnica de análise estatística multivariada (ACP) aos teores dos minerais Mg, Fe, P, K, Rb e Na, os quais apresentaram um alto poder discriminante em relação à origem geográfica das amostras. Os autores mostraram a caracterização de amostras provenientes do Brasil, Argentina e Uruguai.

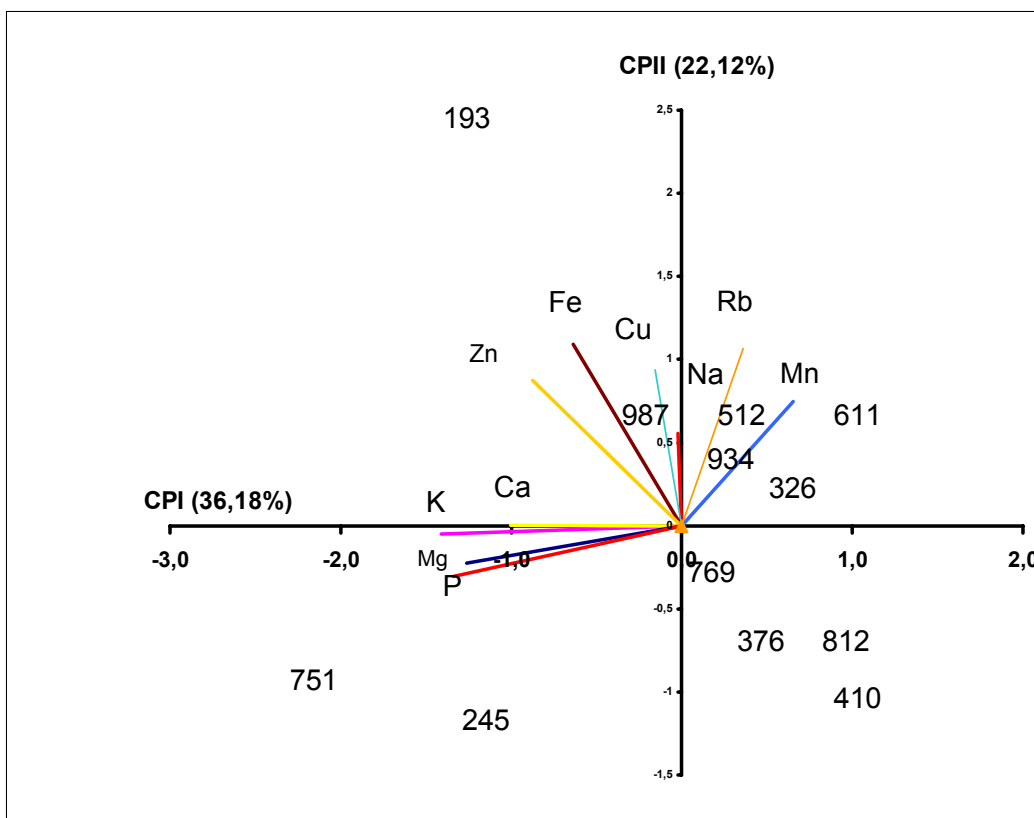


Figura 3 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais para os minerais

Desta maneira, foi aplicada a análise multivariada aos teores de todos os minerais presentes nos vinhos procedentes das principais regiões geográficas do país, para verificar se a composição mineral dos vinhos sob estudo poderia discriminá-las de acordo com a sua origem geográfica.

Na representação gráfica da ACP (Figura 3), cada eixo explica uma porcentagem da variabilidade das amostras. Neste caso, os dois primeiros eixos (CPI e CPII) conseguiram explicar apenas 58,30 % da variação total que existe entre as amostras demonstrando que os elementos minerais analisados discriminaram regularmente as amostras.

Nesta análise estatística, os teores dos minerais são representados como vetores. A parte positiva do eixo I (que explica 36,18 % da variabilidade das amostras) está associada ao teor de manganês, enquanto o lado negativo do eixo I está associado aos teores de cálcio, potássio, magnésio e fósforo. Desta

maneira, quanto mais à direita as amostras estiverem localizadas neste eixo, maior será o teor de manganês e, quanto mais à esquerda, maior o seu teor de Ca, K, Mg e P. O eixo II do lado positivo está associado aos elementos rubídio, cobre, ferro e zinco.

A importância do mineral na discriminação nas amostras pode ser verificada através do tamanho do vetor representativo de cada elemento. Quanto maior o vetor, mais importante o seu papel para discriminar as amostras.

A localização de cada amostra de vinho em relação aos vetores sugere qual mineral se apresenta em alto teor naquela amostra, pois elas se situam próximas aos vetores que as caracterizam. A Figura 3 sugere que a amostra 751 (Vale do São Francisco) apresentou teores elevados de fósforo, magnésio, potássio e cálcio, assim como a amostra 245 (Serra Gaúcha), com exceção do cálcio. Três amostras da Serra Gaúcha (512, 934, 326) e a da Campanha (611) apresentaram concentrações elevadas de rubídio e manganês, porém a amostra 512 caracterizou-se pelo maior teor de sódio e a 326 pelo de manganês. A amostra 193 (Serra Gaúcha) apresentou comportamento anômalo.

Portanto, a análise dos componentes principais, aplicada ao teor de todos os minerais analisados, também não se revelou capaz de discriminar as amostras em relação à sua origem geográfica.

Selecionando-se alguns componentes minerais e aplicando-se a mesma análise estatística aos teores de K, Na, Ca, Mg e P (para se evitar os minerais que possam se originar de contaminações), os componentes principais I e II da Figura 4 explicaram 84,15 % da variabilidade das amostras, demonstrando, neste caso, que os minerais escolhidos discriminaram satisfatoriamente as amostras analisadas.

Interpretando-se esta figura de uma maneira similar à da Figura 3, observa-se que a amostra 751 (Vale do São Francisco) apresentou maiores teores de K e Mg, seguida pela amostra 987 (Serra Gaúcha). Uma amostra da Serra Gaúcha (245) foi caracterizada por maior concentração de fósforo. A amostra 512 da Serra

Gaúcha caracterizou-se por maior concentração de sódio, seguida pela amostra 376 (Campanha).

Resumindo, a análise dos componentes principais, aplicada aos teores de K, Na, Ca, Mg e P, apesar de discriminar satisfatoriamente as amostras, ainda não foi capaz de separar as amostras em relação à sua origem geográfica

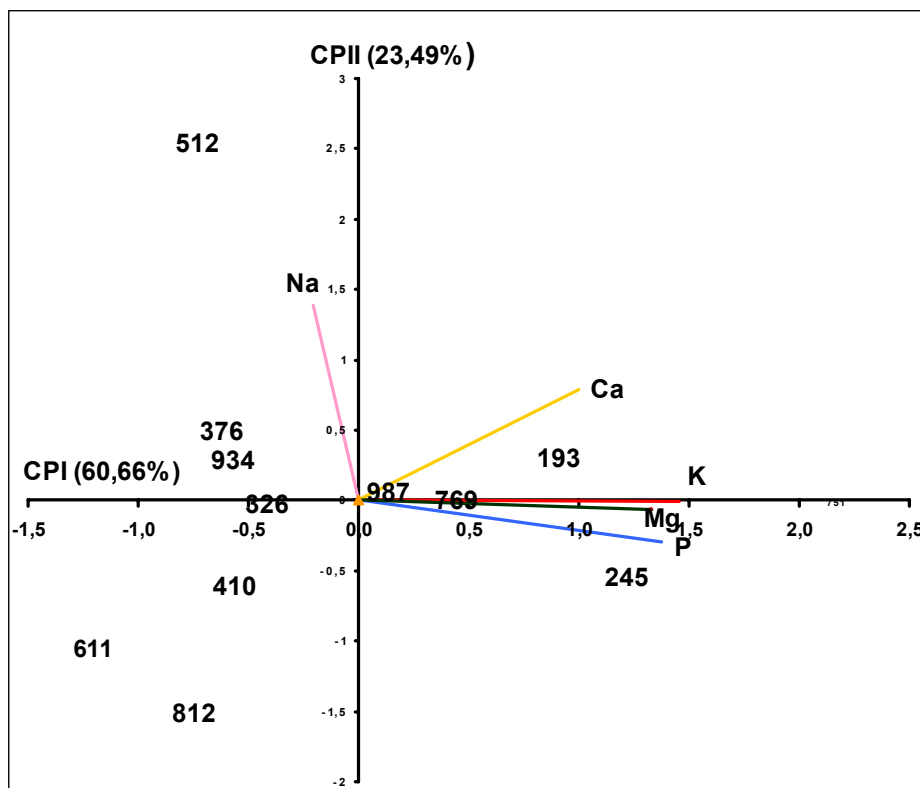


Figura 4 - Gráfico da Análise dos Componentes Principais para os minerais sódio, cálcio, potássio, magnésio e fósforo

Provavelmente, isto pode ser explicado pelo fato de que os teores dos minerais nos vinhos refletem não apenas as condições do solo e clima, variedade e composição do mosto, mas também tem relação com as técnicas de vinificação além dos produtos empregados no controle fitossanitário da videira.

4 CONCLUSÕES

Os vinhos analisados revelaram-se de acordo com a legislação brasileira no tocante as suas características físico-químicas. Eram vinhos seco e encorpados com coloração vermelha, variando de média a intensa.

Os pH's dos vinhos são elevados, como era de se esperar para o varietal Cabernet Sauvignon.

Os teores de potássio encontrados estão muito acima do esperado, tomando-se como base a literatura disponível.

A Análise dos Componentes Principais, aplicada aos dados físico-químicos e aos teores de minerais, não foi capaz de discriminar as amostras em relação à sua procedência geográfica.

5 BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento – Portaria nº 84, de 25 de abril de 1989.

GIANCHINI, R. A. **Avaliação de parâmetros na produção de acidez física por leveduras de uso enológico.** Caxias do Sul, 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia).

GUERRA, C. **Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a qualidade do vinho.** In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 15-18. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Gonçalves, RS 2003.

FALCADE, I. **Paisagens Vitícolas Brasileiras.** In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 133-136. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Gonçalves, RS, 2003.

HERTZ, P. F.; DAUDT, C. E. Aspectos químicos e biológicos de vinhos do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 22, n. 3, p. 339-343, 1992.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13^a ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists. 1980.

IBRAVIN – INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Brasil Vitivinícola – 2002, uma vindima maior e melhor**. [2002]. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/2002vind.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2003.

IBRAVIN – INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Comercialização de vinhos e derivados**. [2006]. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

LONA, A. A realidade e perspectivas da indústria vitivinícola. Em: SEMINÁRIO DO VINHO GAÚCHO, 2, 1997, Flores da Cunha. **Anais**. Flores da Cunha: UVIBRA, 1997. p. 1-9.

MANFROI, V.; RIZZON, L. A. Influência do tempo de maceração e do número de recalques nas características físico-químicas e minerais do vinho Cabernet Sauvignon. *Boletim da SBCTA*, v. 30, n. 1, p. 60-65, jan/jun, 1996.

MEYER, C. R.; LEYGUE-ALBA, N. M. R. **Manual de Métodos Analíticos Enológicos**. Rio Grande do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 1991.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 16^a ed, 3 rev, v. II, cap. 28, p.1-15, 1997.

OUGH, C. S.; AMERINE, M. A. **Methods for Analysis of Musts and Wines**, 2^o ed. New York: John Wiley & Sons. 1988. 377p.

PERKIN-ELMER. **Analytical methods for atomic absorption spectrometry**. Norwalk: Prekin-Elmer, 1976. 432p.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. **A viticultura brasileira: realidade e perspectivas**. Embrapa Uva e Vinho [2003?]. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2003.

RIBEREAU-GAYON, J.; STONESTREET, E. Dorage des tannins du vin rouge et détermination de leur structure. **Chimie Analytique**, v. 48, n. 4, p. 188-196, 1996.

RIZZON, L. A.; GATTO, N. M. **Características analíticas dos vinhos da microrregião homogênia vinicultora de Caxias do Sul (MRH 311) – Análises clássicas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1987, Nov., 5p (Comunicado Técnico nº 6)

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 162-198, 2002.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Caractéristiques analytiques des vins Cabernet Sauvignon produits et commercialisés au Brésil. In: IN VINO ANALYTICA SCIENTIA, 1, 1997, Bordeaux. **Livre de Résumés**. Bordeaux: Fédération Européenne des Sociétés Chimiques/Société Française de Chimie/Office International de la Vigne et du Vin, 1997. p. 478-481.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; ROSIER, J. P. Discrimination of wines from the mercosul countries according to their mineral composition. **Journal Internacionales de la Science de la Vigne et du Vin**, v. 31, n. 1, p. 43-47, 1997a.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Efeito da fermentação malolática na composição do vinho tinto. **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 497-500, 1997b.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 179-183, 1998.

SAS – Statistical Analysis System. Sofyware Release 6.08. Cary (NC, USA): SAS Institute, 1992.

SILVA, T. G.; REGINA, M. A.; ROSIER, J. P.; CHALFUN, N. N. J. Diagnóstico vinícola do sul de Minas Gerais I. Caracterização físico-química dos vinhos. **Ciência Agrotécnica**, v. 23, n. 3, p. 632-637. 1999.

VOGT, E.; JAKOB, L.; LEMPERLE, E.; WEISS, E. **El vino: obtencion, elaboracion y analisis**. Zaragoza: Acribia. 1984. 294 p.

ZOECKLEIN, B. W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Wine Analysis and Production**. Maryland: An Aspen Publication. 1999. 621p.

CAPÍTULO III

PERFIL SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE VINHOS VARIETAL CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

RESUMO

A abertura do mercado na década de 1990 tornou cada vez mais fácil o acesso do consumidor brasileiro aos vinhos importados resultando na formação de um mercado consumidor cada vez mais exigente. Para se adequar a esta nova realidade, os produtores nacionais de vinhos vêm tentando melhorar a qualidade do produto nacional. No presente estudo foi gerada pela primeira vez a terminologia descritiva para o vinho varietal Cabernet Sauvignon produzido em diferentes regiões do Brasil e traçou-se o seu perfil sensorial através da metodologia da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Os dados obtidos foram avaliados através de ANOVA, teste de Tukey para comparação das médias e Análise dos Componentes Principais (ACP), utilizando-se o programa estatístico SAS. Foram avaliados vinhos Cabernet Sauvignon provenientes da Serra Gaúcha e da região da Campanha (RS), do Vale do Rio do Peixe (SC) e do Vale do São Francisco (PE/BA). Foram gerados 33 descritores: 5 para aparência (cores vermelha, violeta e laranja, limpidez e brilho); 15 para aroma (frutas vermelhas, frutas maduras, frutado, floral, pimentão, herbáceo, especiarias, madeira, tostado, baunilha, café, acidez volátil, álcool, animal e sulfídrico); 4 para gosto (ácido, amargo, doce e salgado); 6 para sabor (sabores de frutas vermelhas, frutado, madeira, tostado, herbáceo e fermentado) e 3 para textura (adstringência, corpo e teor de álcool). As amostras foram segmentadas pelos descritores de aroma e sabor (frutas vermelhas, frutado, madeira e herbáceo). Oitenta e sete provadores avaliaram a aceitabilidade das 11 amostras utilizando escala hedônica de 9 pontos (1 – desgostei muitíssimo; 9 – gostei muitíssimo). A ordem de apresentação das amostras foi balanceada. Os dados obtidos foram avaliados através de ANOVA, teste de Tukey para comparação das médias e Mapa Interno de Preferência (MDPREF). Correlações entre a ACP e o MDPREF explicaram as preferências dos consumidores com relação ao perfil sensorial, avaliando o potencial de mercado dos vinhos de origem tropical.

Palavras-chave: análise sensorial, análise descritiva qualitativa, aceitação, vinho, Cabernet Sauvignon, Brasil

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o Rio Grande do Sul concentra mais de 90 % da produção vinícola do país. A maior parte destas vinícolas está situada na Serra Gaúcha, destacando-se as cidades de Bento Gonçalves, Garibaldi e Caxias do Sul, seguidas por Flores da Cunha, Farroupilha e Canela (MELLO, 2003; PROTAS *et al.*, 2003). As uvas comuns representam cerca de 90 % da produção total da Serra Gaúcha. Dentre as uvas viníferas, as variedades Merlot e Cabernet Sauvignon são as de maior destaque (IBRAVIN, 2002).

Na região gaúcha da Campanha, que tem como principal produtor o município de Santana do Livramento, encontra-se um pólo vitícola implantado e consolidado há mais de 20 anos, cujos vinhedos são mais extensos e conduzidos em áreas de pouca declividade, o que viabiliza uma mecanização, diferenciada da região tradicional da Serra Gaúcha (FALCADE, 2003). Em Santa Catarina, a vitivinicultura também tem expressão econômica, principalmente na região do Vale do Rio do Peixe, que representa uma área de quase 1800 hectares, de grande similaridade com a Região da Serra Gaúcha quanto à estrutura fundiária, topografia e tipo de exploração vitícola (PROTAS *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, o Vale do São Francisco (BA/PE) vem despontando como potencial produtor de vinhos de qualidade. Sua terra irrigada constitui a segunda maior região produtora de uvas viníferas do Brasil. A cidade de Santa Maria da Boa Vista, próxima a Petrolina e Juazeiro, na fronteira entre Pernambuco e Bahia, é a região produtora mais conceituada. As condições climáticas do Vale do São Francisco possibilitam elevados teores de açúcar nas uvas, permitindo a interrupção do processo fermentativo no momento mais adequado, conservando assim os açúcares residuais naturais de cada espécie (RAPOSO, 2003).

Existem também pequenas regiões vitivinícolas situadas nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná, cujas plantações são formadas quase exclusivamente por uvas americanas (MELLO, 2003; PROTAS *et al.*, 2003).

Atualmente o varietal Cabernet Sauvignon é a casta vinífera tinta mais importante do estado do Rio Grande do Sul e seu plantio no Vale do São Francisco (PE/BA) e nos novos pólos produtores vem aumentando (GUERRA *et al.*, 2005). De fato este é o varietal mais cultivado nos quatro continentes.

Os vinhos Cabernet Sauvignon apresentam Perfil Sensorial caracterizado pelos descritores aroma de fruta, aroma de frutas vermelhas, aroma de condimento, aroma vegetativo, aroma de queimado, aroma floral, aroma de caramelo, aroma químico, de café, animal, de cacau, de banana, manga, cereja, de cassis, de ameixa, eucalipto, baunilha, fruta cozida, pimentão, sabor vegetativo, de fruta, pimenta do reino, gosto amargo e adstringência (AIKEN; NOBLE, 1984; HEYMANN; NOBLE, 1987; SIVERTSEN *et al.*, 1999; SIVERTSEN *et al.*, 2001).

Com a expansão da indústria de alimentos e bebidas, após a Segunda Guerra Mundial, métodos sistemáticos para avaliar as percepções sensoriais dos indivíduos aos alimentos foram muito difundidos. Através desses métodos as indústrias buscam manter a qualidade sensorial dos seus produtos e reduzir riscos de rejeição de novos produtos junto ao consumidor. Neste contexto o uso de uma equipe de provadores em complementação ao tradicional “expert” e seus “score cards” é cada vez mais comum, mesmo em setores tradicionais da indústria de alimentos como o de laticínios, cerveja e vinhos.

Para vinhos, um dos métodos sensoriais mais utilizados para o levantamento do Perfil Sensorial do produto é a Análise Descritiva Qualitativa (ADQ) (STONE *et al.*, 1974) associada à “Roda de Aromas” proposta por Noble e colaboradores (1984 e 1987).

Na indústria do vinho, as vantagens da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), desenvolvida por Stone *et al.* (1974), sobre os “score cards” utilizados por “experts” inclui: i) o desenvolvimento de linguagem descritiva mais próxima à

linguagem utilizada pelo consumidor; ii) a realização de testes cegos, ou seja, todas amostras são avaliadas de forma codificada, com números de três dígitos; iii) as amostras são analisadas com repetições por todos os julgadores e iv) os resultados são estatisticamente analisados por Análise de Variância (ANOVA), testes de medidas como o Tukey, Análise Multivariada (MANOVA) e/ou Análise de Componentes Principais (ACP) (STONE; SIDEL, 1993).

No intuito de padronizar ao redor do mundo os termos utilizados na caracterização dos vinhos e evitar a utilização de termos integrados e/ou subjetivos por parte da equipe sensorial, NOBLE *et al.* (1987) desenvolveram a Roda de Aromas. Com a utilização da Roda de Aromas os resultados obtidos por diferentes equipes sensoriais podem ser comparados ao redor do mundo.

Infelizmente no Brasil ainda há poucos trabalhos que procuram caracterizar o Perfil Sensorial de vinhos tinto finos, notadamente utilizando-se a técnica da ADQ (STONE *et al.*, 1974) associada à “Roda de Aromas” proposta por Noble e colaboradores (1985).

O presente trabalho teve como objetivo determinar, através da técnica ADQ associada à “Roda de Aromas”, o Perfil Sensorial de vinhos tinto fino varietal Cabernet Sauvignon oriundos das três principais regiões produtoras do país: Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha e Campanha), Santa Catarina (Vale do Rio do Peixe) e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco), avaliando, através de testes afetivos, a aceitação e preferência dos consumidores com relação a cada vinho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Foram avaliados 11 vinhos tintos seco, varietal Cabernet Sauvignon, provenientes das principais regiões produtoras de vinhos do país: Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha e região da Campanha); Santa Catarina (Vale do Rio do

Peixe); e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco). A Tabela 1 apresenta informações sobre os vinhos analisados.

As amostras foram servidas em taças transparentes tipo tulipa, em alíquotas de 30 mL, à temperatura aproximada de 16 °C, como sugerido por Amerine e Roessler (1983).

As análises foram realizadas sob luz branca, em cabines individuais. A Análise Descritiva Quantitativa foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Uva e Vinho (Bento Gonçalves – RS) e a aceitação no Laboratório e Análise Sensorial da FEA – Unicamp.

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas no presente estudo.

Amostra	Origem	Estado	Safra	Acidez total* (meq/L)	Teor de álcool (% v/v)	Açúcar redutor* (g/L)
193	Serra Gaúcha	RS	2002	111,14±6,05	11,70	3,04±0,02
245	Serra Gaúcha	RS	2002	94,04±0,0	11,45	2,65±0,05
326	Serra Gaúcha	RS	2002	114,34±1,51	12,47	3,25±0,08
611	Serra Gaúcha	RS	2002	105,80±4,53	10,94	3,05±0,04
512	Serra Gaúcha	RS	2002	117,55±0,0	11,45	2,29±0,11
769	Serra Gaúcha	RS	2002	101,52±1,52	12,90	3,66±0,05
934	Serra Gaúcha	RS	2002	107,93±4,53	12,04	3,46±0,28
410	Campanha	RS	2002	97,22±4,50	12,04	3,99±0,22
376	Vale do Rio do Peixe	SC	2002	105,80±4,53	10,94	3,05±0,04
751	Vale do São Francisco	PE/BA	2003	112,20±1,51	11,61	3,58±0,06
812	Vale do São Francisco	PE/BA	2003	113,27±0,0	10,76	3,30±0,0

* Média de três repetições

2.2 Métodos

2.2.1 *Análise Descritiva Quantitativa*

2.2.1.1 Pré-Seleção dos candidatos

Foram recrutados para participar da avaliação 34 associados da Associação Brasileira de Enologia (ABE) – RS. Todos os candidatos trabalhavam diretamente com a elaboração de vinhos, além de serem consumidores assíduos do produto. Os candidatos foram informados do objetivo do trabalho e responderam a um pequeno questionário (Figuras 1 e 2), assinando o termo de consentimento esclarecido.

A pré-seleção dos candidatos foi realizada com base na disponibilidade e interesse dos voluntários, de seus poderes discriminativos correlacionados a vinhos, além da familiaridade com o produto e habilidade de exprimir proporcionalidade através da utilização de escalas.

A capacidade discriminatória dos candidatos foi avaliada através da aplicação de teste de Diferença de Controle (MEILGAARD *et al.*, 1989). A cada candidato foi servida uma amostra-controle e três amostras codificadas, sendo que uma das amostras codificadas era igual ao controle. Os candidatos foram solicitados a provar inicialmente a amostra controle e depois as amostras codificadas e indicar qual o grau de diferença entre as amostras codificadas e a amostra-controle, utilizando uma escala de nove pontos como mostrado na Figura 3.

As taças onde os vinhos foram servidos foram cobertas com papel laminado para que as diferenças na coloração das amostras não fossem percebidas.

2.2.1.2 Desenvolvimento de terminologia descritiva

Para levantamento dos descritores das amostras pelos provadores previamente selecionados, utilizou-se o Método de Rede citado por Moskowitz (1983). Foram servidas três amostras por vez, escolhidas ao acaso. Os provadores foram solicitados a agrupar as amostras duas a duas e descrever em

par as similaridades e diferença quanto à aparência, aroma, sabor e textura. A ordem de apresentação das amostras dentro do trio também foi aleatorizada.

Questionário Provadores

Nome completo: _____

Faixa etária: ☐ 21-30 ☐ 31-40 ☐ 41-50 ☐ 51-60 ☐ mais de 61

Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino

Grau de escolaridade:

☐ 1º grau incompleto	☐ 3º grau incompleto
☐ 1º grau completo	☐ 3º grau completo
☐ 2º grau incompleto	☐ Pós-graduando
☐ 2º grau completo	☐ Outros _____

Consumo médio de vinhos:

☐ Menos de uma vez por semana	☐ Três a quatro vezes por semana
☐ Uma vez por semana	☐ Quatro a cinco vezes por semana
☐ Uma a duas vezes por semana	☐ Cinco a seis vezes por semana
☐ Duas a três vezes por semana	☐ Mais de seis vezes por semana

Está fazendo algum tratamento de saúde ou dieta? ☐ Sim ☐ Não
Caso esteja, qual? _____

Está tomando alguma medicação? ☐ Sim ☐ Não
Caso esteja, qual? _____

Fumante? ☐ Sim ☐ Não

E-mail: _____

Telefone para contato: _____

Disponibilidade de horário: _____

Existe algum dia ou horário no qual não possa participar das seções de degustação?

Tem preferência por algum dia da semana ou horário para as degustações?

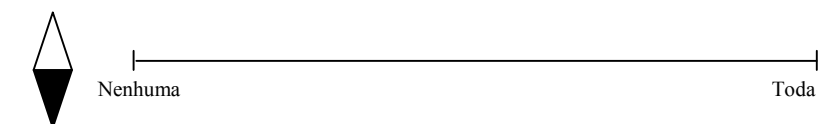
FIGURA 1 - Modelo de questionário para recrutamento de candidatos para a análise sensorial.

Os atributos levantados pelos provadores foram listados em ordem decrescente de frequência e levados a discussão. Sob orientação do líder da equipe, os provadores discutiram os termos levantados eliminando, em consenso com a equipe, os sinônimos, termos redundantes, termos subjetivos e/ou integrados. A Roda de Aromas (NOBLE *et al.*, 1984 e 1987) foi utilizada como fonte de sugestão para referência e para padronização da linguagem.

Nas sessões seguintes o líder da equipe solicitou aos provadores que provassem as referências sugeridas avaliando-as quanto à adequação e intensidade do atributo. Com base nestes resultados a equipe desenvolveu a ficha com os descritores, suas definições e referências e a ficha de avaliação descritiva, onde, ao lado de cada descritor, foi colocada uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada nas extremidades pelos termos pouco/nenhum e muito/intenso.

Marque com um traço vertical, a proporção das áreas que estão escurecidas nas figuras abaixo. Não faça uso de régua, apenas a sua capacidade visual.

Exemplo:



Questões:

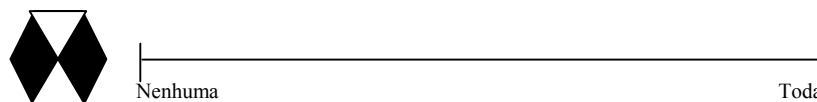
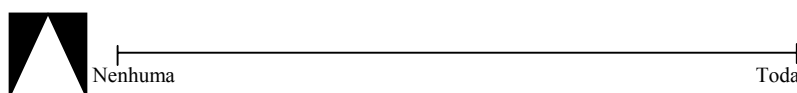
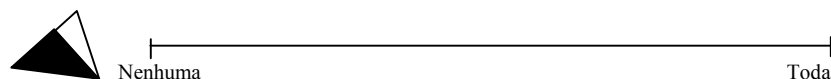
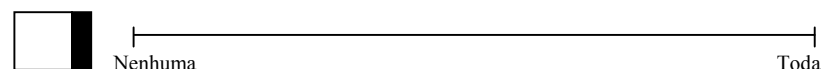


FIGURA 2 - Questionário para verificar a habilidade do candidato em exprimir proporcionalidade por meio de escala.

2.2.1.3 Treinamento dos provadores

Nas 16 sessões de treinamento com, aproximadamente, 40 min de duração cada, foi montada uma mesa contendo todas as referências para os atributos levantados pela equipe. Em cada sessão de treinamento, inicialmente, os provadores eram solicitados a ler as definições de cada descritor e avaliavam as referências para memorização, após o que, dirigiam-se às cabines e procediam à avaliação de três amostras codificadas de vinho Cabernet Sauvignon, utilizando a ficha de avaliação descritiva desenvolvida pela equipe. Antes do início das sessões, o líder discutia os resultados da sessão anterior, solicitando aos provadores e/ou a equipe que se concentrassem mais na memorização das referências nas quais o provador e/ou a equipe estivesse apresentando problemas.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo uma amostra padrão (P) de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon e três amostras codificadas. Por favor, prove inicialmente a amostra padrão e, em seguida, da esquerda para a direita, as demais amostras. Avalie, de acordo com a escala abaixo, o quanto cada amostra difere, em termos gerais, da amostra padrão.

0 = nenhuma diferença
1
2
3
4
5
6
7
8
9 = extremamente diferente

Amostra

Grau de diferença

Comentários: _____

FIGURA 3 – Ficha para pré-seleção dos candidatos.

2.2.1.4 Seleção da equipe final de provadores

Após treinamento procedeu-se a um teste para seleção dos provadores. Cada provador avaliou, em triplicata, três amostras de vinhos escolhidas dentre as onze em estudo. As amostras foram escolhidas por apresentarem diferenças com relação à grande maioria dos descritores sensoriais gerados. Utilizou-se a ficha de avaliação descritiva previamente desenvolvida, onde cada descritor foi avaliado quantitativamente por meio de uma escala não estruturada de 9 cm, ancorada em seus extremos em termos de intensidade (pouco/nenhum, muito/intenso). Os dados gerados por cada julgador, foram avaliados por ANOVA (F.V. = amostra, repetição). Assim, para cada julgador, foi realizada uma ANOVA para cada termo descritivo. A seleção dos provadores foi realizada com base em seu poder discriminativo ($p_{\text{amostra}} < 0,30$, reprodutibilidade $p_{\text{repetição}} > 0,05$) e consenso com a equipe, em mais de 80% dos descritores de acordo com a metodologia proposta por Damásio e Costell (1991).

2.2.1.5 Perfil Sensorial dos Vinhos

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) das 11 amostras de vinhos listadas na Tabela 1 foi realizada utilizando-se delineamento de blocos incompletos balanceados PLANO 11.19 (COCHRAN; COX, 1992), onde cada provador avaliou 11 blocos com 5 amostras cada. Cada amostra foi avaliada cinco vezes por cada provador. A ordem de apresentação dos blocos e das amostras foram aleatorizadas. Cada bloco de cinco amostras representava uma sessão de degustação. Os provadores eram aconselhados a expectorar as amostras e proceder ao enxágüe do palato entre uma amostra e outra, além de ingerir um pouco de bolacha para ajudar na limpeza dos receptores gustativos.

2.2.1.6 Análise estatística

Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa, acima descritos, foram avaliados através de ANOVA, teste de Tukey para comparação das médias e Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando-se o programa SAS (1992).

2.2.2 Aceitação

2.2.2.1 Caracterização dos hábitos de consumo dos consumidores

Para os testes com consumidores, os indivíduos foram recrutados entre alunos, professores e funcionários da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP. Inicialmente os candidatos responderam a um questionário informando: sexo, faixa etária, consumo médio de vinho, se o provador estava fazendo uso de medicamentos e/ou dietas e se era fumante.

2.2.2.2 Teste sensorial de aceitação

Com base nos dados fornecidos no questionário, foram recrutados 87 consumidores, considerando-se idade mínima de 21 anos, frequência de consumo de vinho de moderado a intenso, o não uso de medicamentos e disponibilidade e interesse em participar das análises. A equipe foi formada por 45 homens e 42 mulheres

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos – Unicamp, SP. As amostras, listada na Tabela 1, foram servidas em taças transparentes tipo tulipa, em alíquotas de 30 mL, a temperatura aproximada de 16°C, como sugerido por Amerine e Roessler (1983). Foi aplicado teste de aceitabilidade onde o provador participou de três sessões de análise, em uma delas o provador recebeu três amostras para avaliar e nas outras duas recebeu quatro, perfazendo um total de onze amostras. A ordem de apresentação das amostras e os efeitos first-order carry-over foram balanceados entre os consumidores (MacFIE *et al.*, 1989). Em cada sessão as amostras foram servidas de forma monádica e seqüencial. Escala hedônica verbal

de nove pontos ancorada nas extremidades (1 – Desgostei muitíssimo; 9 – Gostei muitíssimo) foi utilizada para se verificar o quanto cada provador gostava ou desgostava de cada amostra.

Os resultados foram avaliados através de ANOVA, teste de Tukey e Mapa Interno de Preferência (MDPREF) proposto por MacFie e Thomson (1988).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Descritiva Quantitativa

Dos 30 voluntários inicialmente recrutados, foram selecionados 14 indivíduos para a etapa de levantamento dos termos descritores dos vinhos.

A equipe sensorial levantou 33 descritores para os 11 vinhos tintos varietal Cabernet Sauvignon, sendo 5 para aparência, 15 para aroma, 4 para gosto, 6 para sabor e 3 para textura. Os descritores, suas definições e referências estão apresentados na Tabela 2 e a ficha de avaliação na Figura 4.

Tabela 2– Termos descritivos atribuídos a vinhos varietais Cabernet Sauvignon brasileiros

Descritor	Definição	Referências
APARÊNCIA		
Cor Vermelha	- coloração com comprimento de onda 520nm	Pouco: vinho Cabernet Sauvignon Santa Colina, safra 2002 Intenso: Cabernet Sauvignon Botticelli, safra 2003
Cor Violeta	- característico de vermelho muito intenso com traços de azul	Pouco: vinho Cabernet Sauvignon Santa Colina, safra 2002 Intenso: vinho Cabernet Sauvignon Botticelli, safra 2003
Cor Laranja	- nuances de cor laranja associadas ao processo de maturação do vinho	Nenhum: vinho Cabernet Sauvignon De Lantier, safra 2002 Intenso: vinho Cabernet Sauvignon Santa Colina, safra 2002
Limpidez	- propriedade da amostra não desviar o feixe de luz incidente - o oposto de turvo	Pouco: vinho Cabernet Sauvignon Miolo, safra 2002 Muito: vinho Cabernet Sauvignon Santa Colina, safra 2002
Brilho	- capacidade do vinho de refletir a luz. - o oposto de opaco	Pouco: vinho Cabernet Sauvignon Miolo, safra 2002 Muito: vinho Cabernet Sauvignon Santa Colina, safra 2002
AROMA		
Frutas Vermelhas	- aroma característico de cereja, ameixa fresca, amora, framboesa	Nenhum: água Muito: uma mistura de cereja, morango e geleia de amora na proporção de 1:2:2, macerado e diluído com 50mL de água
Pimentão	- aroma característico do pimentão verde maduro	Nenhum: água Intenso: pimentão verde picado
Herbáceo	- aroma característico de grama	Nenhum: água Intenso: solução 5% de pimentão verde macerado (p/v).
Frutas Maduras	- aroma característico de ameixa seca, uvas passa, figo, marmelo e cassis	Nenhum: água Intenso: mistura de ameixas secas e uvas passa (1:1) maceradas
Especiarias	- aroma característico de canela, noz moscada, cravo da índia e pimenta do reino	Nenhum: água Intenso: uma mistura das soluções de canela em pau, noz moscada, cravo da índia e pimenta do reino na proporção de 1:2:2:1 (solução cravo - 4 cravos em 50mL de água fervido por 2min; solução noz moscada – 0,18g de noz moscada em 50mL de água morna por 4h; solução canela em pau – 1,23g em 50mL de água morna por 4h; solução pimenta do reino – 0,19g de pimenta em 50mL de água morna por 4h)
Madeira	- aroma característico de madeira	Nenhum: água Intenso: chips de carvalho embebido em água
Tostado	- aroma característico de carvalho tostado	Nenhum: água Intenso: chips de carvalho tostado embebido em água
Baunilha	- aroma característico de baunilha	Nenhum: água Intenso: solução 2% de essência de baunilha da Dr. Oetker®, lote 114
Café	- aroma característico do café	Nenhum: água Intenso: solução 0,3% de café Melita® Torrado e Moído, lote 48011
Acidez Volátil	- aroma característico de ácido acético	Nenhum: água Intenso: solução aquosa de ácido acético 0,5%
Aroma Frutado	- aroma característico de melão, abacaxi e banana	Nenhum: água Intenso: mistura de banana, melão e abacaxi na proporção de 1:5:5, macerado e diluído em 50mL de água

Continua...

Continuação...

Tabela 2 – Termos descritivos atribuídos a vinhos varietais Cabernet Sauvignon brasileiros

Descritor	Definição	Referências
Alcool	- aroma característico de álcool etílico	Pouco: solução de álcool etílico 3,5% Intenso: solução de álcool etílico 6,5%
Floral	- aroma característico de flores	Nenhum: água Intenso: quatro pétalas grandes de rosas cortadas manualmente e embebidas em etanol 10%
Animal	- aroma característico de couro, suor de cavalo, cachorro molhado	Nenhum: água Intenso: pedaço de couro
Aroma Sulfídrico	- aroma característico de enxofre	Nenhum: água. Intenso: solução 0,02% de enxofre
<u>GOSTO</u>		
Ácido	- gosto associado à presença de ácidos no vinho	Pouco: solução de ácido tartárico 0,1% Muito: solução de ácido tartárico 0,25%
Amargo	- gosto associado à presença de taninos	Muito: vinho Cabernet Sauvignon Miolo, safra 2002 Pouco: água
Salgado	- gosto associado a vinhos com alto teor de minerais	Nenhum: água Muito: vinho Cabernet Sauvignon Aurora, safra 2002, adicionada de NaCl Pouco: água
Doce	- gosto associado à presença de açúcares e álcool	Pouco: solução de açúcar 1,5% Muito: solução de açúcar 2%
<u>SABOR</u>		
Madeira	- sabor associado à presença de madeira	Nenhum: vinho Cabernet Sauvignon Embrapa, safra 2002 Intenso: vinho Cabernet Sauvignon Reserva Giacomini, safra 2002
Fermentado	- sabor associado à presença de leveduras	Nenhum: água Intenso: solução 1% de fermento biológico seco instantâneo da Dr. Oetker®, lote 309
Frutas Vermelhas	- sabor associado à presença de frutas vermelhas no vinho.	Nenhum: água Intenso: uma mistura de cereja, morango e geléia de amora (1:2:2), macerada e diluída em água
Frutado	- sabor associado à presença de melão, abacaxi e banana	Nenhum: água Intenso: uma mistura de banana, melão e abacaxi (1:5:5), macerada e diluída em água
Herbáceo	- sabor verde	Nenhum: água Intenso: solução 2,5% (p/v) de pimentão verde macerado
Tostado	- sabor associado ao carvalho tostado	Nenhum: água Intenso: vinho Cabernet Sauvignon De Lantier, safra 2002
<u>TEXTURA</u>		
Adstringência	- sensação de secura na boca - aspereza na língua	Pouco: 0,1g de ácido tânico em 100mL de água Muito: 0,25g de ácido tânico em 100mL de água
Corpo	- sensação de volume na boca	Pouco: vinho Cabernet Sauvignon Embrapa diluído 9:1 Muito: vinho Cabernet Sauvignon Reserva Giacomini, safra 2002
Álcool	- sensação de calor na boca	Pouco: solução de etanol 10% Muito: solução de etanol 13%

Nome: _____ Data: _____

Caro provador, você está recebendo uma amostra codificada de vinho tinto Cabernet Sauvignon. Por favor, avalie os atributos listados abaixo utilizando a escala correspondente.

Amostra: _____

APARÊNCIA:

Cor

Vermelha

Pouco Intenso

Cor Violeta

Nenhum Intenso

Cor Laranja

Nenhum Intenso

Limpidez

Pouco Muito

Brilho

Pouco Muito

AROMA

Frutas

Vermelhas

Nenhum Muito

Pimentão

Nenhum Intenso

Herbáceo

Nenhum Intenso

Frutas

Maduras

Nenhum Intenso

Especiarias

Nenhum Intenso

Madeira

Nenhum Intenso

Tostado

Nenhum Intenso

Baunilha

Nenhum Intenso

Café	_____	
	Nenhum	Intenso
Acidez	_____	
Volátil	_____	
	Nenhum	Intenso
Aroma	_____	
Frutado	_____	
	Nenhum	Intenso
Álcool	_____	
	Pouco	Intenso
Floral	_____	
	Nenhum	Intenso
Animal	_____	
	Nenhum	Intenso
Aroma	_____	
Sulfídrico	_____	
	Nenhum	Intenso
<u>GOSTO</u>		
Ácido	_____	
	Pouco	Muito
Amargo	_____	
	Nenhum	Muito
Salgado	_____	
	Nenhum	Muito
Doce	_____	
	Pouco	Muito
<u>SABOR</u>		
Madeir a	_____	
	Nenhum	Intenso
Frutas	_____	
Vermelhas	_____	
	Nenhum	Intenso
Frutado	_____	
	Nenhum	Intenso
Herbáceo	_____	
	Nenhum	Intenso
Tostado	_____	
	Nenhum	Intenso

TEXTURA

Adstringência

Pouco _____ Muito

Corpo

Pouco _____ Muito

Álcool

Pouco _____ Muito

FIGURA 4 – Ficha de avaliação descritiva de vinhos varietais Cabernet Sauvignon brasileiros.

Após seleção, a equipe ficou composta por 10 julgadores, sendo 1 mulher e 9 homens. Por questões particulares um dos homens selecionados precisou ausentar-se da equipe, não realizando a avaliação final das amostras. Aproximadamente 78% dos provadores selecionados tinham entre 30 e 50 anos de idade e 66% deles afirmaram consumir vinho mais de cinco vezes por semana.

As médias dos atributos de aparência (Tabela 3), textura (Tabela 4), aroma (Tabela 5) e gosto e sabor (Tabela 6) são apresentadas a seguir, juntamente com os gráficos aranha gerados a partir das mesmas.

Tabela 3 – Médias ¹ dos atributos sensoriais da aparência das amostras.

Amostras	Atributos				
	Cor Vermelha	Cor Violeta	Cor Laranja	Limpidez	Brilho
193	5,94 A	4,81 A B	1,06 E	6,37 A B C	6,18 AB C D
245	3,91 B	2,35 F E	4,22 A B	6,36 A B C	6,22 AB C
326	6,03 A	3,85 D B C	1,60 E D	5,63 D	5,46 CD
376	5,04 A	4,23 A B C	1,07 E	6,69 A B	6,55 AB
410	2,72 C	1,08 G	4,73 A	6,68 A B	6,72 AB
512	3,15 B C	1,38 F G	4,48 A B	6,65 A B	6,60 A B
611	3,13 B C	1,48 F G	4,24 A B	6,76 A	6,81 A
751	5,43 A	2,92 D E	3,44 C B	6,34 A B C	5,95 BC D
769	5,56 A	3,12 D E	3,04 C	5,07 D	4,39 E
812	5,30 A	5,21 A	0,79 E	6,24 A B C	5,93 BC D
934	5,67 A	3,65 D C	2,69 C D	5,97 B C	5,42 C

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

¹ 0 – nenhum/pouco, 9 – forte/muito

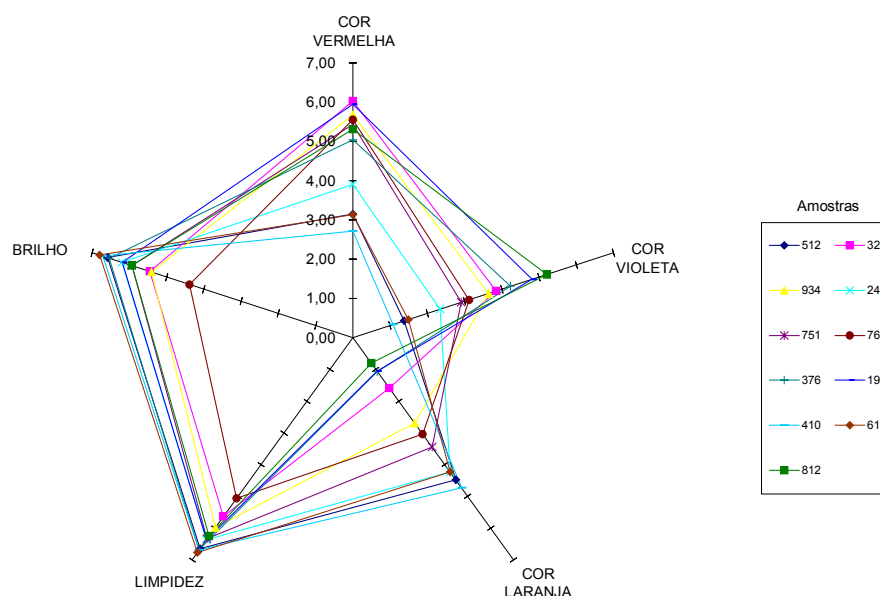


FIGURA 5 – Perfil sensorial associado à aparência das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Os atributos de aparência são muito importantes na avaliação sensorial, pois formam primeira impressão que temos do produto e influenciam as nossas decisões de compra e consumo.

Os vinhos tinto jovens têm sua coloração fundamentalmente determinada pela presença de pigmentos, antocianinas e proantocianidinas, que estão presentes na película e polpa das uvas e lhes conferem uma coloração vermelho intenso. Durante o processo de maturação do vinho, as antocianinas combinam-se entre si ou com as proantocianidinas, formando moléculas grandes que tendem a precipitar durante o período de armazenagem, tornando os vinhos menos corados. Assim, durante a maturação, os vinhos adquirem uma tonalidade vermelha marrom com nuances de laranja, característica de vinhos maduros (BARANOSWSKI; NAGEL, 1983; AMERINE; SINGLETON, 1984; CHEYNIER; RICARDO DA SILVA, 1991; MATEUS *et al.*, 2002; VIDAL *et al.*, 2002; GÓMEZ-CORDOVÉS *et al.*, 2003)

As amostras avaliadas apresentaram uma grande variação para os atributos de cor, o que pode ser devido às práticas vitícolas, técnicas enológicas empregadas e a fatores como exposição ao sol, estação da colheita e tempo de armazenamento (MAZZA *et al.*, 1999; GÓMEZ-CORDOVÉS *et al.*, 2003; GONZÁLEZ-NEVES *et al.*, 2003; GUERRA, 2003; RICARDO DA SILVA *et al.*, 2003). Como esperado, as amostras com maior intensidade de cor violeta, que caracteriza um vinho muito jovem, apresentaram menores intensidades de cor laranja. A intensidade da cor violeta pode estar associada à concentração de acetaldeído no meio (DALLAS *et al.*, 1996).

Da Tabela 3 e Figura 5 observou-se que a amostra 410 (Campanha) apresentou as menores médias para as cores vermelha e violeta e a maior média para a cor laranja, sugerindo tratar-se da amostra mais madura dentre as avaliada. As amostras 245, 512 e 611 (todas da Serra Gaúcha) também apresentaram médias elevadas para este atributo. A amostra 326 (Serra Gaúcha) foi a que apresentou a média mais alta para cor vermelha. A amostra 769 (Serra Gaúcha) apresentou as menores médias para brilho e limpidez, além do baixo valor apresentado para a cor violeta. Apesar ter apresentado as menores médias para brilho e limpidez, a amostra 769 não foi caracterizada como turva e/ou opaca pelos provadores.

As amostras que apresentaram as maiores médias para o atributo limpidez também o fizeram para o atributo brilho. O inverso também é verdadeiro.

Tabela 4 – Média ¹ dos atributos de textura das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Amostras	Atributos		
	Adstringência	Corpo	Álcool
193	5,40 A	4,31 A B	2,44 A B
245	2,70 D	3,20 C	2,95 A B
326	5,22 A	4,80 A	3,12 A
376	3,75 C	3,59 C B	2,48 A B
410	3,97 C	2,90 C	2,50 A B
512	4,09 B C	2,95 C	2,53 A B
611	3,95 C	2,81 C	2,32 B
751	5,37 A	4,57 A B	2,69 A B
769	5,03 A B	4,58 A B	2,67 A B
812	4,50 A B C	4,31 A B	2,68 A B
934	5,09 A	4,60 A	2,73 A B

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

1 0 – nenhum/pouco, 9 – forte/muito

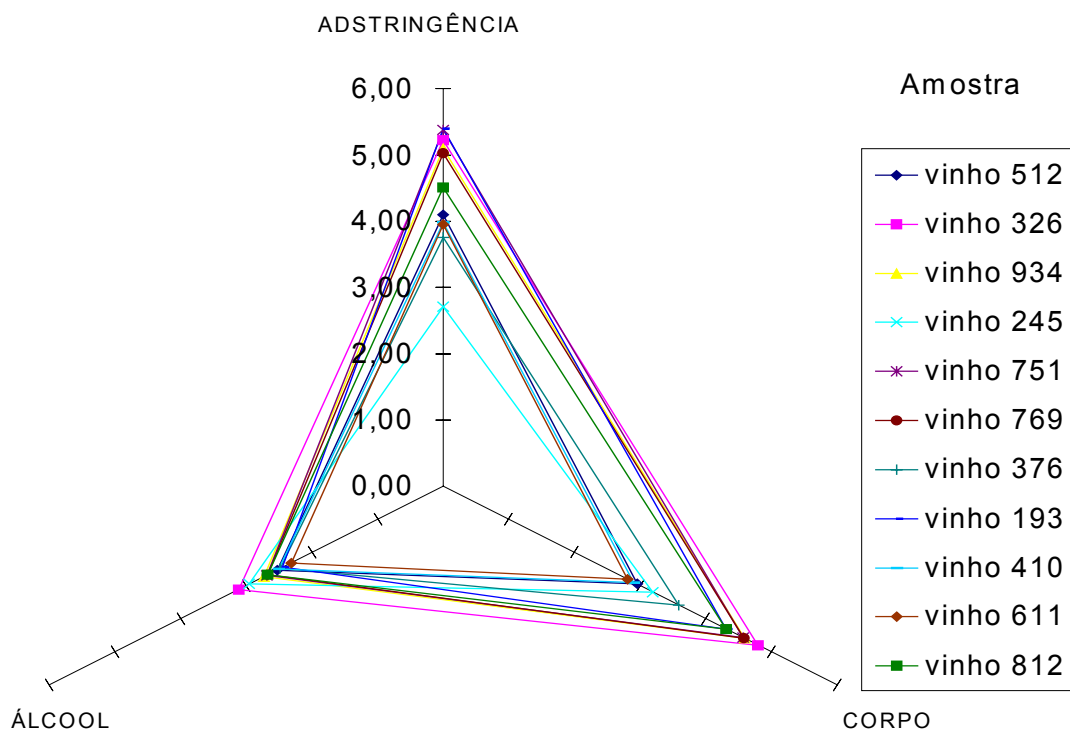


FIGURA 6 – Perfil sensorial associado aos atributos de textura de amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros

Analisando-se os dados da Tabela 4 e da Figura 6 constata-se mais uma vez que as amostras da Serra Gaúcha (193, 326 e 934) e a amostra do Vale do São Francisco apresentaram altas médias de adstringência e as amostras 410 (Campanha), 512 e 245 (Serra Gaúcha) e 611 (Vale do São Francisco) apresentaram as menores médias par o atributo adstringência. Uma maior intensidade da cor laranja juntamente com a redução da sensação de adstringência, resultado da polimerização das antocianinas, é o esperado durante o processo de maturação do vinho (GOMÉZ-CORDOVÉS *et al.*, 2003). Isto foi o que ocorreu com os vinhos anteriormente citados: 410, 512, 245 e 611, proveniente das regiões da Campanha, Serra Gaúcha e Vale do São Francisco.

Os altos valores encontrados para a adstringência nos demais vinhos pode se devido a maceração excessivamente prolongada, que aumenta a extração de compostos fenólicos e a adstringência do vinho (SIMS; BATES, 1994). Possivelmente isto explica tanto a alta adstringência como a cor vermelha das amostras 193, 326, 934 e 751.

A Tabela 5 e Figura 7 mostram que a amostra 512 (Serra Gaúcha) alcançou as maiores médias para os atributos aroma herbáceo, animal, sulfídrico e acidez volátil, sendo que animal e sulfídrico apresentaram diferença a 5% de significância das demais médias. Por sua vez, a amostra apresentou as menores médias para os atributos aroma floral, frutado e frutas vermelhas. As amostras não diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) quanto ao atributo aroma de café. A amostra 193 (Serra Gaúcha) obteve a maior média para o atributo aroma de pimentão, característico de vinhos Cabernet Sauvignon, e a 751 (Vale do São Francisco) para o aroma tostado, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) quando comparadas às demais amostras.

O aroma herbáceo está associado à presença de álcoois superiores e aldeídos, a exemplo do *trans*-3-hexanol, 1-hexanol e hexanal (DOURTOGLOU *et al.*, 1994). Os aromas floral e de fruta em vinhos são devidos à combinação do linalol, geraniol e nerol e a presença de ésteres (ETIÉVANT, 1991; BELANCIC *et al.*, 1997; LÓPEZ *et al.*, 1991; FERREIRA *et al.*, 2001;).

Os resultados apresentados na Tabela 6 e na Figura 8 mostram os resultados obtidos pela equipe sensorial para os gostos ácido, amargo, salgado e doce e os sabores, tostado, herbáceo, frutado e frutas vermelhas.

A amostra 512 (Serra Gaúcha/RS) apresentou a maior média para sabor herbáceo e as menores médias para sabor frutado e sabor de frutas vermelhas. A amostra 376 (Vale do Rio do Peixe) apresentou as maiores médias absolutas para os atributos sabor frutado e de frutas vermelhas e a menor para o sabor herbáceo.

Tabela 5 – Média ¹ dos atributos de aroma das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Amostras	Atributos						
	Aroma de frutas vermelhas	Aroma de pimentão	Aroma herbáceo	Aroma frutado	Aroma de especiarias	Aroma de madeira	Aroma tostado
193	3,52 A B C D	2,33 A	2,43 A B	2,63 B C	1,24 C	2,84 A B	1,01 C
245	3,32 B C D	1,64 C B	1,69 B C	3,07 A B	1,70 C B	2,22 B C	1,31 B C
326	4,04 A B	1,40 C B	1,78 A B C	3,77 A	1,92 A B	2,48 A B C	1,51 B
376	4,30 A	1,46 C B	1,42 C	3,60 A	1,92 A B	2,54 A B C	1,39 B C
410	2,99 E D	1,28 C B	2,07 A B C	2,37 B C	2,34 A B	2,17 B C	1,07 B C
512	2,16 E	1,49 C B	2,60 A	2,19 C	1,99 A B	3,43 A	1,55 B
611	3,08 C D	1,19 C B	1,71 B C	3,00 A B C	2,29 A B	2,40 A B C	1,49 B C
751	3,89 A B C	0,96 C	1,28 C	3,59 A	2,53 A	3,02 A B	2,79 A
769	3,70 A B C D	1,36 C B	1,70 B C	3,65 A	2,12 A B	3,25 A B	1,75 B
812	4,00 A B	1,86 A B	2,35 A B	2,94 A B C	1,68 C B	1,51 C	1,87 B
934	3,68 A B C D	1,72 A B	1,96 A B C	3,14 A B	1,74 C B	2,76 A B	1,34 B C

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

¹ 0 – nenhum/pouco, 9 – forte/muito

continua...

Continuação.....

Tabela 5 – Média ¹ dos atributos de aroma das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Amostras	Atributos							
	Aroma de baunilha	Aroma de café	Acidez volátil	Aroma frutado	Aroma de álcool	Aroma floral	Aroma animal	Aroma sulfídrico
193	0,69 D	0,57 A	0,41 A B	2,49 B C	1,39 A B	1,16 B C	1,77 B	0,99 B
245	1,32 B C	0,71 A	0,56 A B	2,78 A B C	1,36 A B	1,23 B C	1,14 B C	0,88 B C
326	1,30 D B C	0,72 A	0,72 A B	3,22 A B C	1,48 A B	1,31 A B C	0,77 C	0,58 B C
376	1,71 A B	0,75 A	0,48 A B	3,31 A	1,34 A B	1,53 A B	0,68 C	0,46 C
410	0,98 D C	0,89 A	0,50 A B	2,43 C	1,57 A B	1,42 A B	1,00 C	0,57 B C
512	0,94 D C	0,80 A	0,76 A B	1,54 D	1,30 A B	0,86 C	2,55 A	1,60 A
611	1,47 A B C	0,91 A	0,48 A B	2,70 A B C	1,45 A B	1,40 A B C	0,98 C	0,58 B C
751	1,95 A	0,82 A	0,80 A	3,00 A B C	1,43 A B	1,49 A B	0,70 C	0,64 B C
769	1,14 D B C	0,86 A	0,73 A B	3,04 A B C	1,90 A	1,25 A B C	1,17 B C	0,72 B C
812	1,09 D C	0,58 A	0,39 B	3,25 A B	1,23 B	1,79 A	0,76 C	0,50 C
934	1,00 D C	0,83 A	0,46 A B	2,63 A B C	1,60 A B	1,21 B C	1,23 B C	0,51 B C

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

¹ 0 – nenhum/pouco, 9 – forte/muito

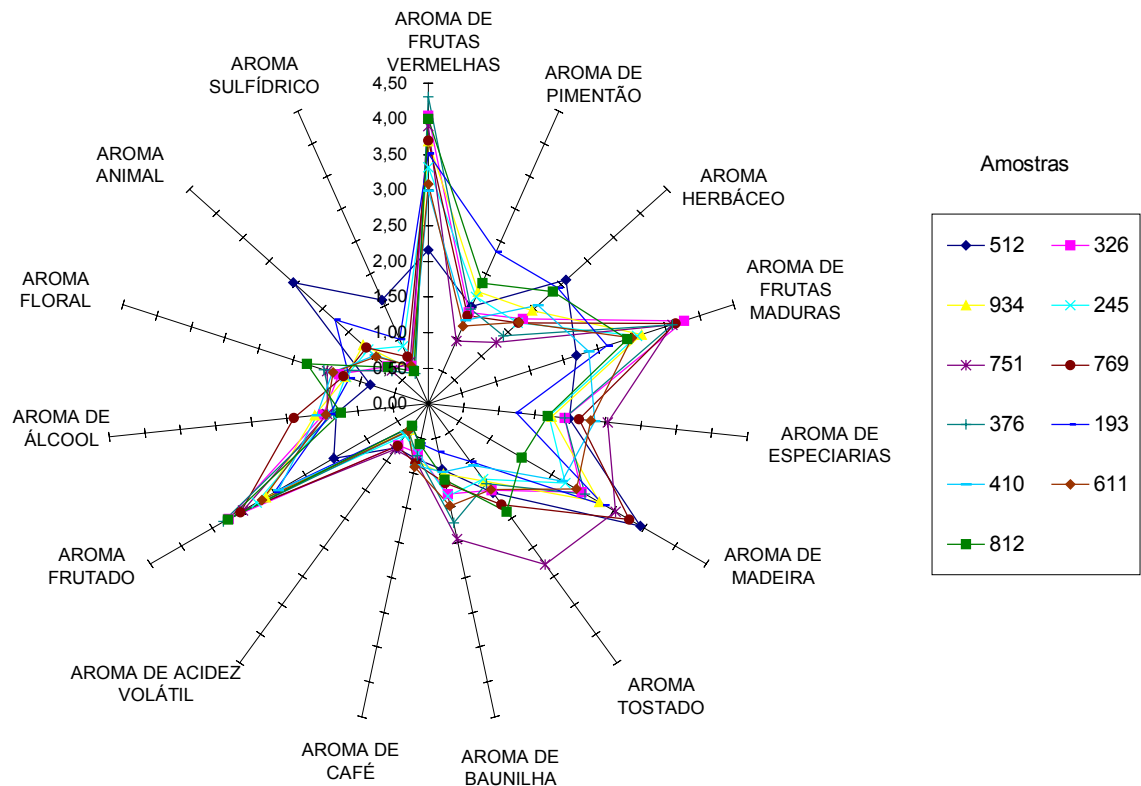


FIGURA 7 – Perfil sensorial associado ao aroma de amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Tabela 6 - Média ¹ dos atributos de gosto e sabor das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

Amostras	Atributos									
	Gosto ácido	Gosto amargo	Gosto salgado	Gosto doce	Sabor de madeira	Sabor de frutas vermelhas	Sabor frutado	Sabor herbáceo	Sabor tostado	
193	3,55 A	2,99 A	0,83 A	0,71 B	3,15 A B	2,55 A B	1,92 A B C	2,46 A B	1,41 B C D	
245	2,44 B	1,21 C	0,94 A	3,33 A	2,67 B	2,96 A	2,47 A	1,56 C	1,82 B C D	
326	3,25 A	2,89 A	0,80 A	1,05 B	2,52 B	2,90 A	2,38 A	1,70 B C	1,41 B C D	
376	3,13 A B	1,74 C B	0,71 A	0,93 B	3,15 A B	2,92 A	2,37 A	1,30 C	1,94 B C	
410	3,26 A	2,50 A B	0,94 A	0,78 B	2,59 B	2,20 B	1,74 B C	2,02 A B C	1,02 D	
512	3,68 A	2,18 A B	0,99 A	0,75 B	3,20 A B	1,47 C	1,32 C	2,75 A	1,27 C D	
611	3,15 A B	1,74 C B	0,90 A	0,84 B	2,68 B	2,40 A B	2,02 A B	1,60 C	1,71 B C D	
751	3,23 A	2,77 A	0,70 A	0,91 B	3,76 A	2,59 A B	2,34 A B	1,61 C	3,31 A	
769	3,42 A	2,85 A	0,81 A	0,79 B	3,79 A	2,49 A B	1,90 A B C	1,84 B C	1,82 B C D	
812	3,05 A B	2,56 A B	0,88 A	0,66 B	2,47 B	2,90 A B	2,26 A B	1,81 B C	2,15 B	
934	3,25 A	2,51 A B	0,76 A	0,63 B	2,87 A B	2,51 A B	2,11 A B	1,85 B C	1,72 B C D	

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

1 0 – nenhum/pouco, 9 – forte/muito

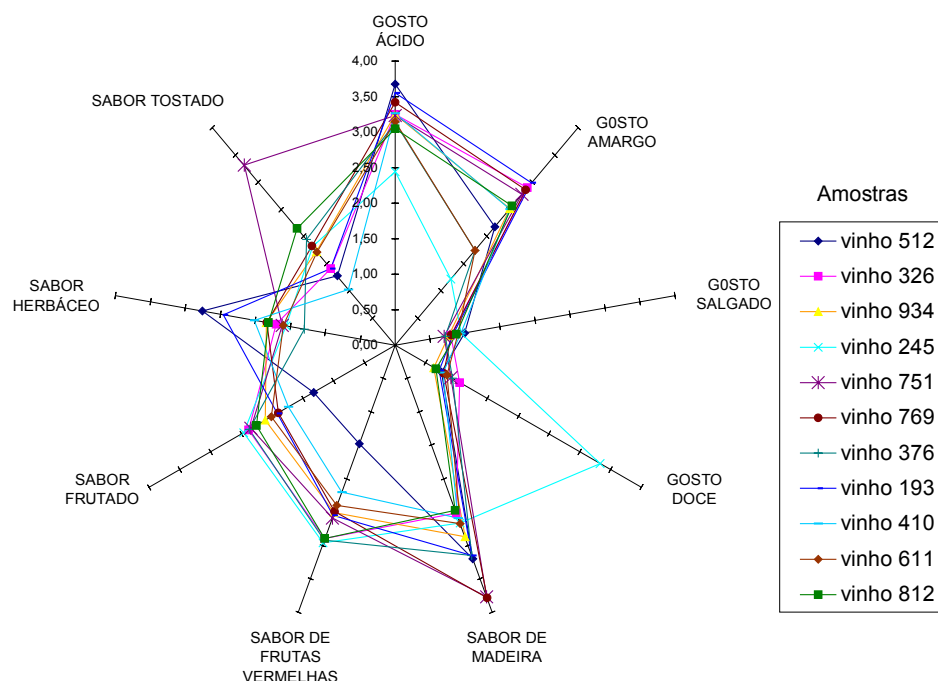


FIGURA 8 – Perfil sensorial associado ao gosto e sabor de amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

A média do atributo gosto doce para a amostra 245 (Serra Gaúcha) e sabor tostado para a amostra 751 (Vale São Francisco) estão muito acima das médias das demais amostras, apresentando diferença significativa a 5%. É interessante notar que o gosto doce da amostra 245 (Serra Gaúcha) não pode ser atribuído à concentração de açúcares (2,65 g/L) nem ao teor de álcool (11,70 % v/v) (Tabela 1). Para o gosto ácido e amargo, as médias absolutas da amostra 245 (Serra Gaúcha) foram as menores. O gosto ácido dos vinhos é decorrência de um baixo pH e de elevada acidez total. A acidez total é influenciada pela atividade fermentativa das leveduras com capacidade de produzir ácidos orgânicos (succínico, pirúvico e láctico) e pela liberação de ácidos orgânicos da película da uva durante a maceração (RIZZON; MIELE, 2002).

Para visualização de similaridades e diferenças entre amostras com relação aos seus perfis sensoriais a Análise dos Componentes Principais (ACP) é a melhor técnica estatística. Assim, neste estudo, uma ACP foi conduzida e seus

gráficos para aparência (Figura 9), textura (Figura 10), aroma (Figura 11) e gosto e sabor (Figura 12) estão representados, mostrando os componentes principais I e II. Nos gráficos da ACP, cada vetor representa um atributo gerado pela equipe sensorial, apontando para a amostra que apresenta maior intensidade deste atributo, e cada amostra está representada por um polígono de cinco lados, onde os vértices correspondem às médias do painel em cada repetição. A análise do gráfico mostra que os provadores apresentaram boa repetibilidade, já que os vértices dos polígonos, representando cada repetição da equipe, apresentam-se próximas.

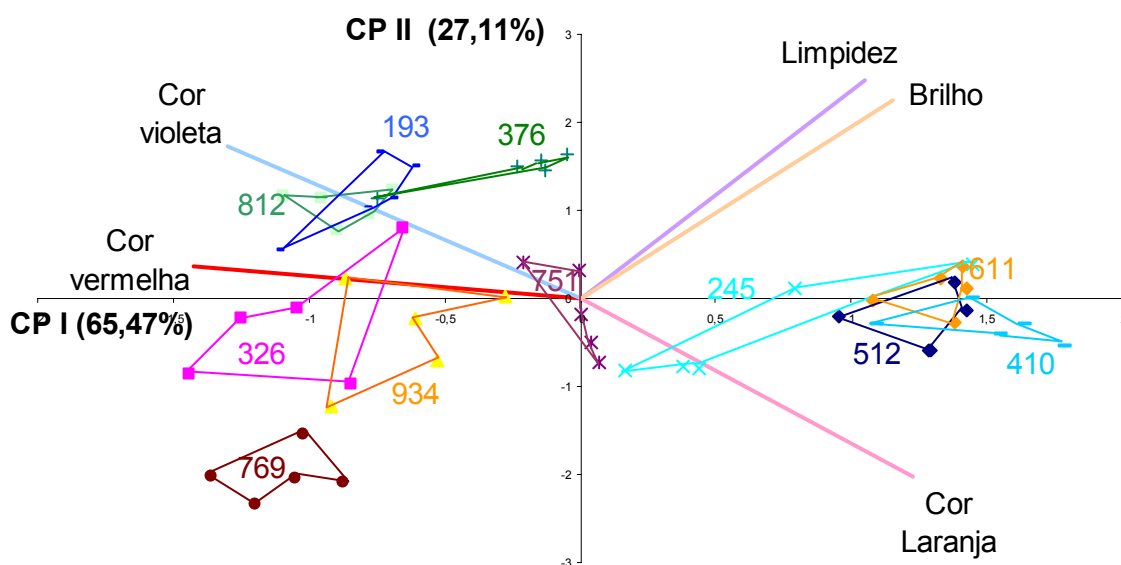


FIGURA 9 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais para aparência das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros

Para a aparência (Figura 9) os componentes principais I e II explicaram 92,58% da variabilidade encontrada entre as amostras, o que pode ser considerado excelente. O componente principal I separou as amostras em dois grupos distintos, sendo um dos grupos caracterizado pelos vetores cor vermelha e cor violeta e o outro grupo, caracterizado pelos vetores cor laranja, limpidez e brilho. As amostras 193 (Serra Gaúcha), 376 (Vale do Rio do Peixe) e 812 (Vale do São Francisco) caracterizaram-se pela cor violeta. As amostras 410 (Campanha), 512 e 611 (Serra Gaúcha) apresentaram-se bem similares quanto à

aparência, sendo caracterizadas pela cor laranja, limpidez e brilho. Este fato possivelmente foi ocasionado pela precipitação de antocianinas, diminuindo intensidade da coloração vermelha e aumentando a limpidez e brilho do vinho. Por outro lado as amostras 326 e 934 e 769 (Serra Gaúcha) foram caracterizadas pela cor vermelha. Tais resultados podem ser confirmados na Tabela 3.

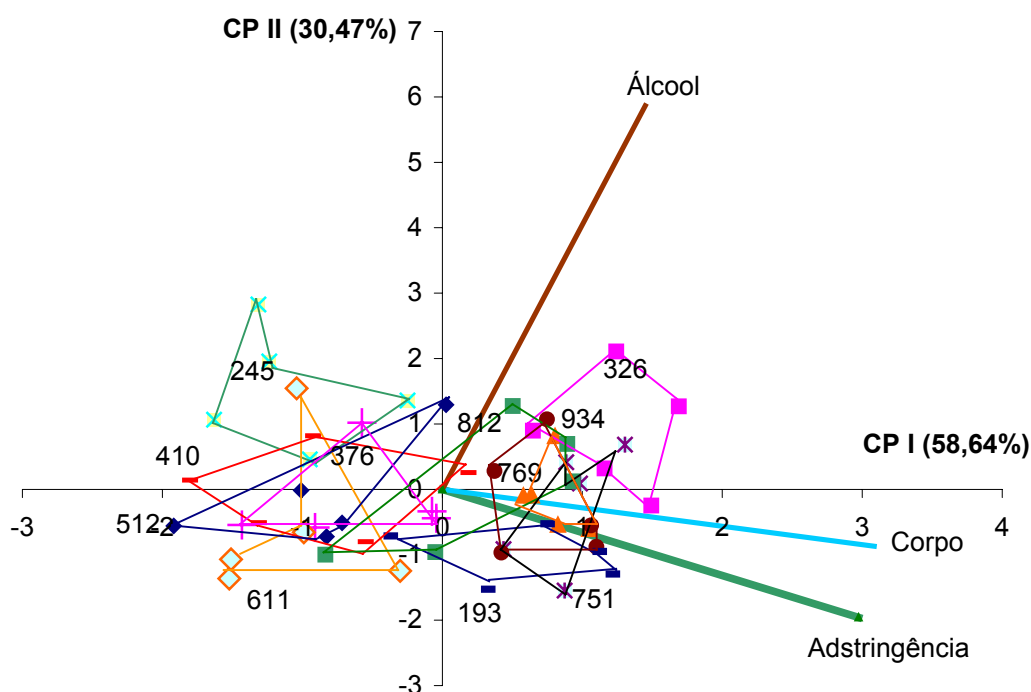


FIGURA 10 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais da textura das amostras de vinhos tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

O gráfico da ACP para a textura (Figura 10) explicou 89,11% da variabilidade entre as amostras. O componente principal I, responsável por 58,64% de explicação, separou as amostras em dois grupos.

A amostra 245 (Serra Gaúcha) destacou-se pela a menor influencia do atributo adstringência e a amostra 326 (Serra Gaúcha), por apresentar os maiores valores para os atributos corpo e álcool. As amostras 376 (Vale do Rio do Peixe), 410 (Campanha) e 512 (Serra Gaúcha) revelaram-se muito semelhantes quanto

ao atributo textura, assim como as amostras 751 (Vale do São Francisco), 769 e 934 (ambas da Serra Gaúcha), dados que são corroborados pela análise das médias dos atributos (Tabela 4).

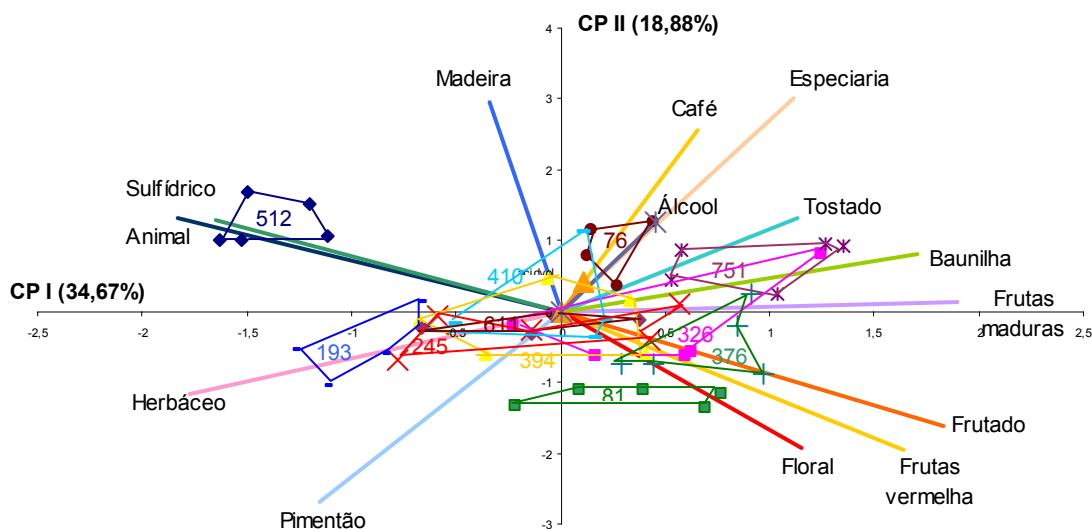


FIGURA 11 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais do aroma das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiro.

No gráfico da ACP do aroma (Figura 11), os dois primeiros eixos explicaram 53,55% da variabilidade entre as amostras. Neste gráfico destacam-se a amostra 512 (Serra Gaúcha) por apresentar maior intensidade de aroma sulfídrico e animal e a amostra 193 (Serra Gaúcha) por apresentar maior intensidade dos aromas herbáceo e pimentão. Os aromas herbáceo, pimentão e animal são notas aromáticas esperadas em vinhos Cabernet Sauvignon, no entanto, quando muito intensos, são considerados defeito. A amostra 512 ficou caracterizada pelos descritores aroma animal e aroma sulfídrico e a amostra 193 pelo aroma herbáceo e de pimentão. O aroma de pimentão é característico do varietal Cabernet Sauvignon e deve-se a presença de metoxipirazinas.

Na Figura 11 há uma separação visível entre a amostra que apresentou aroma herbáceo e de pimentão mais intensos (193) e as que apresentaram aromas de frutas (frutas vermelhas, maduras e frutado) e floral (326, 376, 751). Esta separação também foi constatada nos trabalhos realizados por Schmidt e

Noble (1983) e Heymann e Noble (1987) que avaliaram sensorialmente vinhos Cabernet Sauvignon da Califórnia.

As amostras 751 (Vale São Francisco) e 769 (Serra Gaúcha) foram caracterizadas pelos aromas de especiaria, café, madeira, tostado e baunilha. A amostra 812 (Vale São Francisco) também apresentou um componente de aroma de pimentão e herbáceo. Os vetores de maior contribuição para a amostra 769 foram: acidez volátil, aroma de álcool, café, especiarias, tostado e baunilha. Todos estes resultados confirmaram as tendências apresentadas na Tabela 5.

A Figura 12 explica ~52% das variações que ocorreram entre as amostras com relação ao sabor da mesmas. Observa-se que os vinhos que apresentaram Perfis Sensoriais mais diferenciados foram os vinhos 512 (Serra Gaúcha/RS) e o 245 (Serra Gaúcha/RS).

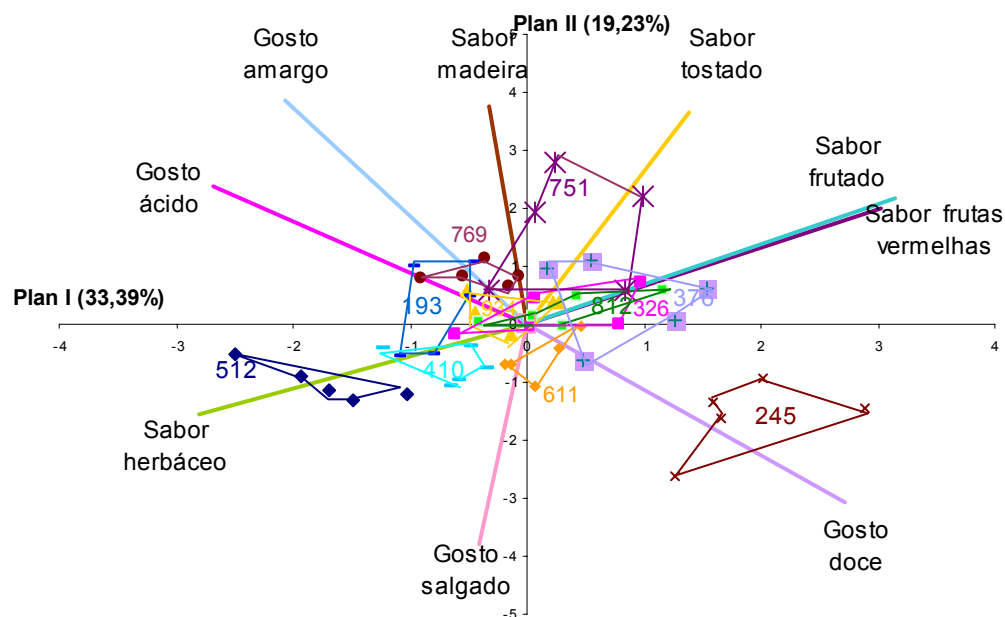


FIGURA 12 – Gráfico da Análise dos Componentes Principais do gosto e sabor das amostras de vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon brasileiros.

A amostra 245 (Serra Gaúcha) caracterizou-se por apresentar maior intensidade de gosto doce, diferenciando-a das demais, o que estava em total acordo com observações realizadas por alguns provadores, os quais afirmavam que a referida amostra apresentava-se extremamente doce quando comparada às demais. Apesar da sensação de doçura percebida na amostra o seu teor de açúcar redutor foi de $2,65 \pm 0,05$ g/L, valor inferior ao da maioria das amostras. Esta amostra também se caracterizou por apresentar alta intensidade de sabor frutado e de frutas vermelhas.

A maior intensidade do descritor sabor herbáceo caracterizou a amostra 512 (Serra Gaúcha). A amostra 376 (Vale do Rio do Peixe) distinguiu-se pelo sabor frutado e de frutas vermelhas. Esses resultados podem ser confirmados na Tabela 6.

3.2 Aceitação

O nível de aceitação das amostras está apresentado na Tabela 7.

A amostra 245 (Serra Gaúcha) obteve a maior média para aceitação, mas sem apresentar diferença significativa das demais amostras, a exceção das amostras oriundas do Vale do São Francisco (751 e 812) e da amostra 512 (Serra Gaúcha), tendo sido a amostra 512 caracterizada pelo seu aroma e sabor herbáceo e aroma de pimentão, característicos em vinhos Cabernet Sauvignon.

O Mapa Interno de Preferência (Figura 13) confirmou que a amostra 245, percebida como a mais doce (açúcar redutor 2,65 g/L) e com notas de aroma e sabor frutado e de frutas vermelhas foi a preferida pela maioria dos consumidores.

Tabela 7 – Média 1 da aceitação das amostras

Amostra	Média	% de aprovação *
193	5,9 ^{ab}	65,12
245	6,5 ^a	82,55
326	6,0 ^{ab}	61,63
376	5,8 ^{ab}	66,28
410	5,9 ^{ab}	59,30
512	5,2 ^b	48,84
611	5,7 ^{ab}	62,79
751	5,2 ^b	50,00
769	5,8 ^{ab}	66,28
812	5,5 ^b	54,65
934	5,9 ^{ab}	63,95

Em uma mesma coluna, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem entre si.

1 – 1 – desgostei muitíssimo, 9 – gostei muitíssimo

* nota > 5

. As amostras 326 e 512 foram preferidas pela minoria dos consumidores. As amostras foram caracterizadas pelos atributos sabor herbáceo (1,70 e 2,75, respectivamente), gosto ácido (3,25 e 3,68, respectivamente) e gosto amargo (2,89 e 2,18, respectivamente).

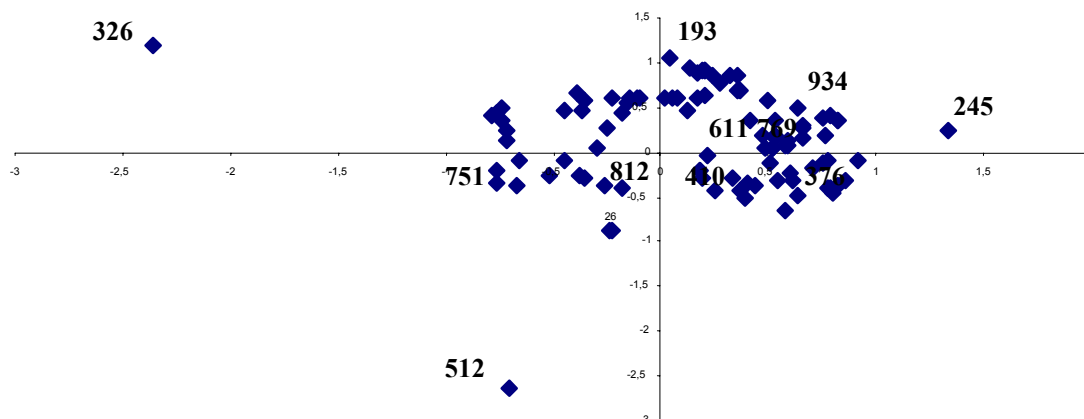


FIGURA 13 – Mapa Interno de Preferência para as amostras de vinho Cabernet Sauvignon brasileiros

As amostras 751 e 812 (Vale do São Francisco) obtiveram valores intermediários para os atributos sabor frutado (2,34 e 2,26, respectivamente) e de frutas vermelhas (2,59 e 2,90, respectivamente), atributos considerados desejáveis, no entanto as amostras obtiveram médias elevadas para amargo (2,77 e 2,56, respectivamente). Note-se porém, que o gosto amargo dessas amostras foi inferior ao das amostras 769 e 193 que foram melhores aceitas.

4 CONCLUSÕES

Foi desenvolvida pela primeira vez uma terminologia descritiva através da Análise Descritiva Quantitativa e dos descritores da Roda de Aromas para a avaliação de vinhos nacionais varietal Cabernet Sauvignon, tendo sido gerados 33 descritores: 5 para aparência (cores vermelha, violeta e laranja, limpidez e brilho); 15 para aroma (frutas vermelhas, frutas maduras, frutado, floral, pimentão, herbáceo, especiarias, madeira, tostado, baunilha, café, acidez volátil, álcool, animal e sulfídrico); 4 para gosto (ácido, amargo, doce e salgado); 6 para sabor (sabores de frutas vermelhas, frutado, madeira, tostado e herbáceo) e 3 para textura (adstringência, corpo e teor de álcool).

Das onze amostras avaliadas, quatro apresentaram perfis sensoriais distinto das demais, são elas: as amostras 193 (Serra Gaúcha) e 410 (Campanha), ambas caracterizadas pelos aromas floral, acidez volátil e álcool, além dos sabores frutado e frutas vermelhas; a amostra 512 (Serra Gaúcha), caracterizada pelo aroma e sabor herbáceo e aroma sulfídrico intensos, ao mesmo tempo em que apresentou aroma e sabor de frutado e de frutas vermelhas pouco pronunciados; e a terceira amostra foi a 245 (Serra Gaúcha) que apresentou sabor doce.

A amostra 245 obteve a preferência de 82,55 % dos consumidores e foi caracterizada por apresentar aroma frutado (2,45), aroma de frutas vermelhas (2,96), gosto doce (2,65 g/L).

Os vinhos da região nordeste (751 e 812) obtiveram menor aceitação, embora seus perfis sensoriais não tenham se destacado dos das demais amostras.

Dentre os vinhos menos aceitos as amostras 512 e 326 foram classificadas pelo ACP como ricas em aroma herbáceo (2,75 e 1,70), gosto ácido e amargo. As amostras provenientes do Vale do São Francisco (751 e 812), região nordeste do Brasil, obtiveram a preferência de um menor número de consumidores (50,00 e 54,65 %, respectivamente).

Os atributos sabor herbáceo, gosto ácido e gosto amargo caracterizaram as amostras com a preferência da menor proporção de provadores (amostras 326 e 512).

De modo geral, a origem dos vinhos não foi um fator determinante dos Perfis Sensoriais, ainda que os dois vinhos do Vale do São Francisco tenham sido menos aceitos entre os consumidores.

5 BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 12994. **Métodos de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas - Classificação**. São Paulo: ABNT, 1994.

AMERINE, M. A.; ROESSLER, E. B. **Wines: their sensory evolution**. São Francisco, USA: W. H. Freeman and Company. 1983.

AIKEN, J. W.; NOBLE, A. C. Comparison of the Aromas of Oak- and Glass-Aged Wines. **American Journal of Vitiviniculture**, v. 35, n. 5, p. 196-199, 1984.

AMERINE, M. A.; SINGLETON, V. L. **Wine – An Introduction**. 2ed. Capítulo 9: Wine appreciation, evolution, and service, p. 298–323. California: University of California Press, 1984.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **Guidelines for the Selection and Training of Sensory Panel Members**. Philadelphia: ASTM. 1981.

BARANOWSKI, E.; NAGEL, W. Kinetics of malvidin-3-glucoside condensation in wine model systems. **Journal of American Science**, v. 48, p. 419-421, 1983.

BELANCIC, A.; AGOSIN, E.; IBACACHE, A.; BORDEU, E.; BAUMES, R.; RAZUNGLES, A.; BAUONOVE, C. Influence of Sun Exposure on the Aromatic Composition Muscat Grape Cultivars Moscatel de Alejandria and Moscatel rosada. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 48, n. 2, p. 181-186, 1997.

CABANIS, J. C. Ácidos orgânicos, sustancias minerales, vitaminas y lípidos. In: FLANZY, C. (editor). **Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos**. Madrid: Mundi Prensa. 2000, 783p.

CHEYNIER, V.; RICARDO DA SILVA, J. M. Oxidation of grape procyanidins in model solution containing transcaffeoyltartaric acid and polyphenoloxidase. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.39, n. 8, p. 1047-1049, 1991.

CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-223, 1973.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental Designs**. 2ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992. 611p.

COSTELL, E.; DURAN, L. El analisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1981.

DALLAS, C.; RICARDO DA SILVA, J. M.; LAUREANO, O. Interactions of oligomeric procyanidins in model wine solution containing malvidin-3-glucoside and acetaldehyde. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 70, p. 493-500, 1996.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica e Tecnología de Alimentos**, v.31/2, p.165-78, 1991.

DOURTOGLOU, V.; YANNOVITS, N. G.; TYCHOPOULOS, V. G.; VAMVAKIAS, M. M. Effects of storage under CO₂ atmosphere on the volatile, amino acid, and pigment constituents in the red grape (*Vitis vinifera* L., Var Agiorgitiko). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.42, n. 2, p. 338-344, 1994.

ETIÉVANT, P. X. Wine. In: MAARSE, H. (editor). **Volatile Compounds in Food and Beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991, 764p.

FALCADE, I. **Paisagens Vitícolas Brasileiras**. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 133-136. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Bento Gonçalves, RS, 2003.

FERREIRA, R.; AZNAR, M.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. Quantitative Gas Chromatography-olfactometry carried out at different dilutions of an extract. Key differences in the odor profiles of four high-quality Spanish aged red wines. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4818-4824, 2001.

GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B.; MONAGAS, M.; SUÁREZ, R.; NUÑEZ, V.; MORATA, A. **Respuesta del color a variaciones puntuales durante el proceso vitivinícola em los vinos tintos**. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 19-41. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Bento Gonçalves, RS, 2003.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A.; FERRER, M. **Efecto de algunas prácticas de manejo de viñedo y de la vinificación em la composición fenólica y el color de los vinos tintos**. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 43-55. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Bento Gonçalves, RS, 2003.

GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 70p.

GUERRA, C. **Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a qualidade do vinho**. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 15-18. Editado por Zanús, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Bento Gonçalves, RS, 2003.

HEYMANN, H.; NOBLE, A. C. Descriptive analysis of commercial Cabernet Sauvignon wines from California. **American Journal of Vitiviniculture**, v. 38, n. 1, p. 41-44, 1987.

IBRAVIN – INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Brasil Vitivinícola – 2002, uma vindima maior e melhor**. [2002]. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/2002vind.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2003.

LÓPEZ, R.; FERREIRA, V.; HERNÁNDEZ, P.; CACHO, J. Identification of impact odorants of young red wines made with Merlot, Cabernet Sauvignon and Grenache grape varieties: a comparative study. **Journal of the Science of food and Agriculture**, v. 79, p. 1461-1467, 1999.

MacFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MARTIN, N.; MOLIMARD, P.; SPINNLER, H. E.; SCHLICH, P. Comparison of odour sensory profiles performance by two independent trained panels following the same descriptive analysis procedures. **Food Quality Preference**, v.11, p. 487-495, 2000.

MATEUS, N.; SILVA, A.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J.; DE FREITAS, V. Identification of antocyanidin-flavanol pigments in red wines by NMR and mass spectrometry. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 50, n. 12, p. 2110-2126, 2002.

MAZZA, G.; FUKUMOTO, L.; DELAQUIS, P.; GIRARD, B.; EWERT, B. Anthocyanins, Phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 10, p. 4009-4017, 1999.

MacFIE, F. J. H.; THOMSON, D. M. H. Preference mapping and multidimensional scaling. In: PIGGOT, J. R., ed. **Sensory Analysis of Foods**, 2 ed., Elsevier Applied Science Ltd., London, 1988. 389p.

MEILGAARD, M. R.; CIVILLIE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evolution Techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v. 1. 126p. v. 2 159p.

MELLO, L. M. R. **Produção e Comercialização de Uvas, Vinhos e Derivados – panorama 2001**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/produva.html>> Acesso em: 16 mar. 2003.

MOSKOWITZ, H. R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.

NOBLE, A. C.; ARNOLD, R. A.; MASUDA, B. M.; PECORE, S. D.; SCHIMDT, J.O.; STERN, P. M. Progress Towards a Standardized System of Wine Aroma Terminology. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 35, n. 2, p. 107–109, 1984.

NOBLE, A. C.; ARNOLD, R. A.; BUECHSENSTEIN, A.; LEACH, E.J.; SCHIMDT, J.O.; STERN, P. M. Modification of a standardized system of wine aroma terminology. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 38, n. 1, p. 143–146, 1987.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. **A viticultura brasileira: realidade e perspectivas**. Embrapa Uva e Vinho [2003?]. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2003.

RAPOSO, P. **Nova Safra Nordestina**. [2003?]. Disponível em: http://www.gastroonline.com.br/adeqa_onordeste.html. Acesso em: 23 mar. 2003.

RICARDO DA SILVA, J. M.; SOUSA, I.; LAUREANO, O. **Factores condicionantes dos processos de vinificação e conservação na cor de vinhos portugueses**. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia e Seminário CYTED: Influência da tecnologia vitícola e vinícola na cor dos vinhos, Bento Gonçalves, RS, Brasil. Anais, p. 69-86. Editado por Zanus, M. C.; Laureano, O.; Melo, W. B.; Sebben, S. S. Bento Gonçalves, RS, 2003.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.

SAS - Statistical Analysis System. Software Release 6.08. Cary (NC, USA): SAS Institute. 1992.

SCHMIDT, J. O.; NOBLE, A. C. Investigation of the effect of skin contact time on wine flavor. **American Journal of Vitiviniculture**, v. 34, n. 1, p. 135-138, 1983.

SIMS, C. A.; BATES, R. P. Effects of skin fermentation time on the phenols, anthocyanins, ellagic acids sediment, and sensory characteristics of a red *Vitis rotundifolia* wine. **American Journal of Enology and Vitiviniculture**, v. 45, n. 1, p. 56-62, 1994.

SIVERTSEN, H. K.; FIGENSCHOU, E.; NICOLAYSEN, F.; RISVIK, E. Sensory and Chemical changes in Chilean Cabernet Sauvignon wines during storage in bottles at different temperatures. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 81, p. 1561-1572, 2001.

SIVERTSEN, H.K.; HOLEN, B.; NICOLAYSEN, F.; RISVIK, E. Classification of French red wines according to their geographical origin by use of multivariate analyses. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 79, p. 107-115, 1999.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 402p.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28, p.24-34, 1974.

VIDAL, S.; CARTALADE, D.; SOUQUET, J. M.; CHEYNIER, V. Change in proanthocyanidin chain-length in wine-like model solution. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.50, n. 12, p. 2261-2266, 2002.

YOUNG, A. **Making Sense of Wine Tasting**. London: Lennard Publishing, 1987. 189p.

CAPÍTULO IV

COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES NO VINHO VARIETAL CABERNET SAUVIGNON NACIONAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O AROMA

RESUMO

O sabor é um fator de qualidade importantíssimo para vinhos. O sabor característico de um alimento está diretamente associado à composição de voláteis e na literatura não foram encontrados trabalhos que tenham como objeto de estudo os vinhos nacionais. No presente estudo avaliaram-se onze amostras de vinho varietal Cabernet Sauvignon de diferentes regiões do Brasil. Após testes preliminares optou-se pela utilização da técnica de extração em fase sólida, utilizando-se resina Lichrolut EN e eluição com 1,3 mL de diclorometano. Trinta e nove compostos foram identificados por espectrometria de massas e índices de Kovats obtidos em duas colunas de polaridade diferentes e ainda comparação dos dados com os padrões disponíveis, sendo que dezesseis foram positivamente identificados. Os compostos mais abundantes em todas as amostras analisadas foram o 2-metil-1-butanol conjuntamente com o 3-metil-1-butanol seguidos pelo álcool feniletílico, lactato de etila e álcool isobutírico. Em uma análise olfatométrica preliminar foi possível detectar os compostos odoríferos presentes na amostra, bem como determinar sua contribuição ao aroma total. Os compostos ácido hexanóico, ácido isobutírico, furfural e hexanoato de etila foram considerados importantes para o aroma do vinho estudado.

Palavras-chave: Vinho, compostos voláteis, quantificação, olfatometria, Cabernet Sauvignon

1 INTRODUÇÃO

O vinho é definido segundo a legislação brasileira como sendo “uma bebida proveniente exclusivamente da fermentação alcoólica de uva madura e fresca ou de suco de uva fresca”. Apesar de consistir, primariamente, de dois ingredientes, água e etanol, seu sabor depende de um número muito grande de compostos

orgânicos, com variadas estruturas químicas. O desenvolvimento da cromatografia gasosa-espectrometria de massas levou a um rápido aumento do número de compostos voláteis identificados em vinhos, e a uma melhor compreensão dos parâmetros ou fatores que tornam os vinhos distintos uns dos outros, guiando as práticas de vitivinícolas para elaboração de vinhos de melhor qualidade.

Gosto é sensação percebida pelos órgãos gustativos quando estimulados por determinadas substâncias solúveis e envolve a percepção dos cinco gostos básicos, quais sejam, doce, ácido, salgado, amargo e umami. O gosto é atribuído aos compostos não voláteis nos alimentos, tais como açúcares, sais, cafeína, ácidos e glutamato monossódico. Já o aroma é bem mais complexo e é devido a milhares de substâncias voláteis, representantes de várias classes químicas, com diferentes propriedades físico-químicas. Sua percepção depende do impacto individual de cada um desses compostos, sendo resultante do balanço entre eles. Em vinhos já foram identificados mais de 800 compostos voláteis (SCHREIER, 1979; ETIEVÁNT, 1991). Por outro lado o sabor é a junção das sensações gustativa, olfativa e tácteis percebidas durante a degustação. O sabor é influenciado ainda pelos efeitos térmicos cinestésicos (ASTM, 1993).

Extensa bibliografia tratando da composição de voláteis do vinho pode ser encontrada na literatura. Schreier (1979) publicou uma ampla revisão sobre os constituintes do sabor do vinho, abordando também as vias metabólicas para a formação dos compostos voláteis. Em 1991, Etievánt apresentou uma nova revisão sobre os compostos voláteis em vinho, dando um maior enfoque à contribuição destes para o aroma do vinho.

Técnicas de separação e identificação como cromatografia gasosa e espectrometria de massas têm sido largamente utilizadas na detecção e identificação dos compostos voláteis de alimentos e bebidas desde 1957, desde então tenta-se determinar qual a contribuição odorífera de cada composto para o aroma (BLANK, 1997; MISTRY *et al.*, 1997).

A partir da separação dos compostos voláteis por cromatografia gasosa uma avaliação sensorial, realizada por técnicas olfatométricas, pode indicar os

compostos voláteis odoríferos, que não precisam necessariamente apresentar o aroma característico do produto investigado. De fato, nem todos os picos do cromatograma representam compostos voláteis odoríferos, assim como o tamanho dos picos não é indicativo da contribuição efetiva do composto para o aroma. A associação da cromatografia gasosa com a olfatometria (CG-O) e ainda com a espectrometria de massas (CG-O-EM) pode trazer economia de trabalho, permitindo que apenas os compostos sensorialmente importantes sejam identificados por espectrometria de massas.

Apesar da expansão contínua do setor vitivinícola e dos crescentes esforços para a melhoria do vinho nacional, e ainda, da reconhecida importância dos voláteis para o sabor do vinho, na literatura existem poucos trabalhos que abordem a composição de voláteis dos vinhos nacionais. Os poucos trabalhos existentes fazem uso de coluna empacotada, identificando apenas os compostos majoritários.

Este é o primeiro trabalho com vinhos varietais onde a composição de voláteis do vinho tinto varietal Cabernet Sauvignon procedente das principais regiões produtoras do país foi determinado, avaliando-se, por meio de técnica olfatométrica, a contribuição odorífera dos compostos presentes no extrato do vinho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Foram avaliados 11 vinhos secos varietal Cabernet Sauvignon provenientes das principais regiões produtoras do país: Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha e região da Campanha); Santa Catarina (Vale do Rio do Peixe); e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco). A Tabela 1 apresenta as informações sobre os vinhos analisados.

2.2 Métodos

2.2.1 Reagentes e Padrões

Todos os reagentes e produtos utilizados foram de alta pureza, sendo que o diclorometano e as colunas Lichrolut EN foram adquiridos da Merck. Os padrões apresentavam pureza superior a 98% e foram adquiridos da Sigma-Aldrich e Fluka. A água utilizada foi purificada em sistema MiliQ.

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de vinho tinto Cabernet Sauvignon analisadas.

Amostra	Origem	Estado	Safra
193	Serra Gaúcha	RS	2002
245	Serra Gaúcha	RS	2002
326	Serra Gaúcha	RS	2002
611	Serra Gaúcha	RS	2002
512	Serra Gaúcha	RS	2002
769	Serra Gaúcha	RS	2002
934	Serra Gaúcha	RS	2002
410	Campanha	RS	2002
376	Vale do Rio do Peixe	SC	2002
751	Vale do São Francisco	PE/BA	2003
812	Vale do São Francisco	PE/BA	2003

A solução de padrão interno continha 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona e 2-octanol (300 µg/g de diclorometano). A solução do 3-*tert*-butil-4-hidroxianisol (BHA) continha 10mg/g em etanol.

2.2.2 Extração dos Compostos Voláteis do Vinho

O extrato foi obtido segundo metodologia proposta por López *et al.* (2002), a qual consiste em uma extração em fase sólida utilizando cartucho Lichrolut EN 200 mg (volume total de 3 mL) da Merck. Os cartuchos foram lavados e condicionados pela passagem de 4 mL de diclorometano, 4 mL de metanol e 4 mL de uma solução de etanol 12 % (v/v), sucessivamente, a uma velocidade de 2 mL/min. Em seguida percolou-se 50 mL de amostra, contendo 25 µL de solução BHA. Após este processo, o cartucho foi seco pela passagem de ar (-0,6 Bar) durante 20 min. O analito foi eluído com 1,3 mL de diclorometano e adicionou-se 25 µL da solução de padrão interno. O extrato foi coletado em recipiente de vidro âmbar e estocado a -25 °C. As extrações foram realizadas em triplicata.

2.2.3 Cromatografia Gasosa de Alta Resolução

Alíquotas de 3 µL do extrato foram analisadas em cromatógrafo a gás da marca Varian, modelo 3800, equipado com detector de ionização de chama e injetor “split-splitless” no modo “splitless”, coluna CPWax 20M (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm), pré-coluna de polaridade intermediária (3 m x 0,3 mm). A aquisição de dados foi realizada pelo programa Chromatography Workstation da Varian, Versão 4.51 (1989-1996).

Condições de análise:

Gás de arraste: Hélio

Fluxo do gás de arraste: 1,7 mL/min

Período de splitless: 0,75 min

Temperatura do injetor: 250 °C

Temperatura do detector: 250 °C

Programação de temperatura: 40 °C (5min), elevação da temperatura até 230 °C, à taxa de 4 °C/min e mantendo a temperatura final por 45 min

2.2.4 Identificação dos Compostos Voláteis

Alíquotas de 2,5 μL do extrato foram analisadas em cromatógrafo a gás da marca Shimadzu, modelo 17-A, equipado com detector de massas modelo QP5000, com fonte de impacto de elétrons (70 eV). Foram utilizadas as colunas CPWax 20M (60 m x 0,25 mm x 0,25 μm) e DB1 (50 m x 0,25 mm x 0,25 μm), ambas conectadas a uma pré-coluna de polaridade intermediária (3m x 0,3 mm). As condições de análise foram as mesmas descritas no tópico 2.2.3 deste capítulo.

Os espectros obtidos foram comparados com os de padrões, quando disponíveis, e com os espectros da biblioteca da National Institute of Standards and Technology (NIST).

Os índices de Kovats de cada composto foram comparados com os dos padrões disponíveis e com os da literatura (JENNINGS; SHIBAMOTO, 1980; NYKÄNEN, 1986; MIRANDA-LOPEZ *et al.* 1992; GUTH, 1997; WADA; SHIBAMOTO, 1997; ACREE; HEINRICH, 2004)

2.2.5 Cromatografia Gasosa – Olfatometria

Para determinar a contribuição odorífera dos compostos voláteis presentes no extrato do vinho, o efluente cromatográfico foi submetido à avaliação sensorial.

2.2.5.1 Material

O extrato utilizado na análise olfatométrica foi o obtido a partir da amostra 245, a qual obteve maior aceitação em estudo preliminar (Capítulo III), tendo sido concentrado sob fluxo de nitrogênio, com o cuidado de manter-se inalterada as proporções das áreas dos picos no cromatograma.

2.2.5.2 Seleção dos provadores

Os provadores foram recrutados dentre funcionários e alunos da Faculdade de Engenharia de Alimento da Unicamp, SP.

A capacidade dos provadores para reconhecer e descrever aromas foi avaliada por meio de teste onde o provador recebeu dois conjuntos de xícaras codificadas contendo solução de padrões a concentrações diferentes. Cada provador foi solicitado a, após avaliar o aroma exalado, formar um par com as que apresentavam o mesmo aroma. Os códigos das xícaras que formaram o par foram anotados em ficha previamente entregue ao provador juntamente com a descrição dada pelo provador ao aroma percebido.

2.2.5.3 Treinamento dos provadores

Os provadores realizaram quatro sessões de treinamento, com 30 min cada, para evitar a fadiga dos provadores. Durante o treinamento os provadores foram instruídos a respirar normalmente, a como utilizar o “mouse” para registrar a intensidade dos odores e a se familiarizar com os termos descritores.

2.2.5.4 Coleta dos dados

O efluente cromatográfico foi misturado ao ar proveniente de um cilindro, o qual foi previamente purificado e umidificado em carvão ativado. O fluxo de ar foi de 4,0 mL/min. Os compostos separados pela coluna cromatográfica foram carregados pelo ar e fluíram pelo tubo de vidro, onde eram assim submetidos à avaliação dos julgadores (Figura 1). Para as análises olfatométricas foi utilizado hélio como gás de arraste com fluxo de 1,2 mL/min. As demais condições cromatográficas foram idênticas as já descritas anteriormente.

Para não causar fadiga sensorial nos provadores, a análise olfatométrica dos compostos voláteis de vinho foi reduzida a duas sessões distintas: uma primeira sessão, correspondendo aos compostos eluídos entre 5 e 40 minutos de tempo de retenção e uma segunda, compreendendo a tempos de retenção entre

40 minutos e 1 hora e 10 minutos. Foram utilizados 2 provadores, selecionados e treinados, os quais realizaram as análises em 4 repetições.

A qualidade de aroma de cada volátil eluído da coluna era verbalmente reportada por cada julgador para o analista, que anotava além da qualidade de aroma, o tempo que esse era percebido pelo provador.

Além de avaliar a qualidade do aroma de cada volátil eluído da coluna cromatográfica, os provadores reportaram também a intensidade de cada volátil odorífero, com a ajuda de um programa de aquisição de dados intitulado Sistema de Coleta de dados Tempo-Intensidade (SCDTI) (CARDELLO, 1996) desenvolvido pelas Faculdades de Engenharia de Alimentos e Engenharia Elétrica e Computação da Unicamp. Através deste programa, os julgadores acessaram na tela do computador uma escala estruturada mista de 9 cm (0=fraco; 4= médio; 9=forte), através da qual, com o auxílio de um “mouse” era possível marcar a intensidade e duração do aroma correspondente a cada composto odorífero eluído.

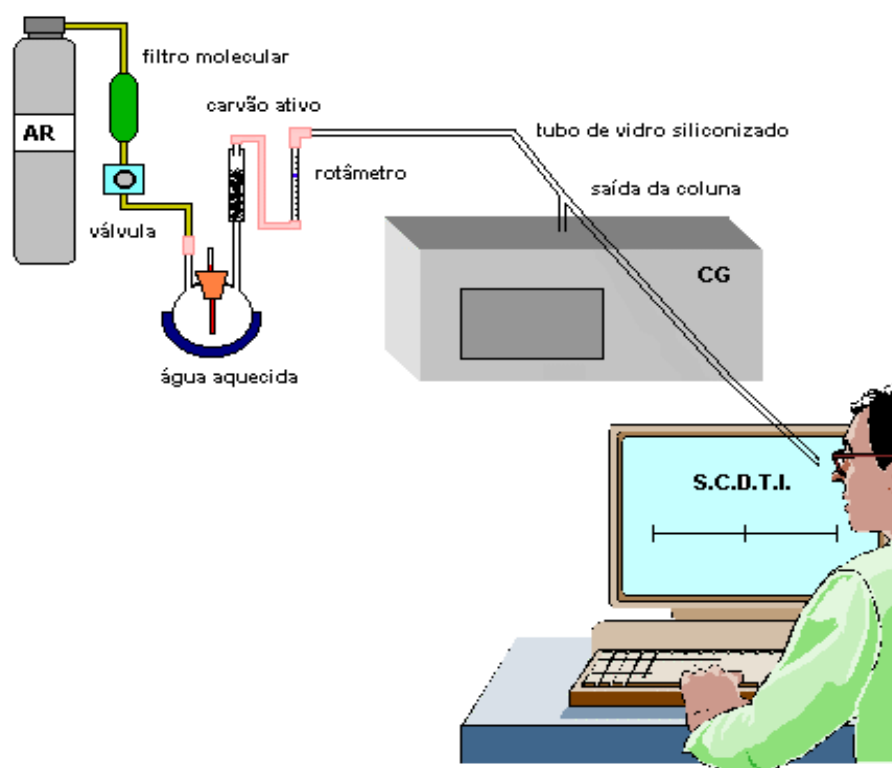


Figura 1 – Ilustração do sistema de olfatometria (GARRUTI, 2004)

Para cada avaliação a técnica forneceu um aromagrama contendo: i) pico de cada odor de cada composto volátil odorífero; ii) o tempo inicial e final que o provador pode sentir o aroma de cada composto no efluente cromatográfico; iii) a intensidade máxima do odor de cada volátil; iv) a área sob cada pico e v) a qualidade do odor de cada volátil. Os tempos correspondentes à intensidade máxima de cada odor percebido foram utilizados para o cálculo dos índices de Kovats da análise olfatométrica.

A partir dos dados das quatro repetições de cada julgador, foi construído um aromagrama médio considerando-se apenas os picos reportados pelo menos duas vezes pelo provador. Quando o julgador não percebia um determinado composto, em alguma das quatro repetições, recebia valor zero para intensidade e área sob cada pico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método utilizado para extração dos compostos voláteis do vinho é adequado para análise de compostos voláteis presentes em concentrações entre 0,1 a 100 μL , e satisfatório para a extração de compostos com polaridade de baixa a média. Compostos com alta polaridade, no entanto, apresentaram um baixo coeficiente de distribuição em relação ao polímero Lichrolut EN, necessitando, portanto, do emprego de outra técnica de extração para sua quantificação. Ele foi considerado simples e relativamente rápido, além de eliminar a etapa de concentração do extrato e produzir um pequeno volume de resíduo (LOPEZ *et al.*, 2002).

O método em questão foi validado com o uso do espectrômetro de massas para detecção (“ion trap”), e tem sido empregado para análise de compostos voláteis de vinhos (LOPEZ *et al.*, 2002).

Por outro lado, em testes preliminares, comparou-se sensorialmente o extrato obtido utilizando-se a coluna Lichrolut EN com os extratos obtidos pela técnica de extração-destilação simultâneas, pela extração em fase sólida em coluna aberta (WADA; SHIBAMOTO, 2000) e pela técnica de enriquecimento de

voláteis em polímero poroso por sucção (FRANCO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1983). As técnicas de extração em fase sólida deram origem a extratos com aroma considerado mais característico, enquanto ao isolado obtido pela técnica do “headspace” faltavam determinadas notas de aroma de vinho.

Neste estudo o detector de ionização de chama (DIC) foi usado em substituição ao espectrômetro de massas. Tal mudança implicaria em uma menor sensibilidade do método, porém sem comprometimento das propriedades de extração do polímero. Neste trabalho foram relatadas as áreas padronizadas dos compostos em relação ao padrão interno, pois a quantificação dos compostos voláteis exigiria a disponibilidade de padrões para todos os compostos identificados para estudos de recuperação, linearidade da resposta do detector e fatores de resposta.

O cromatograma típico dos compostos voláteis de vinho Cabernet Sauvignon nacional está representado na Figura 2. Dentre os compostos separados e detectados por CG-DIC, 39 foram identificados por cromatografia gasosa-espectrometria de massas. Os nomes dos compostos identificados, juntamente com seus índices de Kovats, obtidos em duas colunas de polaridade diferente e suas áreas relativas padronizadas, ou seja, a relação obtida entre as áreas dos compostos voláteis e a área do padrão interno (2-octanol, 300 µg/g de diclorometano) estão registrados na Tabela 2. Dentre os compostos voláteis identificados, 13 pertenciam à classe dos álcoois (isobutanol, 1-butanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, 4-metil-1-pentanol, 3-metil-1-pentanol, 1-hexanol, 2-hexanol, *cis*-3-hexen-1-ol, 2,3-butanediol, metionol, álcool benzílico e feniletanol), 13 à dos ésteres (propanoato de etila, isobutanoato de etila, butanoato de etila, 2-metilbutirato de etila, isovalerato de etila, acetato de isoamila, hexanoato de etila, lactato de etila, octanoato de etila, succinato de dietila, acetato de feniletila, succinato de monoetila e vanilato de metila), 7 à dos ácidos (ácido acético, ácido butanóico, ácido isovalérico, ácido hexanóico, ácido octanóico, ácido sórbico e ácido decanóico), 2 à das lactonas (γ -butirolactona e γ -nonalactona), 3 eram compostos carbonílicos (3-hidroxi-2-butanona, furfural e vanilina) e 1 composto fenólico (guaiacol).

Apesar da variação da concentração dos compostos entre as amostras, o pico correspondente aos compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol foi o mais abundante em todas as amostras, seguido pelo álcool feniletílico, lactato de etila e álcool isobutírico.

Ésteres e álcoois representaram mais de 90% dos compostos identificados.

É conhecido que quantitativamente, a maior parte dos compostos voláteis presentes em bebidas alcoólicas é constituída pelos álcoois formados durante o processo fermentativo. Quando em altas concentrações (>300 mg/L), são considerados como tendo uma influência negativa sobre a qualidade do vinho (AMERINE; ROESLER, 1883). Em concentrações elevadas, apenas o feniletanol, que apresenta nota aromática de rosas, contribui positivamente para o aroma dos vinhos (LAMIKANRA *et al.*, 1996). Todas as amostras apresentaram concentrações elevadas de feniletanol.

O processo de vinificação e a levedura empregada afetam a quantidade de álcool produzido durante o processo de fermentação. Temperaturas mais baixas durante o processo provocam um aumento na síntese de álcoois e ésteres (GIRARD *et al.*, 2001), sugerindo que os vinhos estudados foram elaborados a temperatura controlada.

O estudo foi realizado com vinhos jovens, no entanto, em todas as amostras estudadas, à exceção da amostra 410, a vanilina foi detectada. A presença de vanilina em vinhos é geralmente decorrente do processo de envelhecimento em barris, quando este composto seria extraído da madeira. Uma outra forma seria pela utilização de chips de madeira (BOULTON, 1995; HASHIZUME, 1983; JACKSON, 1993). No entanto, pequenas quantidades de vanilina podem ser formadas a partir da lignina presente na película da uva (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003) ou ainda serem formadas a partir de precursores glicosídicos da uva (FERREIRA *et al.*, 2001).

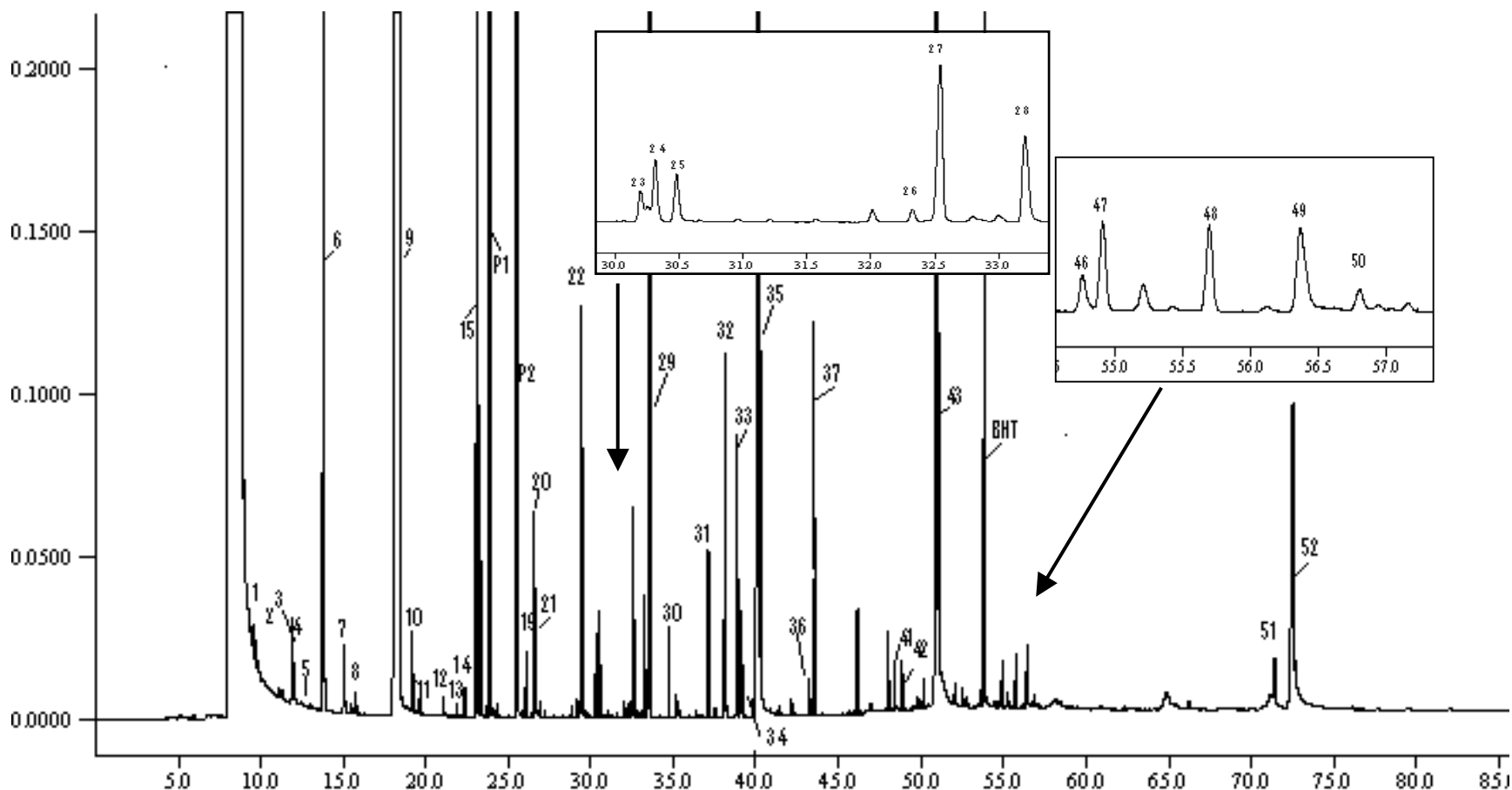


Figura 2 – Cromatograma dos compostos voláteis do vinho Cabernet Sauvignon nacional

1: propanoato de etila; 2: isobutanoato de etila; 3: butanoato de etila; 4: 2-metilbutirato de etila; 5: isovalerato de etila; 6: isobutanol; 7: acetato de isoamila; 8: 1-butanol; 9: 2-metil-1-butanol + 3-metil-1-butanol; 10: hexanoato de etila; 11: 1-pentanol; 12: 3-hidroxi-2-butanona; 13: 4-metil-1-pentanol; 14: 3-metil-1-pentanol; 15: lactato de etila; 16: 1-hexanol; 17: 2-hexanol; P1: 4-hidroxi-4-metil-2-pentanona; 18: cis-3-hexen-1-ol; PII: 2-octanol; 19: octanoato de etila; 20: ácido acético; 21: furfural; 22: 2,3-butanediol; 23: ni; 24: ni; 25: ni; 26: ácido butanóico; 27: γ -butirolactona; 28: ácido isovalérico; 29: succinato de dietila; 30: metionol; 31: acetato de feniletila; 32: álcool hexanóico; 33: p-guaiacol; 34: álcool benzílico; 35: feniletanol; 36: gama-nonalactona; 37: ácido octanóico; 38: ácido sórbico; 39: ni; 40: ni; 41: ácido decanóico; 42: ni; 43: succinato de monometila; 44: ni; 45: ni; 46: vanilina; 47: vanilato de metila; 48: ni; 49: ni; 50: ni; 51: ni; 52: ni

Tabela 2 – Identificação e área relativa padronizada dos compostos voláteis presentes em vinhos nacionais Cabernet Sauvignon

Pico	Composto	Amostras													Amplitude
		IK ^a	IK ^b	193	245	326	376	512	769	934	410	611	751	812	
1	Propanoato de etila	<1000	715	0,79	0,86	0,51	0,76	0,44	0,47	0,58	0,67	0,83	0,61	0,64	0,44-0,86
2	Isobutanoato de etila*	<1000	762	2,95	0,86	1,53	0,95	1,49	0,72	1,05	1,8	1,03	0,4	0,4	0,40-2,96
3	Butanoato de etila*	1030	807	2,96	4,36	3,62	1,48	2,20	4,86	1,67	4,04	2,4	5,98	2,92	1,48-5,98
4	2-Metilbutirato de etila	1033	-	2,44	3,69	1,12	1,27	1,19	2,39	2,00	1,47	1,69	2,79	2,15	1,12-3,69
5	Isovalerato de etila*	1073	-	0,58	tr	tr	0,2	0,19	tr	0,27	0,42	0,08	tr	tr	tr-0,58
6	Isobutanol	1074	742	88,64	52,57	68,36	44,05	52,48	58,02	38,77	65,9	38,03	31,17	44,65	31,17-88,64
7	Acetato isoamila* de	1100	885	4,34	4,7	2,92	2,89	2,44	2,6	3,05	2,65	1,36	2,05	5,84	1,36-5,84
8	1-Butanol	1225	<700	1,03	1,32	0,81	1,49	0,62	1,22	1,19	0,85	1,15	1,21	1,48	0,62-1,49
9	3-Metil-1-butanol* + 2-Metil-1-butanol	1213	741	1986,01	1494,86	1226,61	1428,81	1075,3	840,48	1207,11	1586,86	961,37	990,4	1327,89	840,48-1998,01
10	Hexanoato de etila	1235	-	1,53	2,93	1,10	1,53	0,88	0,93	1,69	2,15	1,31	1,93	1,55	0,88-2,93
11	1-Pentanol*	1248	-	0,56	0,59	0,52	0,50	0,36	0,53	0,53	0,40	0,50	0,67	0,76	0,36-0,76
12	3-Hidroxi-2-butanona*	1286	714	2,35	0,83	0,57	3,31	0,98	1,89	1,18	1,85	2,51	0,34	1,86	0,34-2,51

continua...

Continuação...

Tabela 2 – Identificação e área relativa padronizada dos compostos voláteis presentes em vinhos nacionais Cabernet Sauvignon

Pico	Composto	Amostras													Amplitude
		IK ^a	IK ^b	193	245	326	376	512	769	934	410	611	751	812	
13	4-Metil-1-pentanol	1308	849	0,72	0,60	0,34	0,44	0,36	0,00	0,56	0,61	0,37	0,34	0,44	tr-0,72
14	3-Metil-1-pentanol	1319	-	1,48	1,37	0,56	1,42	0,69	0,41	1,12	1,79	0,57	0,69	1,40	0,41-1,78
15	Lactato de etila*	1347	823	113,67	80,21	78,96	75,90	64,46	71,10	88,50	92,14	90,46	78,59	74,92	64,46-113,67
16	1-Hexanol*	1341	877	16,14	12,61	15,15	18,00	10,48	8,80	15,69	15,95	10,41	20,85	15,89	8,80-20,85
17	2-Hexanol	1349	820	0,48	0,52	0,38	0,74	0,29	0,42	0,63	0,67	0,34	0,80	0,66	0,29-0,80
18	<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol*	1389	-	0,54	0,32	0,97	0,85	0,51	0,46	0,55	0,40	0,54	0,69	1,47	0,32-0,97
19	Octanoato de etila*	1402	-	0,31	2,45	0,49	1,30	0,27	0,70	1,49	1,85	1,42	2,17	1,37	0,27-2,45
20	Ácido acético	1423	-	24,22	18,70	14,66	15,92	13,00	14,53	16,16	15,38	11,41	23,49	11,03	11,03-24,22
21	Furfural	1454	-	1,75	0,44	1,22	0,62	0,99	1,05	0,68	1,17	0,63	0,46	0,58	0,44-1,75
22	2,3-Butanediol	1540	785	15,93	17,23	10,58	12,06	8,88	16,73	18,67	10,74	18,36	36,14	12,53	8,88-36,14
23	NI	1566	-	3,84	1,78	0,18	1,82	1,44	1,58	1,58	1,28	0,54	0,46	1,78	0,18-3,84
24	NI	1570	-	1,34	3,49	2,36	0,71	1,93	0,55	3,87	0,92	2,71	2,64	0,72	0,71-3,49
25	NI	1575	-	5,75	3,59	4,52	2,68	0,68	2,44	4,22	4,41	3,65	9,74	3,50	0,68-9,74

continua...

Tabela 2 – Identificação e área relativa padronizada dos compostos voláteis presentes em vinhos nacionais Cabernet Sauvignon

Pico	Composto	Amostras													Amplitude
		IK ^a	IK ^b	193	245	326	376	512	769	934	410	611	751	812	
26	Ácido butanóico*	1637	-	0,79	0,75	0,43	0,84	0,41	0,53	0,82	0,64	0,46	0,91	0,48	0,41-0,91
27	γ- Butirolactona	1645	923	16,50	10,21	0,63	5,96	5,73	6,52	8,40	13,00	3,53	7,36	5,69	0,63-16,50
28	Ácido isovalérico	1667	860	11,42	6,68	4,90	7,09	5,46	0,77	5,18	6,79	5,32	4,81	5,74	0,77-11,42
29	Succinato de dietila	1679	1150	71,18	65,20	56,12	27,14	42,50	42,06	54,80	51,90	19,72	31,34	20,61	20,61-71,18
30	Metionol	1710	986	6,27	3,93	1,73	4,41	2,68	1,73	3,07	2,77	3,05	2,01	3,95	1,73-6,27
31	Acetato de feniletila	1855	1263	7,74	7,34	0,34	5,16	2,71	7,47	3,97	6,32	7,02	5,52	6,10	2,34-7,74
32	Ácido hexanóico*	1873	-	7,77	15,47	5,58	8,94	4,45	4,48	8,57	10,04	0,03	12,39	0,15	0,03-15,47
33	p-Guaiacol*	1888	1095	5,56	13,75	4,87	2,46	3,48	5,27	16,90	0,53	3,09	0,50	0,40	0,40-16,9
34	Álcool benzílico	1891	-	4,53	0,17	9,78	3,12	4,80	9,38	6,60	6,30	2,22	8,29	8,38	0,17-9,78
35	Feniletanol*	1925	1124	845,54	647,39	668,55	764,97	506,65	365,59	702,89	588,90	431,61	386,24	587,22	431,61-845,54
36	γ-Nonalactona*	2051	-	2,51	2,04	0,39	1,94	0,97	1,25	2,22	1,71	3,43	0,87	0,84	0,39-3,43
37	Ácido octanóico	2060	1182	6,79	15,10	5,52	8,48	4,13	3,71	8,69	9,86	8,84	13,42	7,76	3,71-15,10
38	Ácido sórbico	2139	-	nd	Nd	nd	0,35	0,00	0,00	3,93	1,95	11,86	2,69	nd	nd-11,86

continua...

Continuação...

Tabela 2 – Identificação e área relativa padronizada dos compostos voláteis presentes em vinhos nacionais Cabernet Sauvignon

Pico	Composto	Amostras													Amplitude
		IK ^a	IK ^b	193	245	326	376	512	769	934	410	611	751	812	
39	NI	2153	-	7,04	tr	13,63	2,13	4,02	2,38	4,37	nd	tr	0,17	tr	tr-7,04
40	NI	2269	-	4,47	3,48	3,07	2,80	1,88	1,04	2,36	nd	2,78	1,72	3,48	nd-4,47
41	Ácido decanóico*	2291	-	1,34	2,58	1,10	0,66	0,82	0,45	2,88	3,13	1,16	2,37	1,99	0,45-3,13
42	NI	2252	-	0,43	2,58	2,81	1,41	3,61	2,25	2,88	3,13	0,40	1,79	1,89	0,4-3,61
43	Succinato de monoetila	2392	-	345,49	333,70	234,59	237,82	193,95	202,31	206,44	245,46	175,78	241,52	176,71	175,78-345,49
44	NI	2442	-	1,31	1,32	0,91	1,62	0,99	0,79	1,52	0,96	1,01	1,17	1,32	0,79-1,62
45	NI	2464	-	1,22	0,83	Nd-0,50	0,92	1,21	tr-0,20	0,33	0,30	0,27	0,32	0,35	nd-1,22
46	Vanilina*	2565	-	1,59	1,38	1,47	1,57	1,02	2,21	1,34	0,00	2,47	3,60	1,42	nd-36
47	Vanilato de metila	2572	-	2,40	2,62	2,65	2,67	1,69	2,21	2,15	0,00	0,41	2,74	2,13	nd-2,74
48	NI	2602	-	1,47	2,77	tr	0,75	1,39	nd-0,20	4,77	3,28	tr	0,54	2,77	tr-3,28
49	NI	2613	-	1,62	4,06	3,37	2,77	3,27	0,83	3,25	nd	0,93	2,40	4,07	nd-4,07
50	NI	2622	-	0,71	0,68	0,25	1,34	1,07	0,77	0,31	nd	tr-0,87	2,79	0,69	nd-2,79

*espectro comparado com o do padrão; a – IK obtido em coluna CPwax; b – IK obtido em coluna DB1; PI – Padrão Interno; NI – não identificado; tr – composto em concentração traço; nd – composto não detectado; os números entre parênteses se referem ao desvio padrão obtido das triplicata

Para melhor visualizar quais compostos voláteis caracterizaram as diferentes amostras, foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP). Os gráficos de ACP (Figuras 3, 4, 5 e 6) foram gerados a partir das classes químicas dos compostos voláteis, sendo álcoois, ésteres, ácidos, compostos carbonílicos e lactonas. Os compostos carbonílicos e lactonas foram agrupados em um único gráfico.

Para gerar os ACP's utilizou-se os valores determinados em triplicata para a área relativa padronizada. Para concentrações abaixo do limite de integração assumiu-se valor igual a zero. Neste tipo de gráfico os compostos são representados por vetores. A importância do composto na discriminação da amostra está diretamente relacionada ao tamanho do vetor e à proximidade deste com a amostra. Os eixos explicam a porcentagem de variação entre as amostras.

A representação gráfica da ACP dos álcoois (isobutanol, 1-butanol, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, 4-metil-1-pentanol, 3-metil-1-pentanol, 1-hexanol, 2-hexanol, cis-3-hexen-1-ol, 2,3-butanediol, metionol, álcool benzílico e feniletanol) encontra-se na Figura 3. Os dois primeiros eixos da ACP (CP I e CP II) conseguiram explicar 64,75% da variação entre as amostras, o que demonstra uma discriminação satisfatória.

O componente principal I (CP I) conseguiu explicar 36,56 % da variação entre as amostras e os compostos isobutanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, feniletanol, metionol, 4-metil-1-pentanol e 3-metil-1-pentanol associados a região negativa do eixo e o álcool benzílico e 2,3-butanediol a região positiva do eixo. O componente principal II (CP II) explicou 19,70% da variação entre as amostras e está associado ao cis-3-hexen-1-ol, 1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol e 2-hexanol na região negativa.

A amostra 193 (Serra Gaúcha), está localizada mais a esquerda da região negativa do eixo I, o que implica em uma maior concentração dos álcoois associados a esta região do eixo, quais sejam, isobutanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, feniletanol, metionol, 4-metil-1-pentanol e 3-metil-1-pentanol. As

amostras 410 (Vale do Rio do Peixe) e 245 (Serra Gaúcha), que se encontram no mesmo quadrante, apresentaram o mesmo perfil.

A região positiva do componente principal I está associada ao álcool benzílico e ao 2,3-butanediol. Estes álcoois estão em maior concentração na amostra 769, a qual, em contrapartida, apresenta baixas concentrações do 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, feniletanol, metionol e 4-metil-1-pentanol.

Mais a direita da área compreendida entre a porção positiva do eixo I e a porção negativa do eixo II encontra-se a amostra 751 (Vale do São Francisco). Essa amostra apresenta concentrações elevadas do 2,3-butanediol, álcool benzílico, 1-pentanol, 1-hexanol, 2-hexanol, *cis*-3-hexen-1-ol e 1-butanol e baixas concentrações do isobutanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol e feniletanol.

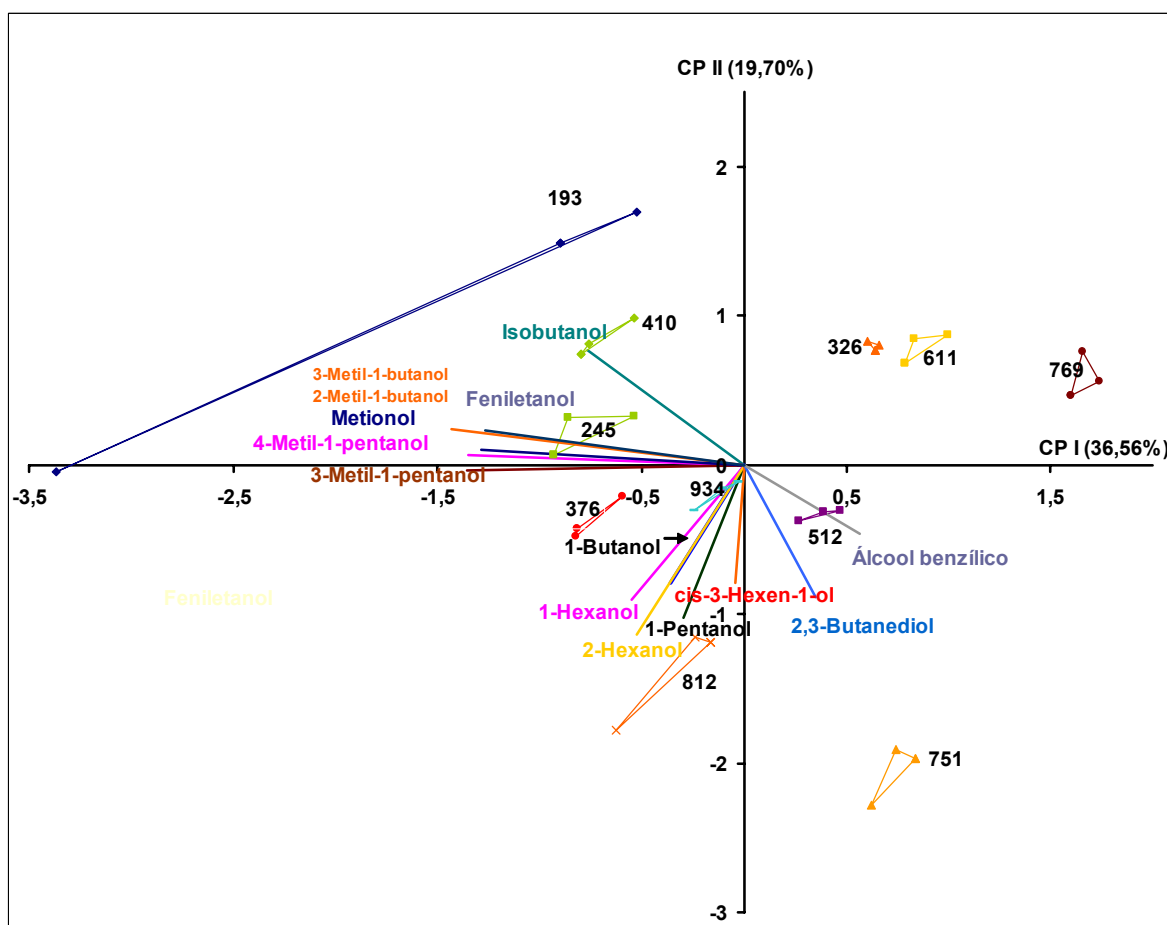


Figura 3 – Análise dos Componentes Principais para a classe dos álcoois

A proximidade dos vetores denota que a amostra 812 (Vale do São Francisco) apresentou concentração elevada dos álcoois 1-pentanol e *cis*-3-hexen-1-ol.

A Análise dos Componentes Principais para a classe dos ésteres (Figura 4) conseguiu explicar 51,93% da variação entre as amostras. O componente principal 1 (CP I), explicou 30,61% das variações e teve sua porção positiva associada ao lactato de etila, isovalerato de etila, succinato de monoetila, acetato de feniletila e propanoato de etila.

Os ésteres etílicos de ácidos graxos e os acetatos de álcoois superiores têm grande contribuição para o aroma dos vinhos, pois geralmente encontram-se acima de seus “threshold” e também apresentam contribuição ao aroma com notas frutais (GOMÉZ, 1999).

O menor tamanho dos vetores butanoato de etila, 2-metilbutirato de etila e acetato de isoamila sugere que estes compostos têm uma menor contribuição na discriminação das amostras.

Alta concentração de 2-metilbutirato, hexanoato e octanoato de etila foi o que diferenciou a amostra 245 (Serra Gaúcha) das demais. Esta amostra foi a que obteve maior percentual de aceitação dentre os consumidores. Sensorialmente, a amostra foi descrita pela equipe de provadores como rica em aroma frutado (2,45), aroma de frutas vermelhas (2,96), doçura (2,65 g/L) e baixa adstringência (Capítulo III).

A amostra 193 (Serra Gaúcha) diferenciou-se das demais pela alta concentração de isovalerato e lactato de etila. Sensorialmente, a amostra 193 obteve uma aceitação intermediária. A amostra 410 apresentou perfil semelhante, mas com concentrações mais baixas destes ésteres.

A amostra do Vale do São Francisco (751) encontrou-se próxima ao vetor do butanoato de etila, sugerindo que este éster estaria em concentração mais elevada na referida amostra e distinguindo-a das demais. Apesar do butanoato de etila estar associado aos descritores frutado e doce, como esperado para vinhos de regiões com maior incidência de sol, nos testes de aceitação com

consumidores, as amostras do Vale do São Francisco obtiveram baixo percentual de aprovação.

Isobutanoato de etila caracterizou as amostras localizadas na porção positiva do componente principal II. O éster atingiu maior concentração nas amostras 193, 326 e 512 (todas da Serra Gaúcha).

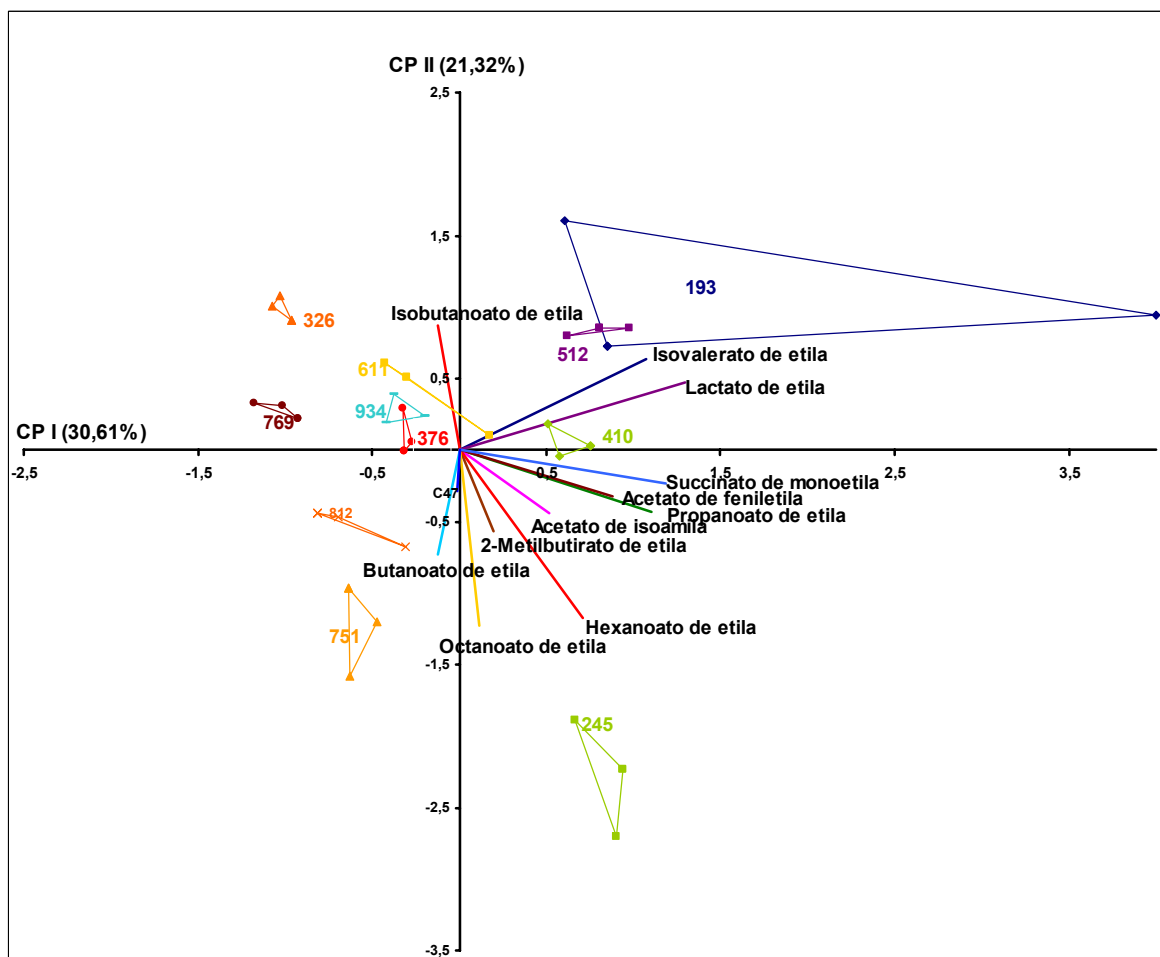


Figura 4 – Análise dos Componentes Principais para a classe dos ésteres

Isobutanoato de etila caracterizou as amostras localizadas na porção positiva do componente principal II. O éster atingiu maior concentração nas amostras 193, 326 e 512 (todas da Serra Gaúcha).

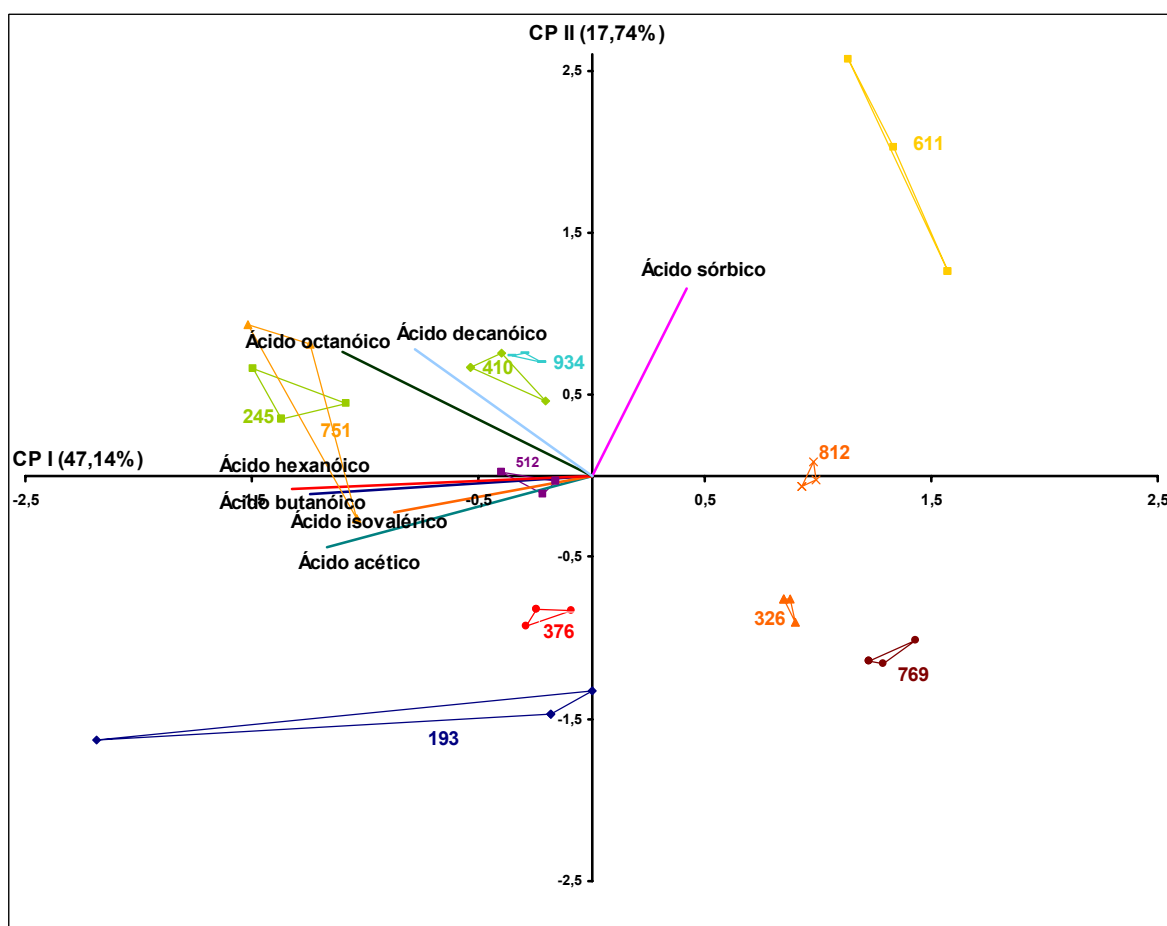


Figura 5 - Análise dos Componentes Principais para a classe dos ácidos

A ACP para os compostos pertencentes à classe dos ácidos (Figura 5) explicou 64,88 % das diferenças entre as amostras.

Poucos ácidos presentes em vinhos contribuem efetivamente para o seu odor. De modo geral, considera-se que apenas os ácidos acético (odor de vinagre), propanóico (odor de queijo), butanóico (odor de manteiga rancificada) e o 2-hidroxipropanóico (odor de queijo) exerçam esta função. Sensorialmente, os ácidos contribuem para o gosto ácido dos vinhos (ETIEVÁNT, 1991; MONTEDORO; BERTUCCIOLI, 1986).

O ácido acético estava em concentração mais elevada na amostra 193 (Serra Gaúcha), a qual também apresentou altas concentrações dos ácidos

isovalérico e butanóico. A amostra 376 (SC) também apresentou concentrações elevadas destes dois últimos compostos.

O ácido acético ocorre naturalmente em vinhos, mas em altas concentrações é considerado como defeito.

As amostras 245 (Serra Gaúcha) e 751 (Vale do São Francisco) apresentaram composição similar, com relação ao teor de ácidos, sendo caracterizadas pelos ácidos octanóico e decanóico. O mesmo fato pode ser observado para as amostras 410 (Campanha) e 934 (Serra Gaúcha).

A amostra 611 (Serra Gaúcha) apresentou concentrações bastante elevadas de ácido sórbico, o que a diferenciou das demais amostras. O ácido sórbico (ácido *E,E*-2,4-hexadienóico) é adicionado ao vinho sob a forma de sorbato de potássio e, juntamente com o dióxido de enxofre, tem a função de inibir a proliferação das bactérias lácticas. Chisolm e Samules (1992) relataram a ocorrência de sorbato de etila (odor de mel/maçã) em vinhos secos contendo ácido sórbico. No presente estudo o sorbato de etila não foi detectado em nenhuma das amostras.

As amostras 326 e 769 (ambas da Serra Gaúcha) aparentemente sofreram pouca influência dos ácidos estudados.

A Figura 6 representa o ACP gerado para os compostos carbonílicos e as lactonas e os dois primeiros eixos explicaram 55,43 % das diferenças entre as amostras.

Mais uma vez as amostras 193 (Serra Gaúcha) e 410 (Campanha) foram diferenciadas das demais por suas concentrações de 3-hidroxi-2-butanona (Acetoína) e furfural. A amostra 376 caracterizou-se pela alta concentração de 3-hidroxi-2-butanona. A 3-hidroxi-2-butanona contribui para o aroma com notas de gordura, nata, creme, no entanto, por ser muito solúvel, apresenta “threshold” elevado. Já o furfural contribui com as notas floral e frutado (LOPEZ *et al.*, 1999; FERREIRA *et al.*, 2001).

percebidos pelos provadores, porém não o foram pelo detector de ionização de chama (DIC).

Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
a		<1000	<1000	1,05	8,81	Suave, doce, agradável
b		<1000	<1000	2,02	9,32	Frutal, bala iogurte
1	Propanoato de etila	<1000	<1000	3,24	9,45	Frutado (2)
2	Isobutanoato de etila	<1000	<1000	4,26	9,72	Bala, iogurte, frutado
c	Acetato de n-propila	<1000	<1000	4,35	10,34	Plástico (3), material sintético
d	Acetato de isobutila	1013	1014	1,73	11,01	Solvente, frutado
3	Butanoato de etila	1030	1035	2,66	12,10	Frutado (2), fruta fresca, levemente doce (2)
4	2-Metilbutirato de etila	1034	1038	2,69	12,22	Frutado, frutas
5	Isovalerato de etila	-	1042	2,79	12,37	Frutado (2), suave, guaraná, frutas vermelhas
6	Isobutanol	1074	1068	2,41	13,52	Verde, "mato esmagado", frutal
e	Nd	-	1086	1,97	14,32	Frutado, verde (2), doce (2)
f	Nd	-	1087	3,06	14,41	Frutado, solvente
7	Acetato de isoamila	1100	1111	1,98	15,31	Verde, planta, banana
8	1-Butanol	1125	1139	2,05	16,12	Frutado (2), ervas
g	Nd	-	1174	2,39	17,18	Frutado, maçã, madeira verde, fundo queimado
9	2-Metil-1-butanol + 3-Metil-1-butanol		1204	2,91	18,14	Álcool isoamilico (2)

Continua...

Continuação....

Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
10	Hexanoato de etila	1235	1234	5,76	19,13	Álcool isoamilico (2), frutado
11	1-Pentanol	1248	1255	3,94	19,57	Verde fundo alcoólico, erva, mato, álcool isoamilico
h	Nd	-	1265	2,41	20,21	Álcool isoamilico, desagradável, alcoólico, solvente
i	Nd	-	1273	4,84	20,52	Solvente, pungente, frutado, frutas vermelhas
j	Nd	-	1296	3,07	21,39	Fruta, vermelha
13	4-Metil-1-pentanol	1308	1300	4,39	21,53	Remédio, desagradável, mato, maçã verde, frutado
15	Lactato de etila	1337	1320	1,86	22,36	Mato, terra, remédio
18	cis-3-Hexen-1-ol	1359	1358	3,78	24,03	Verde, mato, floral, rosas, tinta
k	NI	1364	1363	3,32	24,24	Planta triturada, mato
l	Nd	-	1383	6,00	25,18	Vegetal, doce (2), cidreira
m	2-Octanol	1389	1387	2,88	25,40	Floral, fermentado
19	Octanoato de etila	1042	1402	4,31	26,04	Tinta fresca, desagradável, tinta
n	Nd	1408	1408	3,19	26,17	Tinta fresca
21	Furfural	1454	1461	6,42	27,32	Enterofigol® de abacaxi, Epocler®, solvente de tinta,
o	Nd	-	1493	3,72	28,06	Mato, Enterofigol® de abacaxi cozido, Epocler®, Enterofigol®, lembra abacaxi

continua...

Continuação...

Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
p	Nd	-	1509	5,56	28,46	Queimado, verde (3), arbusto, ervas, mato
q	NI	1531	1530	1,03	29,08	Ervas, verde, mato, madeira verde, madeira queimada
22	2,3-Butanediol	1540	1541	2,60	29,40	Azedo, pano molhado, desagradável, verde
r	NI	1566	1565	6,68	30,13	Erva cidreira fresca (2), queimado, azedo
s	Nd	-	1601	4,31	31,24	Frutado, banana
t	Nd	-	1612	5,05	31,55	Floral, queijo (2)
26	Ácido butanóico	1637	1633	5,77	32,17	Queimado, queijo, mamão (2)
28	Ácido isovalérico	1667	1663	3,69	33,08	Queijo, chulé, azedo
u	Nd	-	1670	3,85	33,30	Ruim (2), pungente
v	Nd	-	1701	5,70	34,19	Queimado, verde (2), mato (2)
w	Nd	-	1807	2,20	34,49	Ervas (2)
x	NI	1818	1818	4,27	35,05	Efusão, chá, Epocler®, doce, pungente
y	NI	1821	1824	4,12	35,38	Doce, mofo (2), erva mate,
z	Nd	-	1835	6,67	35,94	Floral (2), queimado, desagradável, Enterofigol®
A	NI	1841	1841	2,04	36,24	Floral, amêndoa
31	Acetato de feniletila	1855	1857	6,60	37,14	Floral (2), vinho, mofo

Continua...

Continuação...

Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
B	Nd	-	1871	4,33	37,86	Vinho, doce, agradável, floral (2)
32	Ácido hexanóico	1873	1873	8,07	38,34	Floral (2), fermentado de uva
34	Álcool benzílico	1891	1895	3,58	39,22	Floral, doce
C	Nd	-	1899	3,57	39,46	Floral (2)
35	Feniletanol	1925	1982	2,64	41,55	Doce
D	Nd	-	2003	4,89	42,05	Amêndoa, doce
E	Nd	-	2012	4,79	42,27	Queimado, doce, ervas
F	Nd	-	2019	2,43	42,43	Queimado, ni
36	γ -Nonalactona	2051	2052	4,91	43,24	Doce, geléia, doce, floral
G	Nd	-	2092	4,37	44,22	Parafina, fundo, doce, amendoado, verde
37	Ácido octanóico	2060	296	2,47	44,33	Amêndoa (3)
H	Nd	-	2105	2,67	44,55	Doce, frutas vermelhas, ervas
I	Nd	-	2128	2,16	45,07	Resinoso, árvore, doce (2), borracha queimada
J	Nd	-	2139	2,53	45,34	Uva fermentada, adega, fruta cozida, doce
39	NI	2153	2155	4,73	45,46	Rosas, amêndoas
K	NI	-	2184	3,19	46,13	Doce, azedo
L	Nd	-	2188	2,42	46,15	Fruta, doce
M	Nd	-	2192	3,86	46,31	Queimado, tostado, amêndoa, verde

Continua...

Continuação...

Tabela 3 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 1

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
N	Nd	-	2234	3,23	47,18	Borracha, doce
O	NI	2253	2248	3,39	47,48	Borracha (2)
P	Nd	-	2277	3,94	48,10	Queimado
41	Ácido decanóico	2191	2292	4,60	48,41	Planta, árvore, doce
Q	NI	2337	2336	2,75	49,46	Queimado, amêndoa, doce
45	NI	2464	2468	2,63	52,47	Doce, geléia, ni
R	NI	2512	2516	2,21	53,51	Queimado, ni

NI: Não identificado; Nd: não detectado; ¹ Índices de Kovats experimentais coluna CPwax; ² Índices de Kovats determinados com os tempos de retenção máximos obtidos na análise olfatométrica; ³ tempos de retenção da intensidade máxima do odor percebido; ⁴ I máx: intensidade máxima do odor percebido; Número em parênteses são a frequência com que o descritor foi percebido.

Tabela 4 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 2

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
2	Isobutirato de etila	<1000	<1000	3,84	10,09	Doce (2), floral
c	Acetato de n-propila	<1000	<1000	2,61	10,20	Plástico (2)
c1	Acetato de isobutila	<1000	<1000	2,36	10,38	Desagradável, plástico
3	Butanoato de etila	1030	1033	1,81	12,04	Adocicado, ni
4	2-Metilbutirato de etila	1034	1035	1,63	12,14	Floral, doce
5	Isovalerato de etila	-	1039	3,61	12,30	Guaraná (2)
6	Isobutanol	1074	1070	2,05	13,55	Adocicado, guaraná, desagradável
9	2-metil-1-butanol + 3-metil-1-butanol	1213	1214	3,46	18,46	Verde (2)

Continua..

Continuação...

Tabela 4 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 2

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
10	Hexanoato de etila	1235	1234	5,01	19,12	Verde (2), verde resinoso
12	3-Hidroxi-2-butanona	1286	1294	5,07	21,31	Fedido, madeira, doce (2)
14	3-metil-1-pentanol	1319	1315	2,00	22,14	Fruta, maçã, adocicado
15	Lactato de etila	1337	1320	2,56	22,34	Verde
18	<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol	1359	1359	2,94	24,05	Verde
I	Nd	-	1381	3,55	25,10	Amendoim, doce, fruta, frutado
m	2-Octanol	1389	1387	3,19	25,36	Ni, floral (2), frutado
m ¹	Nd	-	1390	4,72	25,50	Floral (2)
19	Octanoato de etila	1402	1405	2,18	26,09	Verde, doce
20	Ácido acético	1423	1414	7,79	26,27	Vinagre (4)
21	Furfural	1454	1453	4,31	27,11	Floral (2), casca de árvore, amadeirado
m ²	Nd	-	1482	3,06	27,46	Remédio (2)
o	Nd	-	1495	3,01	28,01	Remédio, ni
o2	Nd	-	1499	3,37	28,10	Remédio (2)
22	2,3-Butanediol	1540	1546	3,29	29,54	Vinho velho, folha verde
24	NI	1568	1570	3,10	30,21	Suave, floral (2), verde
25	NI	1575	1574	1,85	30,35	Verde com madeira, casca de árvore
t	Nd	-	1610	3,55	31,45	Feijão, verde (2)
26	Ácido butanóico	1637	1634	6,99	32,12	Queijo (4)

continua...

Continuação...

Tabela 4 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 2

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
27	γ -Butirolactona	1645	1643	2,62	32,40	Azedo, fermentado, feijão, frutado
28	Ácido isovalérico	1667	1650	2,28	32,60	Queijo defumado, ni
29	Succinato de dietila	1679	1678	2,98	33,45	Folha seca, ni
v	Nd	-	1803	2,23	34,29	Amadeirado
y	NI	1821	1821	5,66	35,28	Ruim, ni
z	Nd	-	1836	4,54	36,07	Verdura cozida, escarola
31	Acetato de feniletila	1855	1860	3,06	37,37	Floral, Ni
B	Nd	-	1873	2,68	38,07	Uva, verde
32	Ácido hexanóico	1873	1875	4,44	38,18	Uva fermentada, verde
34	Álcool benzílico	1891	1919	4,25	40,05	Doce (2), floral, amadeirado
35	Feniletanol	1925	1925	1,38	40,15	Vinho, floral (2)
D	NI	-	2004	4,19	42,11	Desagradável, verde
F	Nd	-	2021	4,30	42,40	Desagradável, casca de árvore
F ²	Nd	-	2022	3,00	42,47	Floral, madeira úmida, amadeirado, doce
36	γ -Nonalactona	2051	2055	3,75	43,31	Floral, doce, doce, caramelo
37	Ácido octanóico	2060	2099	2,59	44,25	Esquisito, desagradável, amadeirado, fedido
H	Nd	-	2100	3,18	44,42	Ruim, desagradável
J	Nd	-	2145	1,72	45,48	Floral, adocicado

Continua...

Continuação...

Tabela 4 - Compostos voláteis odoríferos do vinho seco varietal Cabernet Sauvignon detectados pelo provador 2

Pico	Composto	IK ¹	IK ²	I ³ máx.	Tr ⁴ (min.)	Descritores
J ²	NI	2168	2175	3,16	46,19	Desagradável, floral
L ³	Nd	-	2184	2,76	46,44	Queimado, desagradável
L ⁴	Nd	-	2228	5,01	47,39	Ni, queimado (2), madeira queimada
L ⁵	Nd	-	2319	2,72	49,41	
L ⁶	NI	2405	2414	2,21	51,40	Verde
L ⁷	NI	2512	2512	2,63	53,47	Desagradável, horrível

NI: Não identificado; Nd: não detectado; ¹Índices de Kovats experimentais coluna CPwax; ²Índices de Kovats determinados com os tempos de retenção máximos obtidos na análise olfatométrica; ³tempos de retenção da intensidade máxima do odor percebido; ⁴I máx: intensidade máxima do odor percebido; Número em parênteses são a frequência com que o descritor foi percebido.

Os aromagramas (representação gráfica das Tabelas 3 e 4), que têm a função de ajudar na visualização dos componentes voláteis considerados importantes por cada um dos provadores, estão representados na Figura 7. Setenta e dois compostos odoríferos foram percebidos pelo provador 1 e quarenta e cinco pelo provador 2.

Para o provador 1 os aromas de maior intensidade estão associados a descritores com contribuição positiva para o aroma, tais como, floral, doce, cidreira fresca, mamão, frutado, já para o provador 2, os aromas mais intensos estão associados a descritores com contribuição negativa para o aroma, tais como queimado, fedido e desagradável. De um modo geral, 62,55 % dos descritores relatados pelo provador 1 estavam relacionados a descritores com contribuição positiva para o aroma de vinhos, em contrapartida, o provador 2 relatou descritores com contribuição positiva em 55,29 % das vezes. A alta frequência de descritores com contribuição positiva para o aroma de vinho poderia explicar a alta aceitação da amostra 245.

Ao compararmos os aromagramas (Figura 7) fica visível que o provador 2 não registrou nenhum composto aromático entre os tempos de retenção 13,59 e 18,00, deixando de perceber compostos de intensidade moderada como o 1-butanol (2,05),

Na Tabela 5 são encontrados os compostos voláteis considerados mais importantes pelos dois provadores.

Os dois provadores concordaram que os compostos ácido hexanóico, ácido isobutírico, furfural e hexanoato de etila apresentaram alta intensidade, o que implica em terem grande importância para o aroma do vinho, contribuindo com notas de fermentado de uva, floral, amadeirado, queijo e frutado. Além disso, o composto não detectado pelo DIC e com índice de Kovats (IK) de 1835, também foi considerado importante pelos provadores, tendo recebido a descrição floral, queimado, verdura cozida e escarola.

A amostra 245 foi descrita sensorialmente como possuindo aroma frutado e de frutas vermelhas, gosto doce e sabor tostado (Capítulo III).

Vários ésteres foram descritos pelos dois provadores como possuindo aroma frutado: hexanoato de etila (5,8), isobutanoato de etila (4,3), propanoato de etila (3,2), butanoato de etila (2,7), 2-metilbutanoato de etila (2,7), acetato de isoamila (2,0) e acetato de isobutila (1,7), além de três compostos não identificados (pico **b**, **f** e **t**, com intensidade máxima de 2,2, 3,1 e 4,3 respectivamente). Os ésteres reconhecidamente contribuem com notas de fruta. Butanol também foi descrito como possuindo aroma frutal, porém com notas de ervas.

O gráfico de ACP da Figura 4 já havia sugerido que a amostra 245 diferenciou-se das demais por sua maior concentração de 2-metilbutirato de etila, hexanoato e octanoato de etila.

A percepção da nota frutas vermelhas pode ser atribuída ao composto isovalerato de etila (2,8), juntamente com três compostos não identificados (picos **i**, **j** e **h**, com 4,8, 3,1 e 2,7 de intensidade, respectivamente). No entanto o isovalerato de etila também foi descrito como frutado, suave e guaraná pelo

provador 1, enquanto os compostos não identificados não foram percebidos pelo provador 2.

O gosto doce caracterizou sensorialmente a amostra mais aceita, a despeito de seu teor de açúcar de 2,65 g/L, um valor relativamente mais baixo que o encontrado para as demais amostras (Capítulo II). Foi então inferido que esta nota poderia ser atribuída à presença de um composto não glicosídico, causando a percepção de sabor doce acentuado (Capítulo III). Como o aroma da amostra não foi descrito como doce, é provável que tal composto não seja muito volátil, influenciando mais as características de sabor da amostra. Um composto de alto ponto de ebulição foi descrito como doce pelos dois provadores (γ -nonalactona). No entanto, ao se inspecionar a Tabela 2, foi verificado que esta lactona não se encontra em maior concentração na amostra 245 e, portanto, tal suposição não se confirmou.

Tabela 5 – Compostos voláteis percebidos como maior intensidade pelos provadores 1 e 2

Ordenação	Provador 1				Provador 2			
	IK	I _{max}	Composto	Descritores	IK	I _{max}	Composto	Descritores
1º	1873	8,07	Ácido hexanóico	Floral (2), fermentado de uva	1414	7,79	Ácido acético	Vinagre (4)
2º	1565	6,68	NI	Erva cidreira fresca (2), queimado, azedo	1634	6,99	Ácido butanóico	Queijo (4)
3º	1835	6,67	Nd	Floral (2), queimado (desagradável), enterofigol®	1821	5,66	Nd	Ruim, ni
4º	1857	6,60	Acetato de feniletila	Floral (2), vinho, mofo	1294	5,07	3-Hidroxi-2-butanona	Fedido, madeira, doce (2)
5º	1461	6,42	Furfural	Enterofigol® de abacaxi, epocler®, solvente de tinta	2228	5,01	NI	Queimado, madeira
6º	1383	6,00	Nd	Vegetal, doce (2), cidreira	1234	5,00	Hexanoato de etila	Verde (2), verde resinoso
7º	1633	5,77	Ácido butanóico	Queimado, queijo, mamão (2)	1390	4,72	Nd	Floral (2)
8º	1234	5,76	Hexanoato de etila	Álcool isoamilico (2), frutado	1836	4,54	NI	Verdura cozida, escarola
9º	1701	5,70	Succinato de dietila	Queimado, verde (2), mato (2)	1860	4,54	Acetato de feniletila	Floral, Ni
10º	1509	5,56	Nd	Queimado, verde (3), arbusto, ervas, mato	1453	4,31	Furfural	Floral (2), casca de árvore (amadeirado)

Nd – compostos não detectados pelo DIC; ni – compostos não identificados; números entre parênteses refereem-se a frequência da descrição

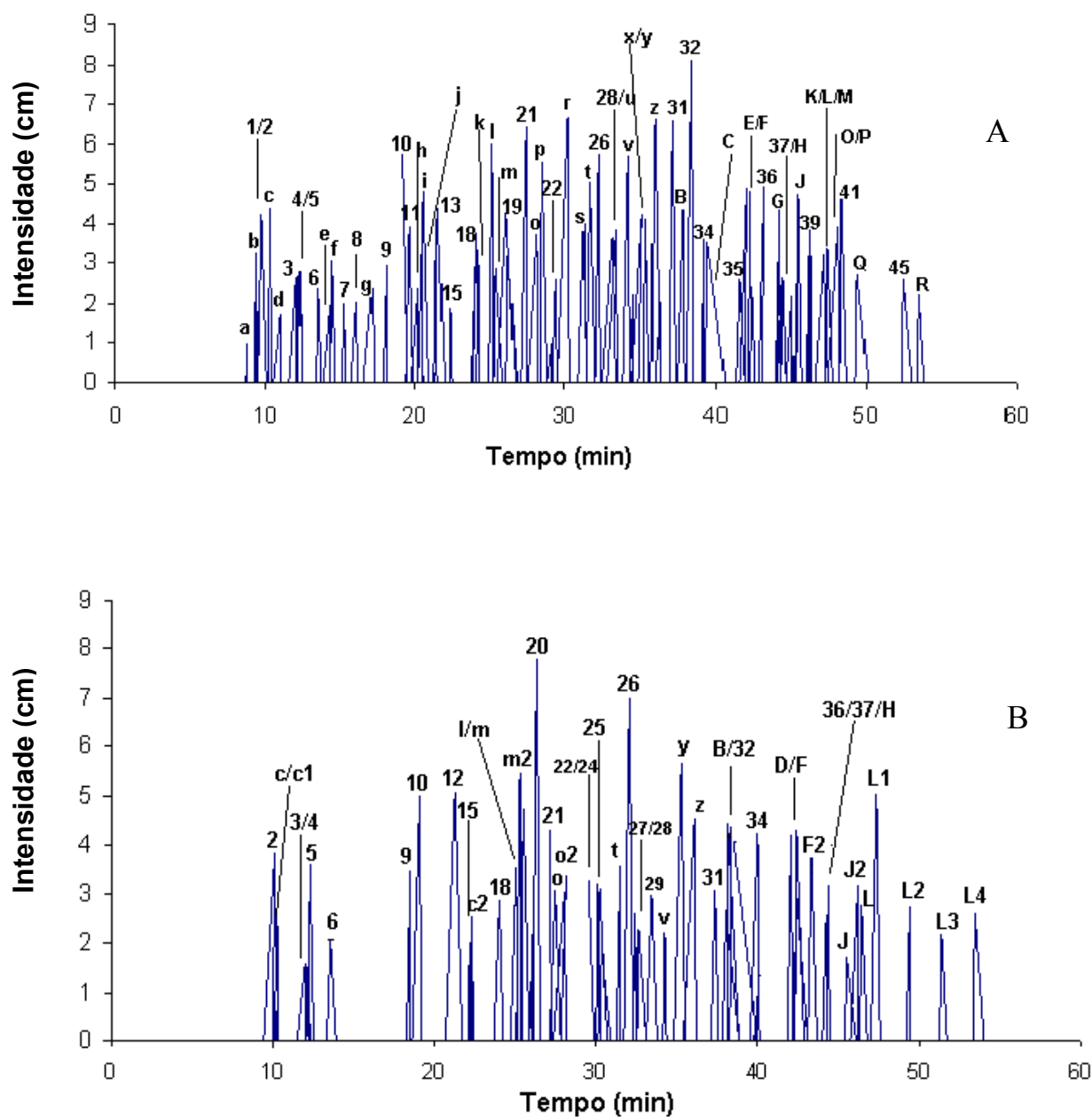


Figura 7 - Aromagramas médios dos provadores 1(A) e 2 (B)

4 CONCLUSÕES

O método de extração permitiu o isolamento de vários compostos voláteis possibilitando a obtenção do perfil de voláteis das distintas amostras.

Foram identificados 39 compostos voláteis pela primeira vez em vinhos Cabernet Sauvignon nacionais, por espectrometria de massas e índices de Kovats. Dezesseis compostos foram positivamente identificados, pois tiveram sua identidade confirmada pelo uso de padrões.

Os compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol foram os mais abundantes em todas as amostras, seguido pelo álcool feniletílico, lactato de etila e pelo álcool isobutílico. Os álcoois constituíram a classe dominante entre os compostos identificados, seguida pelos ésteres.

A Análise dos Componentes Principais realizada para os ésteres identificados possibilitou a caracterização da amostra mais bem aceita pelos consumidores (245) como apresentando altas concentrações de 2-metilbutirato de etila (frutado, floral e doce), hexanoato de etila (frutado e verde) e octanoato de etila (doce, verde e tinta).

Os compostos ácido hexanóico, ácido butanóico, furfural e hexanoato de etila foram considerados como os de maior contribuição para o aroma total do vinho estudado.

De modo geral, a composição de voláteis dos vinho não caracterizou as amostras quanto à sua origem.

5 BIBLIOGRAFIA

ACREE, T. E.; HEINRICH, H. **Flavornet – Gás Chromatography-Olfactometry (GCO) of Natural Products**. <http://www.flavornet.org>. Consultado em 20 de jan de 2003.

AMERINE, M. A.; ROESSLER, E. B. **Wines: their sensory evolution**. São Francisco, USA: W. H. Freeman and Company. 1983.

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **Guidelines for the Selection and Training of Sensory Panel Members**. Philadelphia: ASTM. 1981.

BLANK, I. Gas chromatography-olfactometry in food aroma analysis. In: **Techniques for analyzing food aroma**. New York: Marcel Dekker Inc. 1997. 383 p.

BOULTON, R. Red Wines. In: LEA, A. G. H., PIGGOTT, J. R. **Fermented Beverages Production**. London: Chapman & Hall. 1995.428p.

CARDELO, H. M. A. B. **Caracterização sensorial de aspartame, ciclamato/sacarina 2:1 e extrato de folhas de estêvia (*Stevia rebaudiana* Bertoni): equivalências em doçura, análise descritiva quantitativa e análise tempo-intensidade**. 1996. 237p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, SP. 1996.

ETIÉVANT, P. X. Wine. In: MAARSE, H. (editor). **Volatile Compounds in Food and Beverages**. New York: Marcel Dekker Inc., 1991, 764p.

FERREIRA, V.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. F. Quantitative determination of the odorants of young red wine from different grape varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1659-1667, 2000.

FERREIRA, V.; LÓPEZ, R.; CACHO, J. F. Quantitative Gas Chromatography-Olfactometry Carried out at Different Dilutions of an Extract. Key Differences in the Odor Profiles of Four High-Quality Spanish Wines. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 49, n. 10, p. 4810-4824, 2001.

FRANCO, M. R. B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Trapping of soursop (*Annona muricata*) juice volatiles on porapak Q by suction. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 34, n. 4, p. 293-299, 1983.

GARRUTI, D. S. Identificação de compostos aromáticos importantes ao aroma de suco de frutas tropicais por CG-EM e CG-Olfatometria. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e Sabor de Alimentos – Temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela. 2003. p. 177-194.

GOMEZ, R. L. **El aroma del vino tinto jovens – Caracterización química y métodos de analisis de sus principales odorantes**. 1999. Universidade de Zaragoza (Tese de Doutorado), 291 p. 1999.

GUTH, H. Quantification and sensory studies of character impact odorants of

different white wine varieties. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 45, n. 8, p. 3027-3032, 1997.

HASHIZUME, T. Fundamentos da Tecnologia do Vinho. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. de A., BORZANI, W. **Alimentos e Bebidas Produzidas por Fermentação** – Série Biotecnologia v.5. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 1983. 243p.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and Applications**. San Diego: Academic Press. 1993. 474p.

JENNINGS, W. G.; SHIBAMOTO, T. **Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Gas Chromatography**. Academic Press. 1980. 472p.

LAMIKANRA, O.; GRIMM, C. C.; INYANG, I. D. Formation and occurrence of flavor components in Noble muscadine wine. **Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 373-376, 1996.

LÓPEZ, R.; AZNAR, M.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. **Journal of Chromatography A**, v. 966, p. 167-177, 2002.

LÓPEZ, R.; FERREIRA, V.; HERNÁNDEZ, P.; CACHO, J. Identification of impact odorants of young red wines made with Merlot, Cabernet Sauvignon and Grenache grape varieties: a comparative study. **Journal of the Science of food and Agriculture**, v. 79, p. 1461-1467, 1999.

MIRANDA-LOPEZ, R.; LIBBEY, L. M.; WATSON, B. T.; MACDENIEL, M. R. Odor analysis of pinot noir wines from grapes of different maturities by a gas chromatography-olfactometry technique (OSME). **Journal of Food Science**, v. 57, p. 985-993. 1992.

MISTRY, B. S.; OLSON, L. Chromatography-olfactometry for detection of key odorants in food. In: **Techniques for analyzing food aroma**. New York: Marcel Dekker Inc. 1997. 383 p.

MONTEDORO, G.; BERTUCCIOLI, M. The Flavour of Wines, Vermouth and Fortified Wines. In: MORTON, I. D., MACLEOD, A. J. **Developments in Food Science – Food Flavours**. Part B. Cap. V: 171-238. Amsterdam: Elsevier. 1986.

NYKÄNEN, L. Formation and Occurrence of Flavor Compounds in Wine and Distilled Alcoholic Beverages. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 37, n. 1, p. 84-96, 1986.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos. In: FRANCO, M. R. B. **Aroma e Sabor de Alimentos – Temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela. 2003. p. 177-194.

SCHREIER, P. Flavor Composition of Wines: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 11, n. 2, Nov., p. 59-111, 1979.

WADA, K., SHIBAMOTO, T. Isolation and Identification of Volatile Compounds from a Wine Using Solid Phase Extraction, Gas Chromatography, and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 11, p. 4362-4366. 1997.

CONCLUSÕES GERAIS

Os vinhos analisados revelaram-se de acordo com a legislação brasileira no tocante as suas características físico-químicas. Eram vinhos seco e encorpados com coloração vermelha, variando de média a intensa.

Os pH's dos vinhos são elevados, como era de se esperar para o varietal Cabernet Sauvignon.

Os teores de potássio encontrados estão muito acima do esperado, tomando-se como base a literatura disponível.

Foi desenvolvida pela primeira vez uma terminologia descritiva através da Análise Descritiva Quantitativa e dos descritores da Roda de Aromas para a avaliação de vinhos nacionais varietal Cabernet Sauvignon, tendo sido gerados 33 descritores: 5 para aparência (cores vermelha, violeta e laranja, limpidez e brilho); 15 para aroma (frutas vermelhas, frutas maduras, frutado, floral, pimentão, herbáceo, especiarias, madeira, tostado, baunilha, café, acidez volátil, álcool, animal e sulfídrico); 4 para gosto (ácido, amargo, doce e salgado); 6 para sabor (sabores de frutas vermelhas, frutado, madeira, tostado e herbáceo) e 3 para textura (adstringência, corpo e teor de álcool).

Das onze amostras avaliadas, quatro apresentaram perfis sensoriais distinto das demais, são elas: as amostras 193 (Serra Gaúcha) e 410 (Campanha), ambas caracterizadas pelos aromas floral, acidez volátil e álcool, além dos sabores frutado e frutas vermelhas; a amostra 512 (Serra Gaúcha), caracterizada pelo aroma e sabor herbáceo e aroma sulfídrico intensos, ao mesmo tempo em que apresentou aroma e sabor de frutado e de frutas vermelhas pouco pronunciados; e a terceira amostra foi a 245 (Serra Gaúcha) que apresentou sabor doce.

A amostra 245 obteve a preferência de 82,55 % dos consumidores e foi caracterizada por apresentar aroma frutado (2,45), aroma de frutas vermelhas (2,96), gosto doce (2,65 g/L).

Dentre os vinhos menos aceitos as amostras 512 e 326 foram classificadas pelo ACP como ricas em aroma herbáceo (2,75 e 1,70), gosto ácido e amargo. As amostras provenientes do Vale do São Francisco (751 e 812), região nordeste do Brasil, obtiveram a preferência de um menor número de consumidores (50,00 e 54,65 %, respectivamente), no entanto, seus perfis sensoriais não se destacaram as demais.

Os atributos sabor herbáceo, gosto ácido e gosto amargo caracterizaram as amostras com a preferência da menor proporção de provadores (amostras 326 e 512).

O método de extração empregado permitiu o isolamento de vários compostos voláteis, possibilitando a obtenção do perfil de voláteis das distintas amostras.

Foram identificados 39 compostos voláteis pela primeira vez em vinhos Cabernet Sauvignon nacionais, por espectrometria de massas e índices de Kovats. Dezesesseis compostos foram positivamente identificados, pois tiveram sua identidade confirmada pelo uso de padrões.

Os compostos 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol foram os mais abundantes em todas as amostras, seguido pelo álcool feniletílico, lactato de etila e pelo álcool isobutílico. Os álcoois constituíram a classe dominante entre os compostos identificados, seguida pelos ésteres.

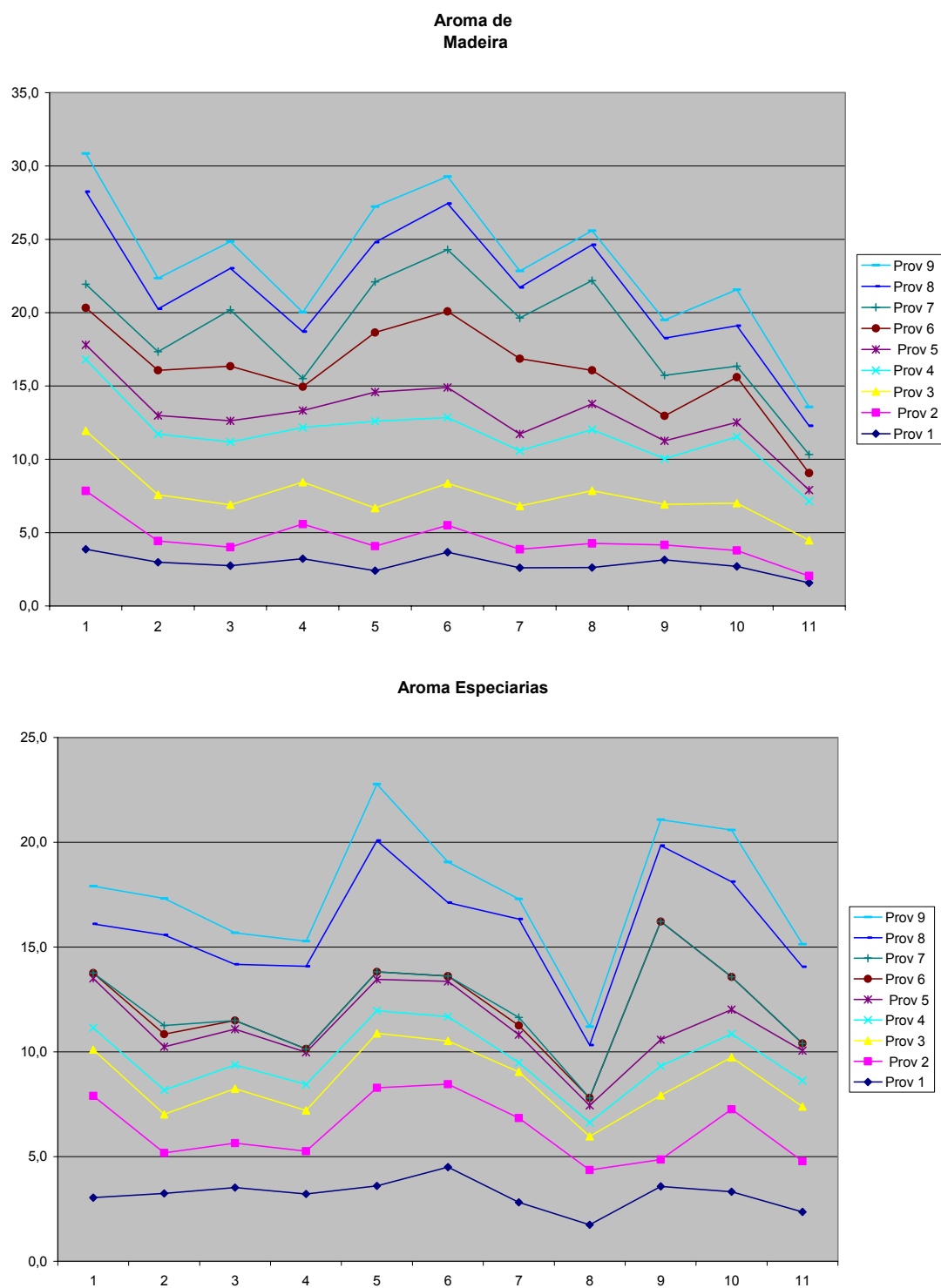
A Análise dos Componentes Principais realizada para os ésteres identificados possibilitou a caracterização da amostra mais bem aceita pelos consumidores (245) como apresentando altas concentrações de 2-metilbutirato de etila (frutado, floral e doce), hexanoato de etila (frutado e verde) e octanoato de etila (doce, verde e tinta).

Os compostos ácido hexanóico, ácido butanóico, furfural e hexanoato de etila foram considerados como os de maior contribuição para o aroma total do vinho estudado.

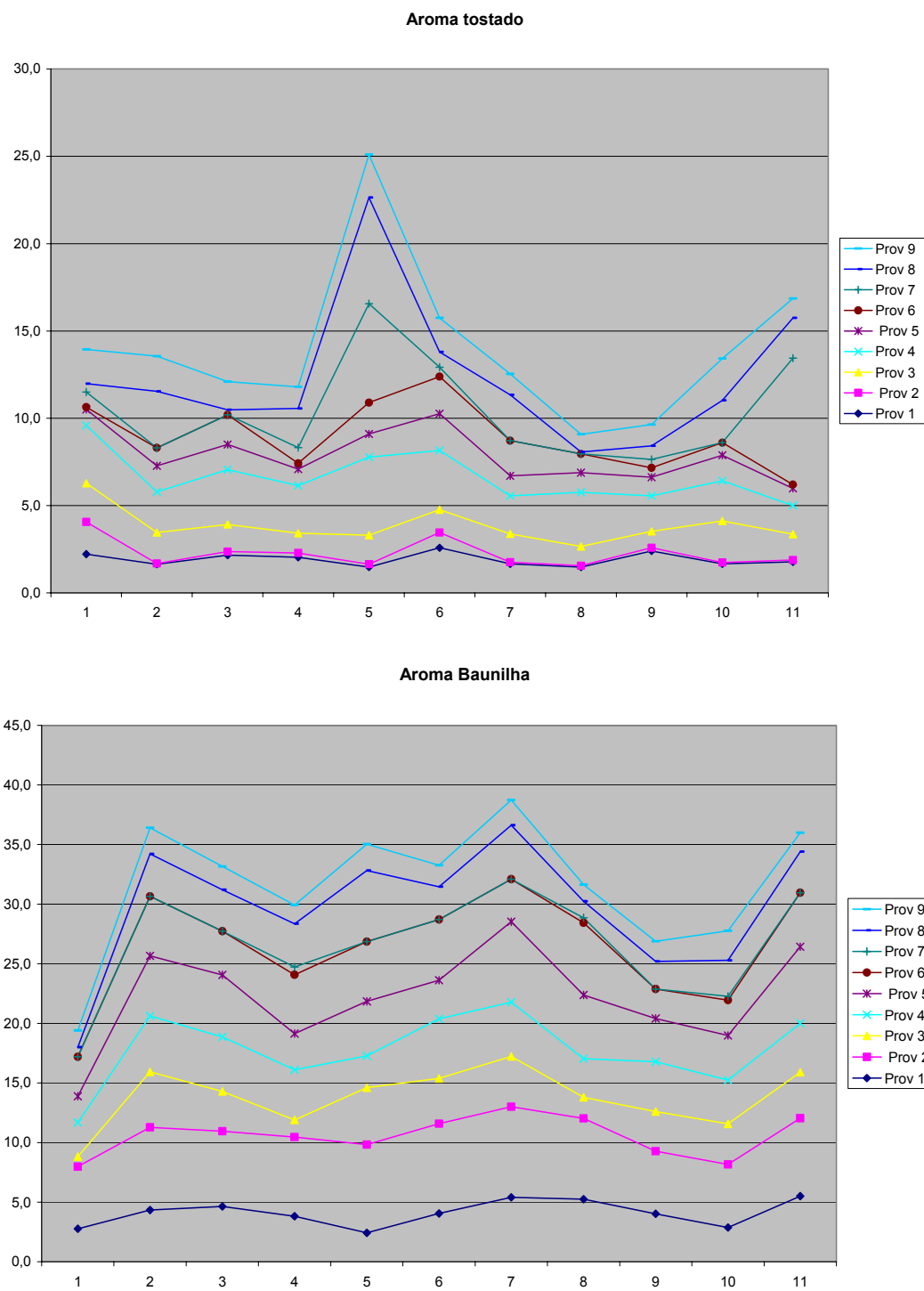
De modo geral, os vinhos estudados não puderam ser caracterizados quanto à sua origem.

ANEXOS

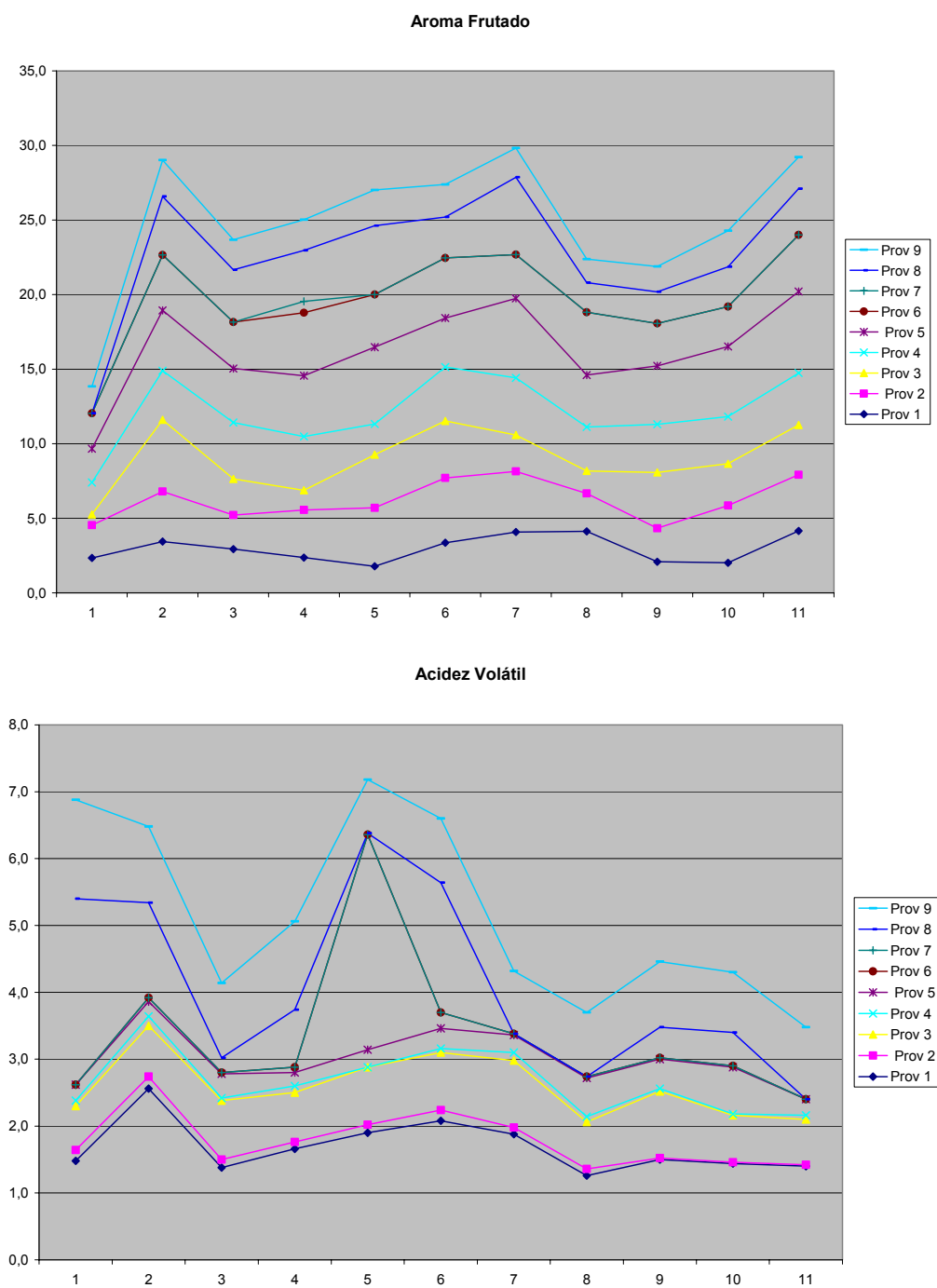
Anexo 1: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de madeira e de especiarias.



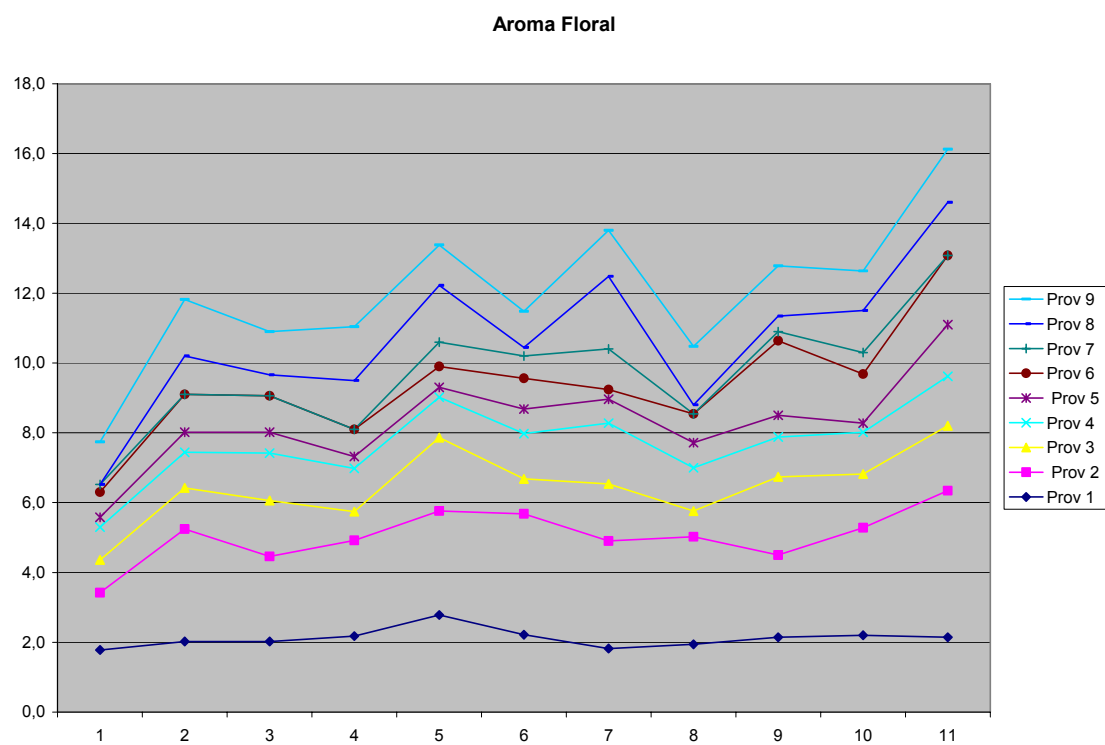
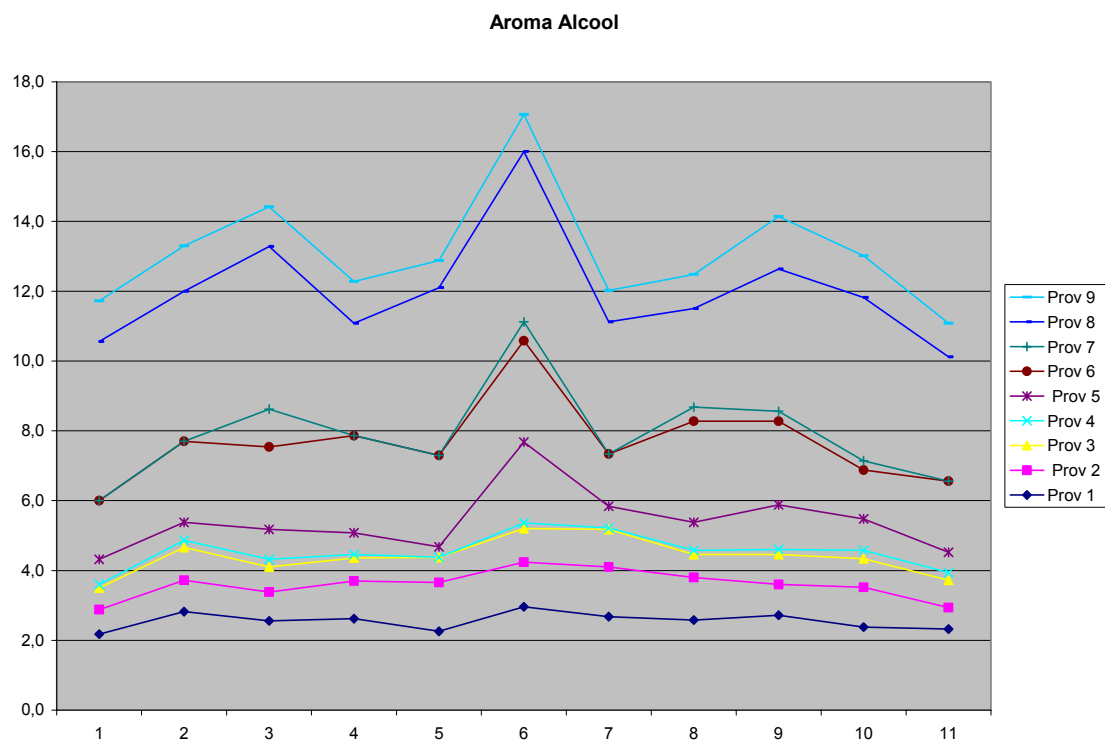
Anexo 2: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma tostado e de baunilha.



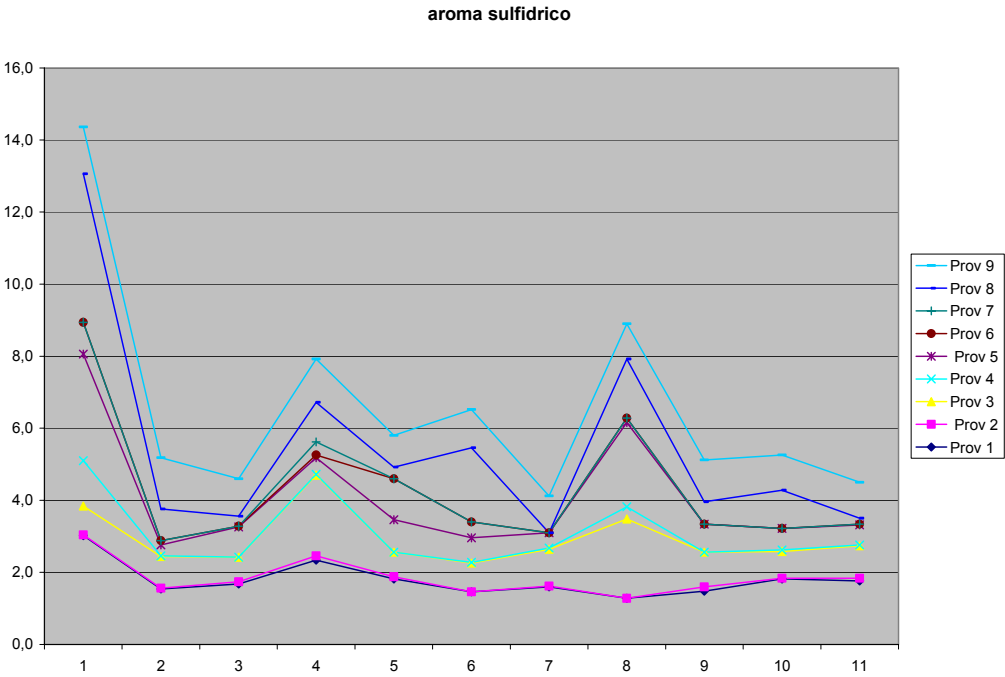
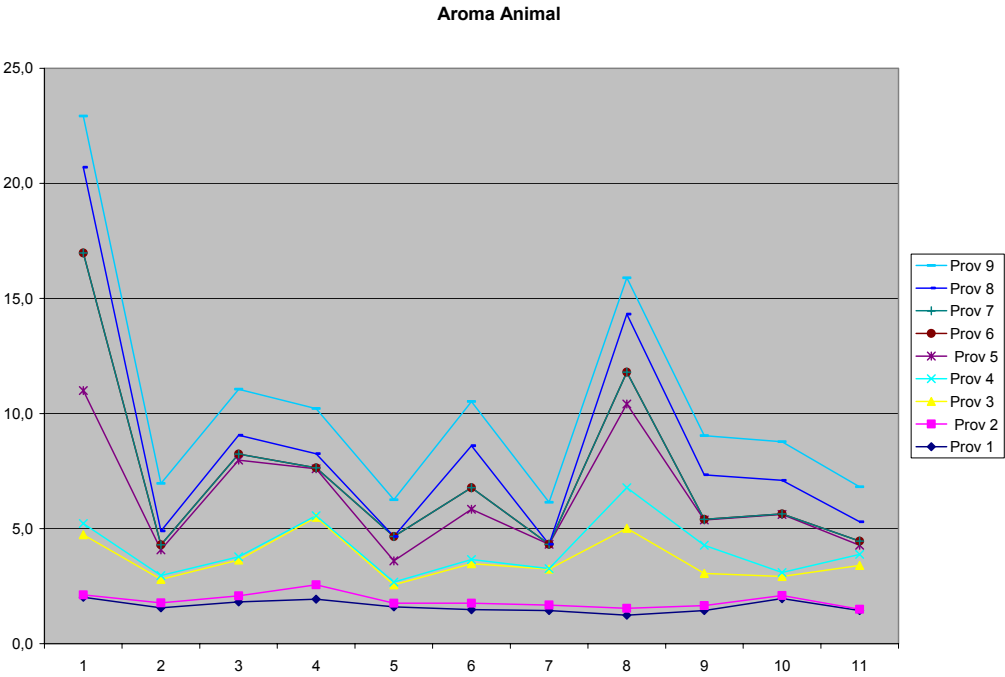
Anexo 3: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma frutado e acidez volátil.



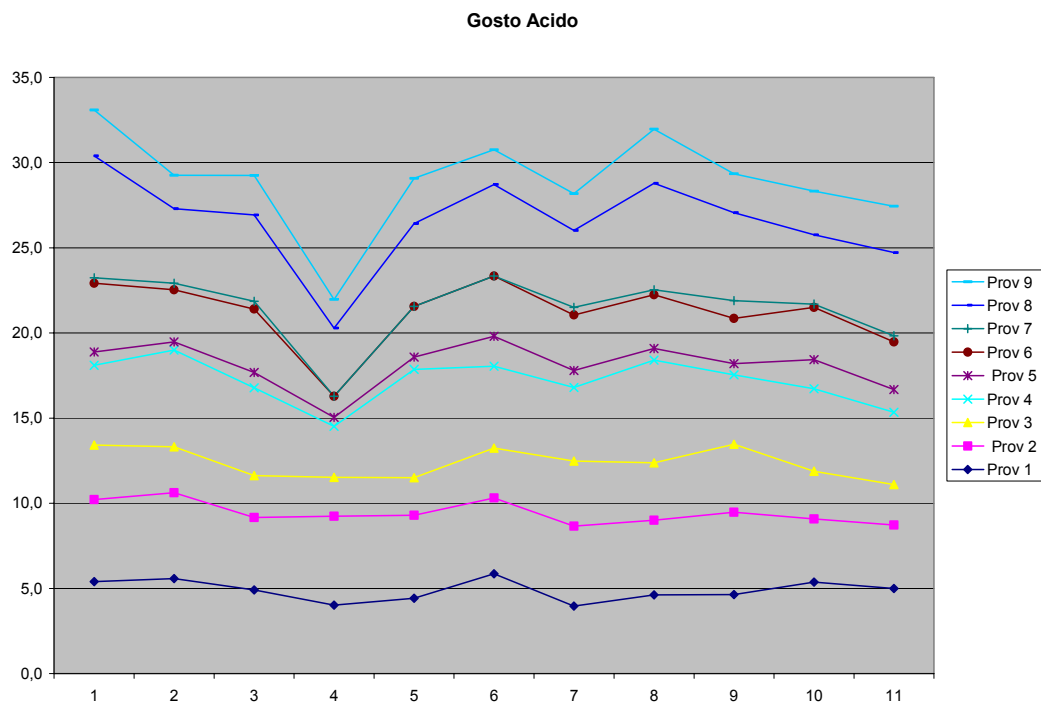
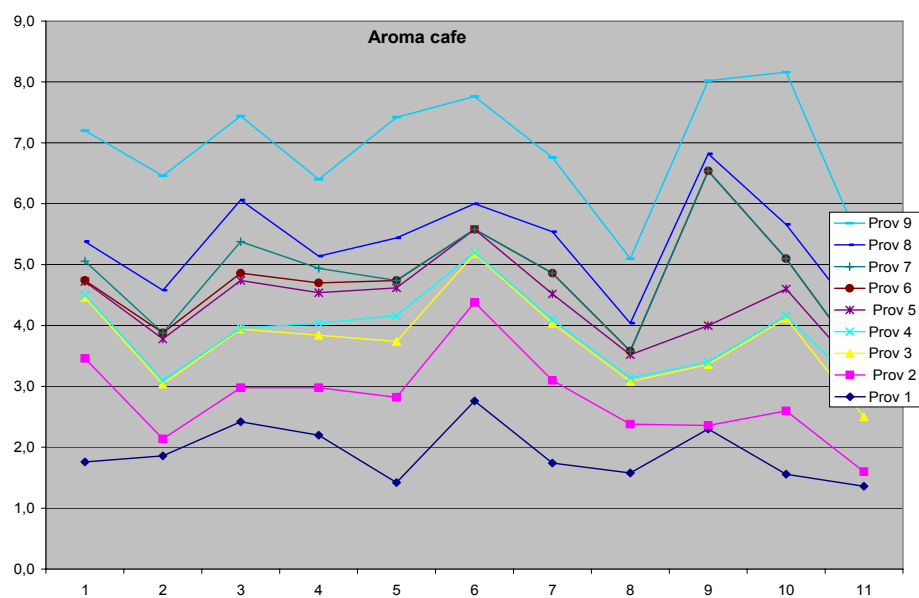
Anexo 4: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de álcool e floral.



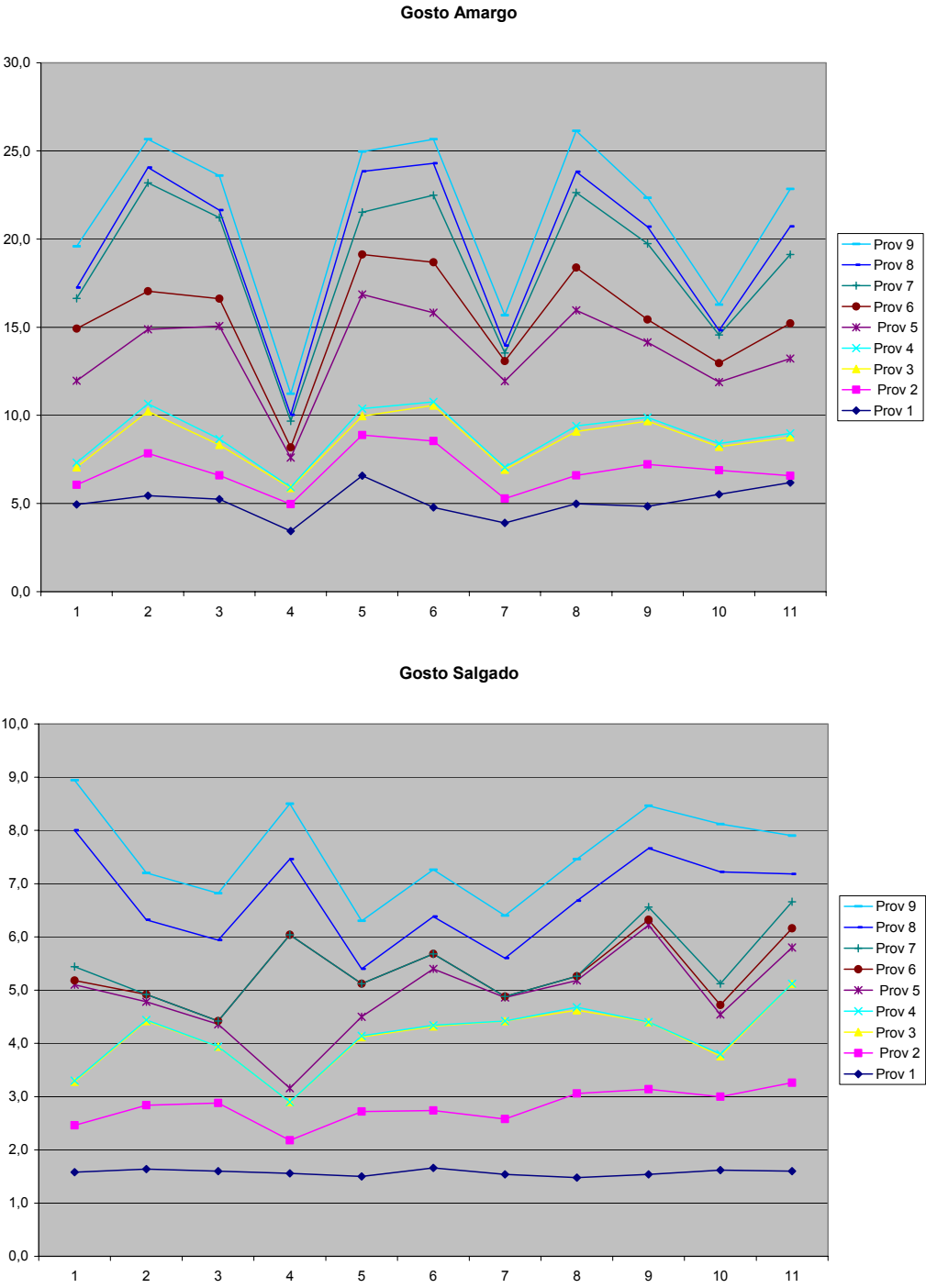
Anexo 5: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma animal e sulfídrico.



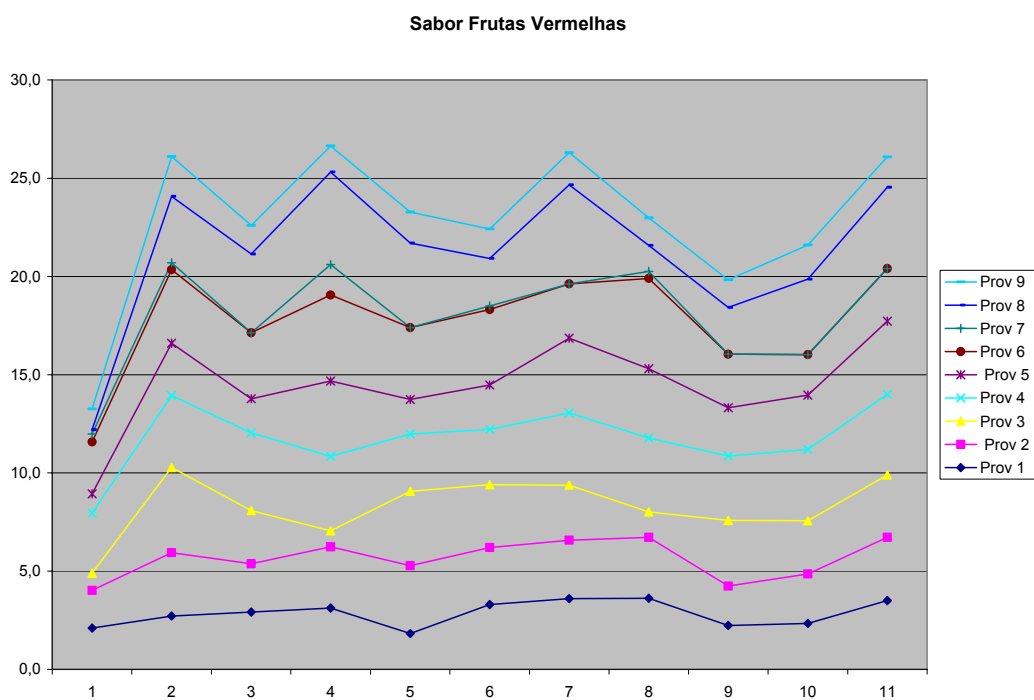
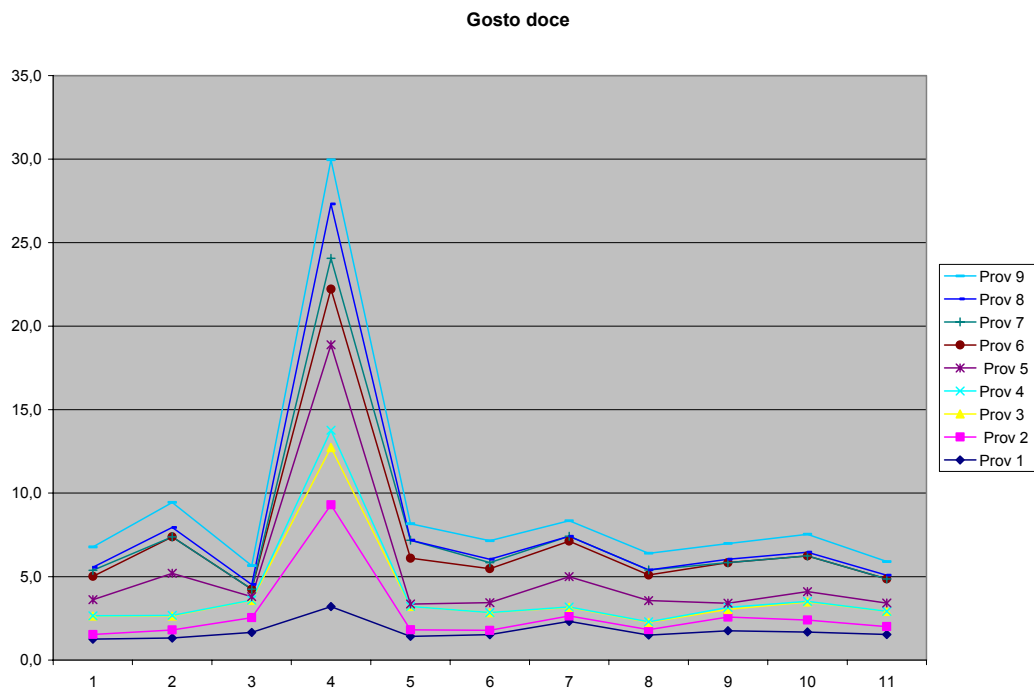
Anexo 6: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos aroma de café e do gosto ácido.



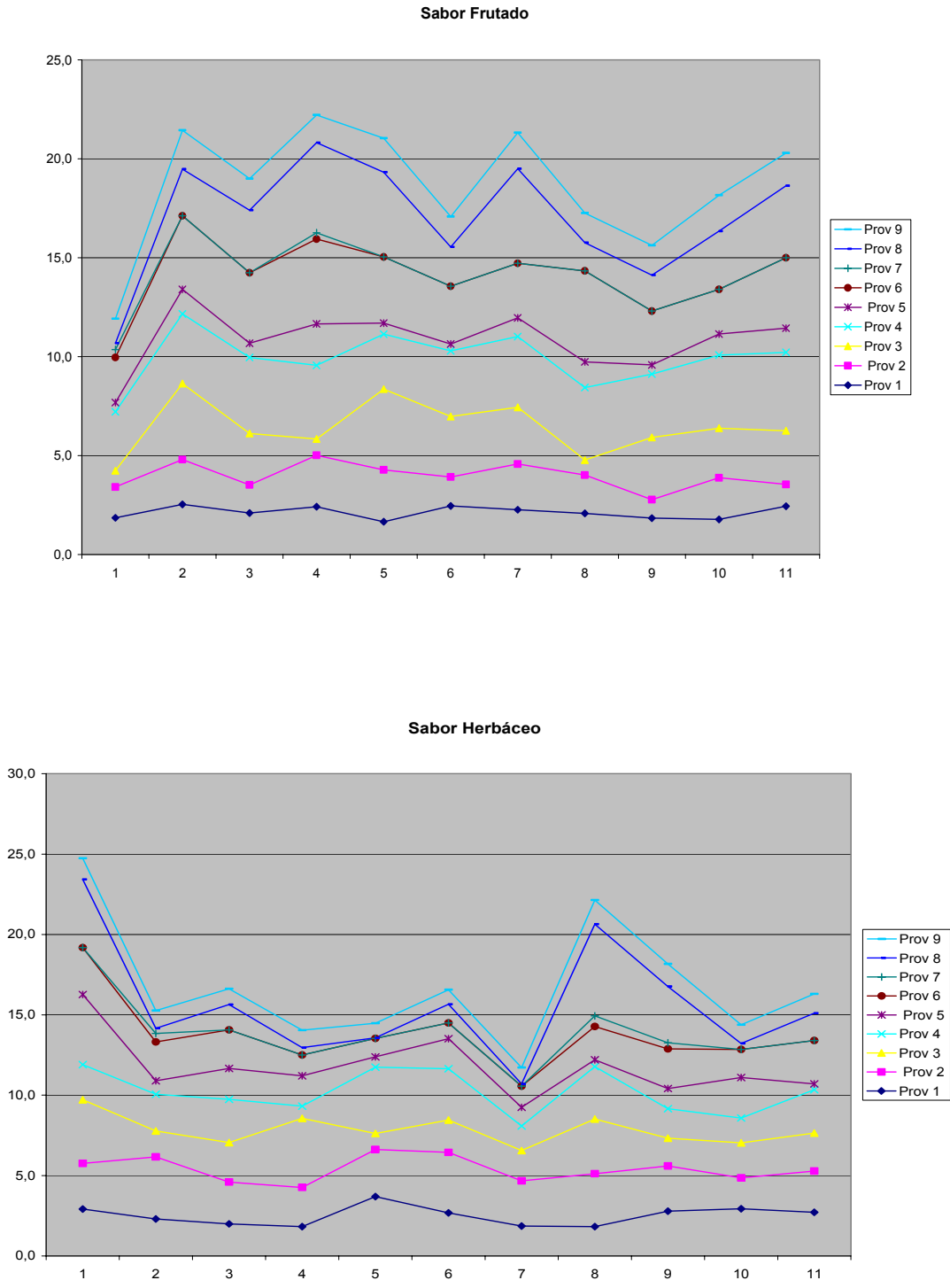
Anexo 7: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos gosto amargo e salgado.



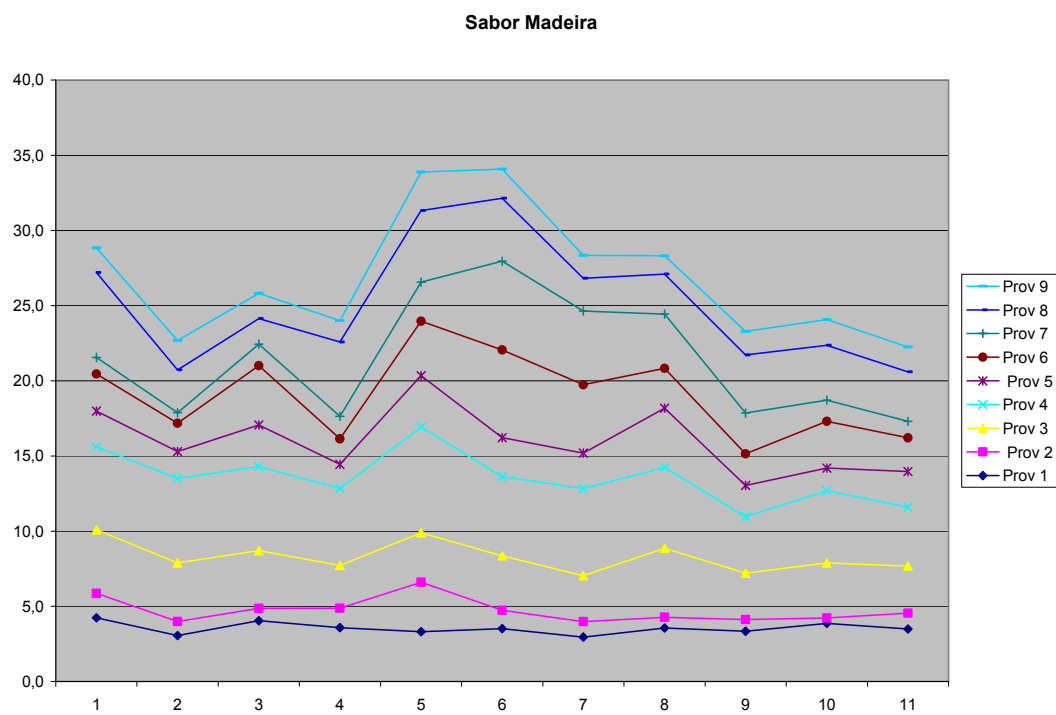
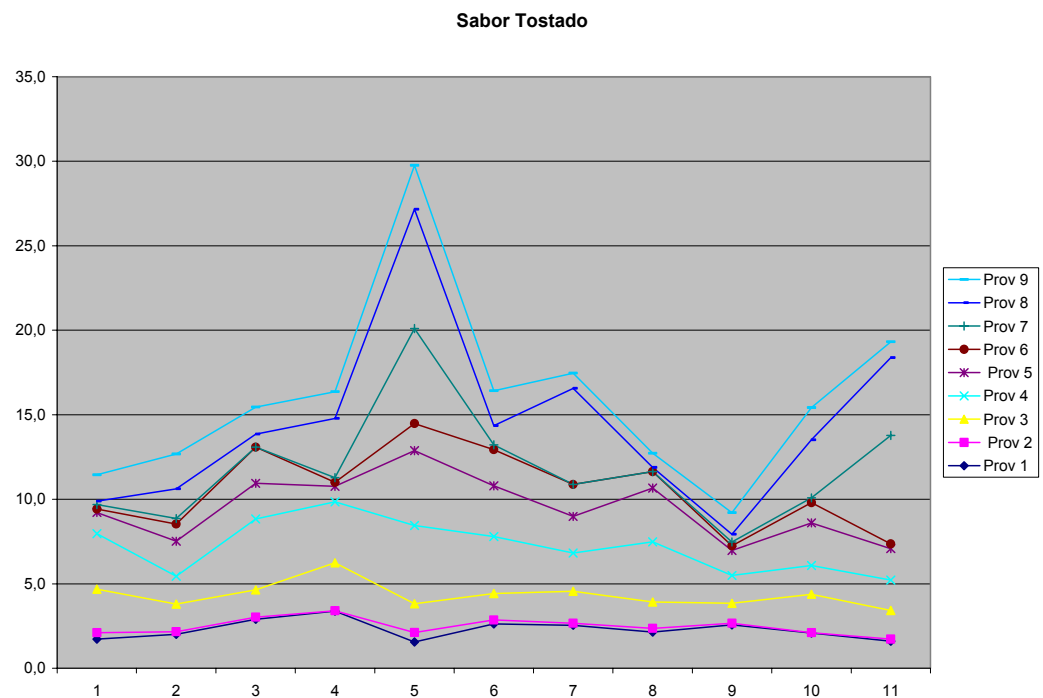
Anexo 8: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos gosto doce e do sabor de frutas vermelhas



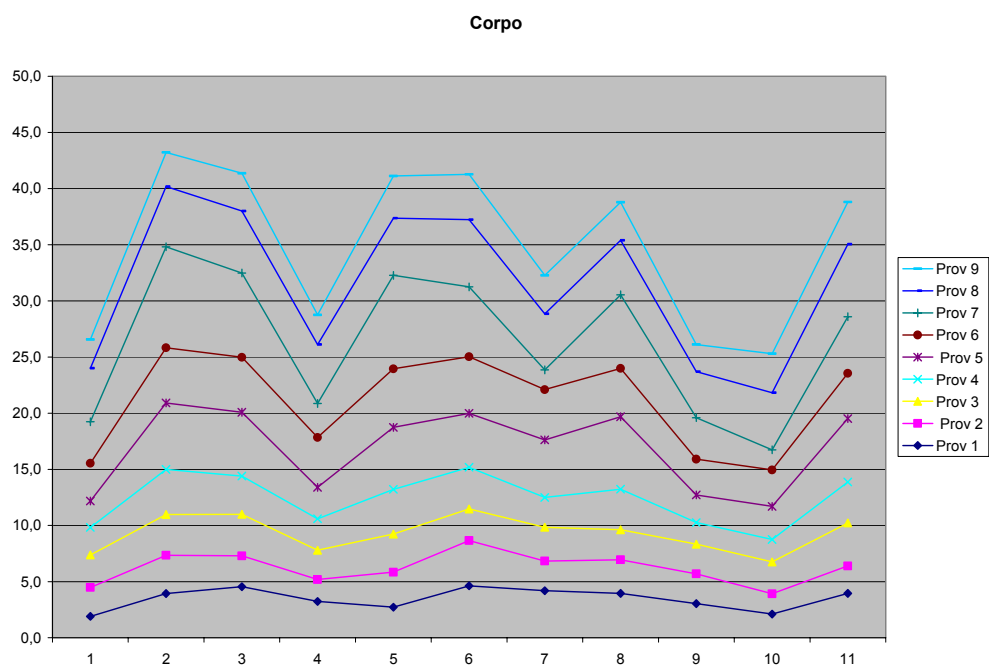
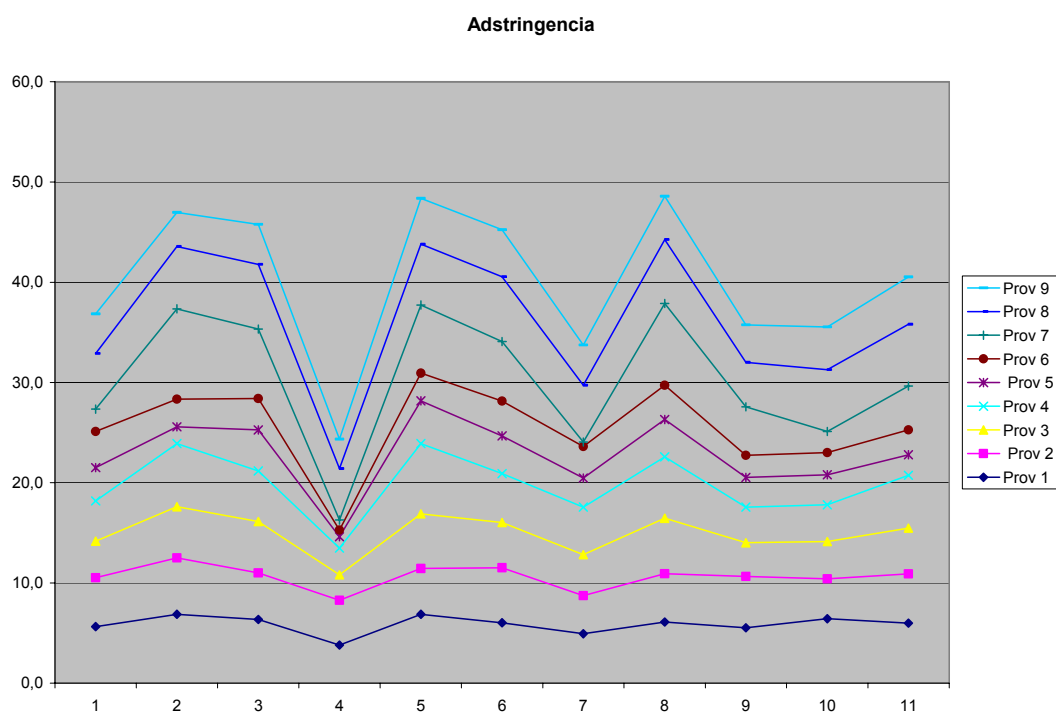
Anexo 9: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos sabor frutado e herbáceo.



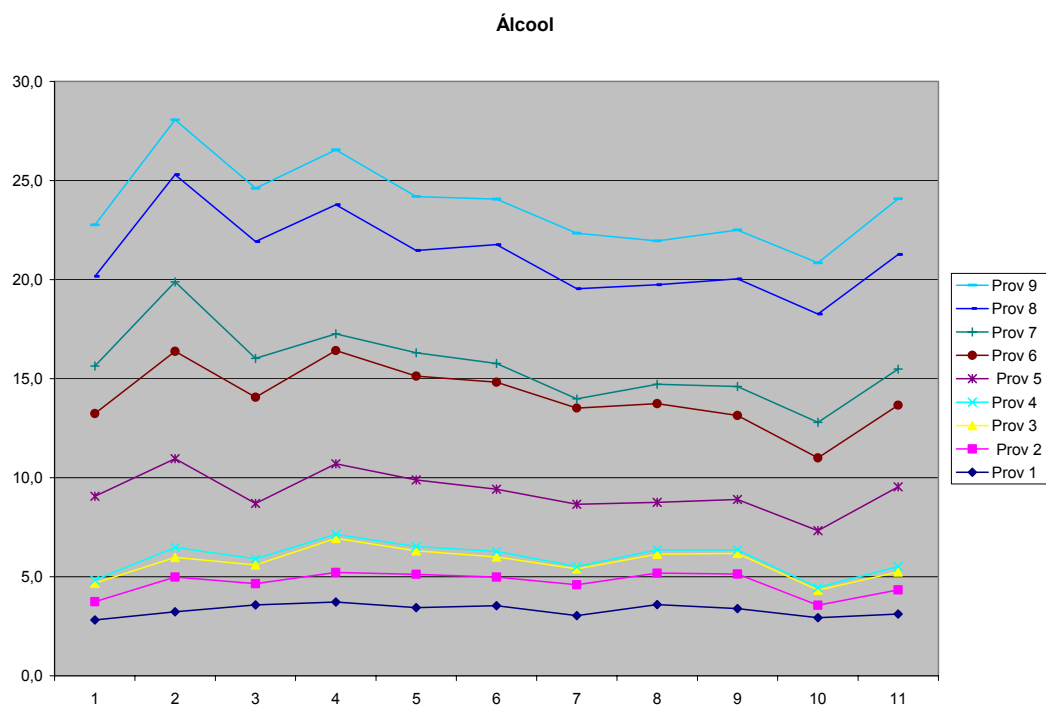
Anexo 10: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos sabor tostado e de madeira.



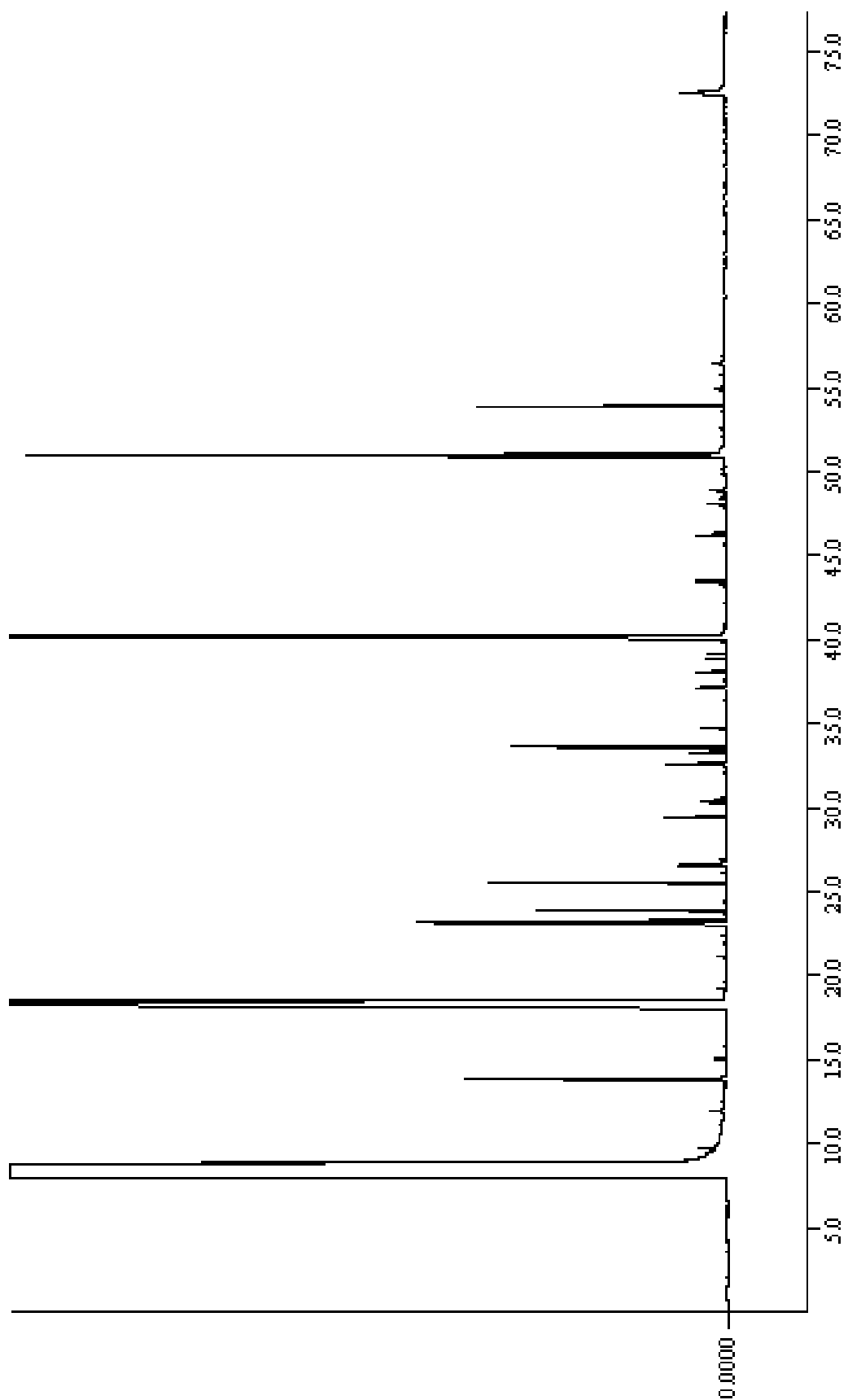
Anexo 11: Gráfico de consenso da equipe sensorial para os atributos adstringência e corpo.



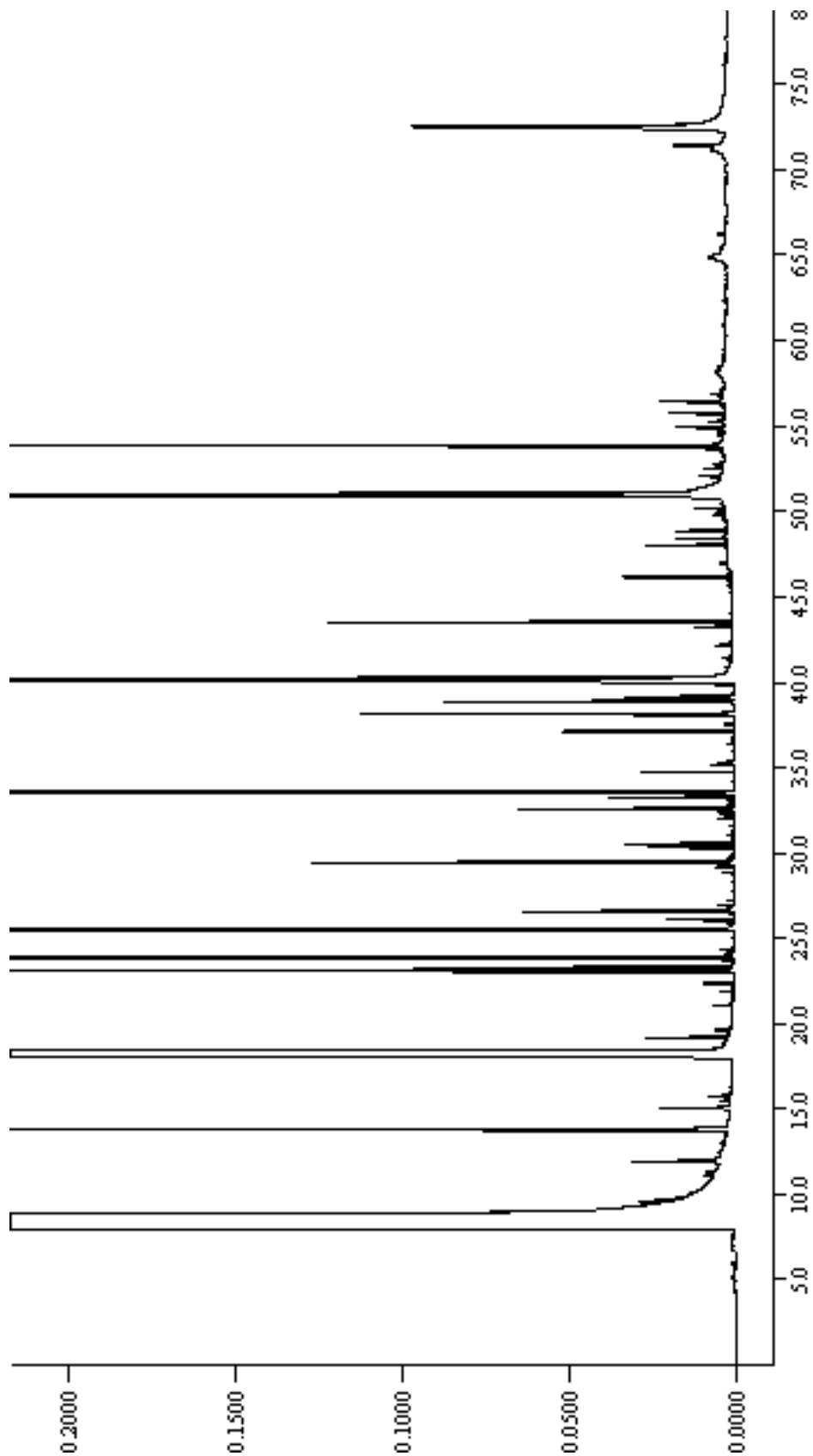
Anexo 12: Gráfico de consenso da equipe sensorial para o atributo textura de álcool.

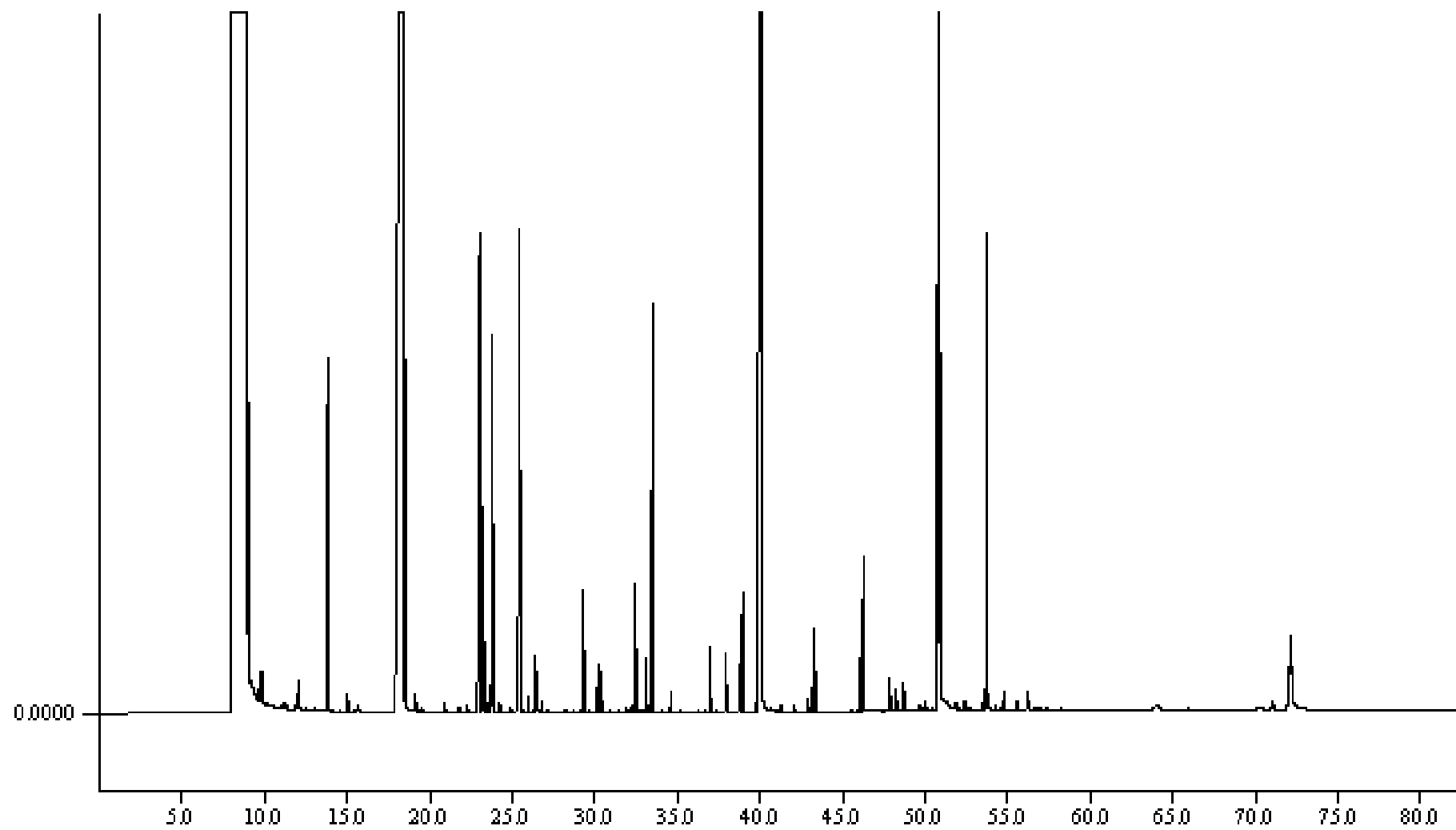


Anexo 13: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 193, procedente da Serra Gaúcha - RS, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.

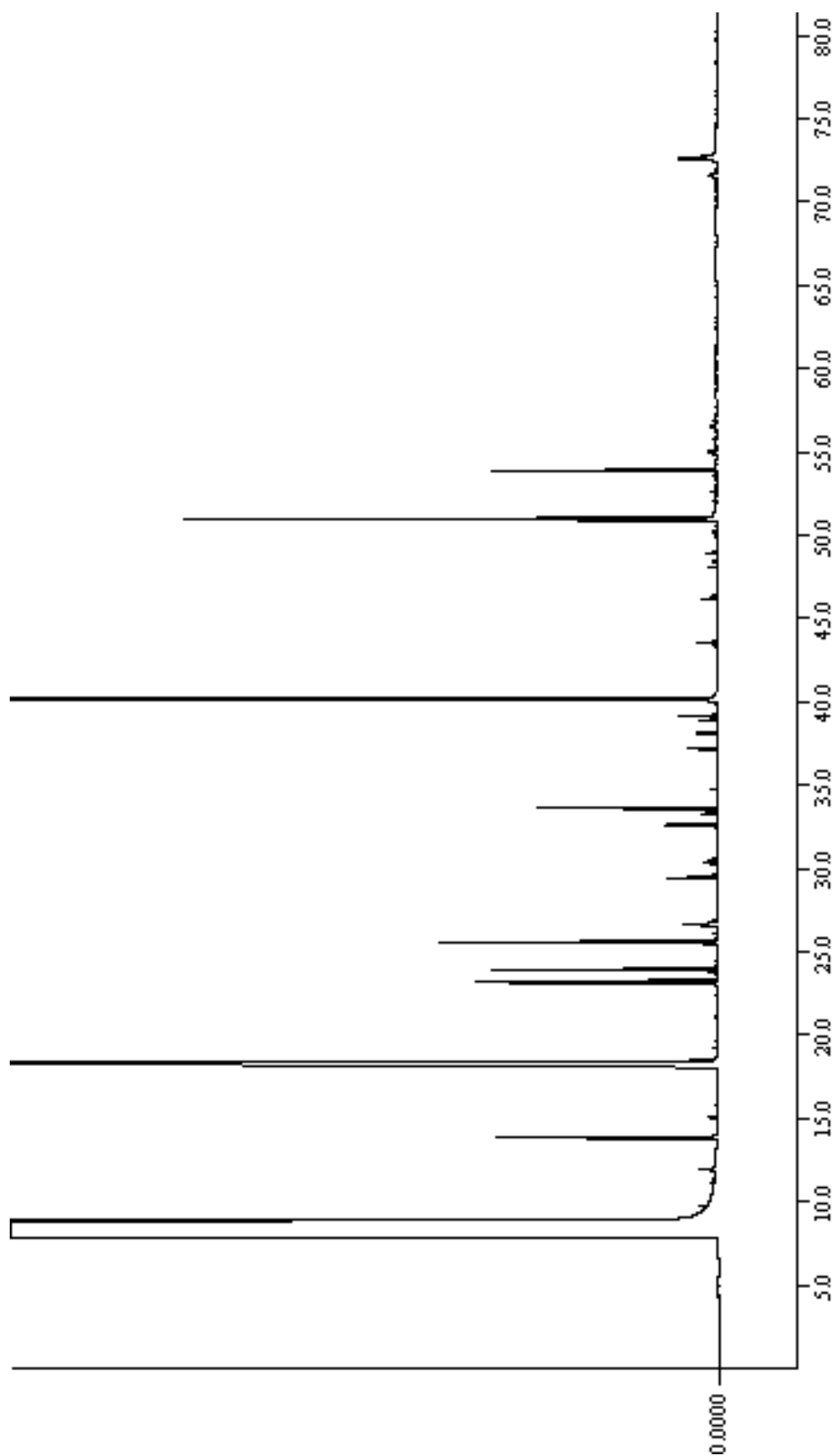


Anexo 14: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 245, procedente da Serra Gaúcha - RS, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.

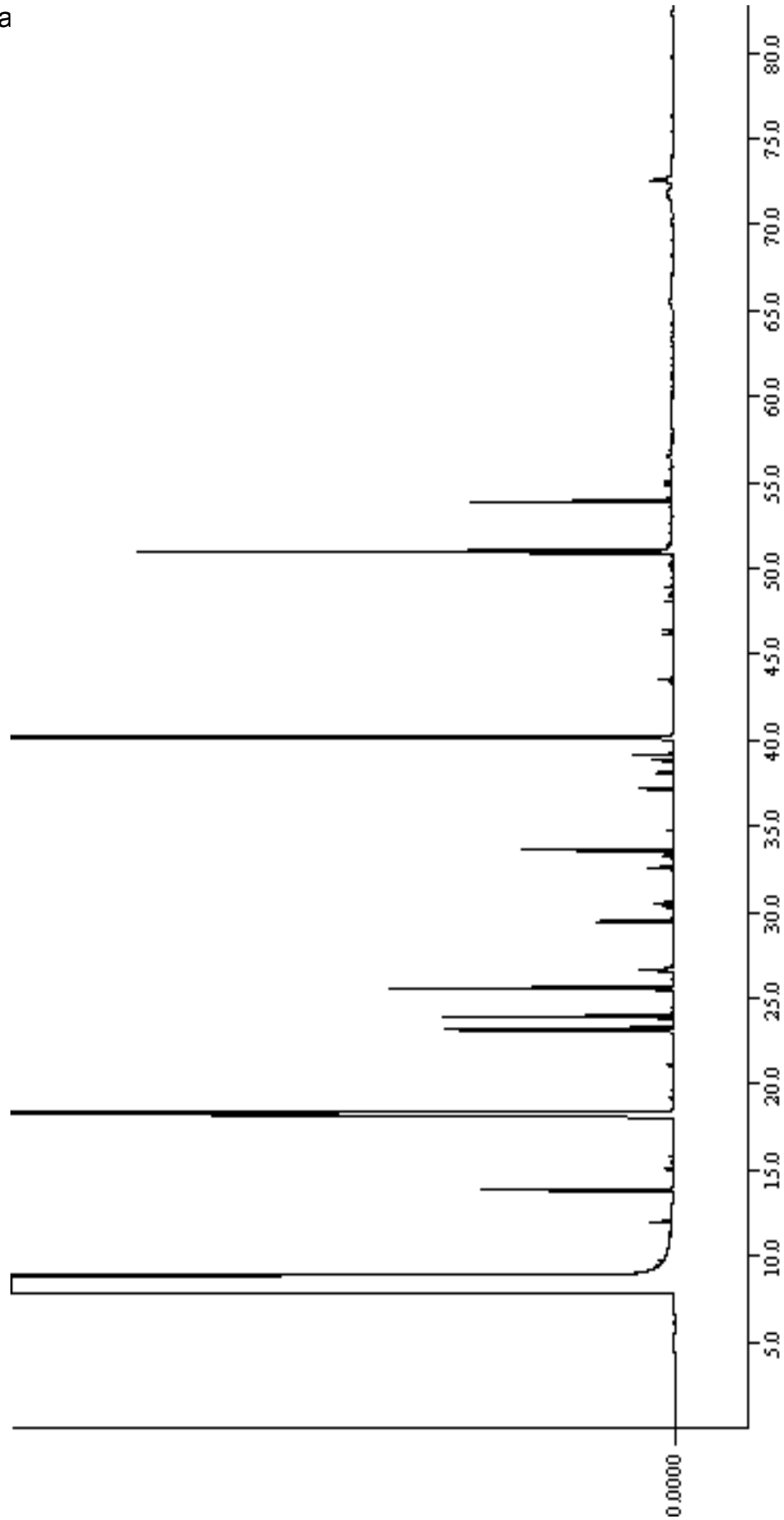




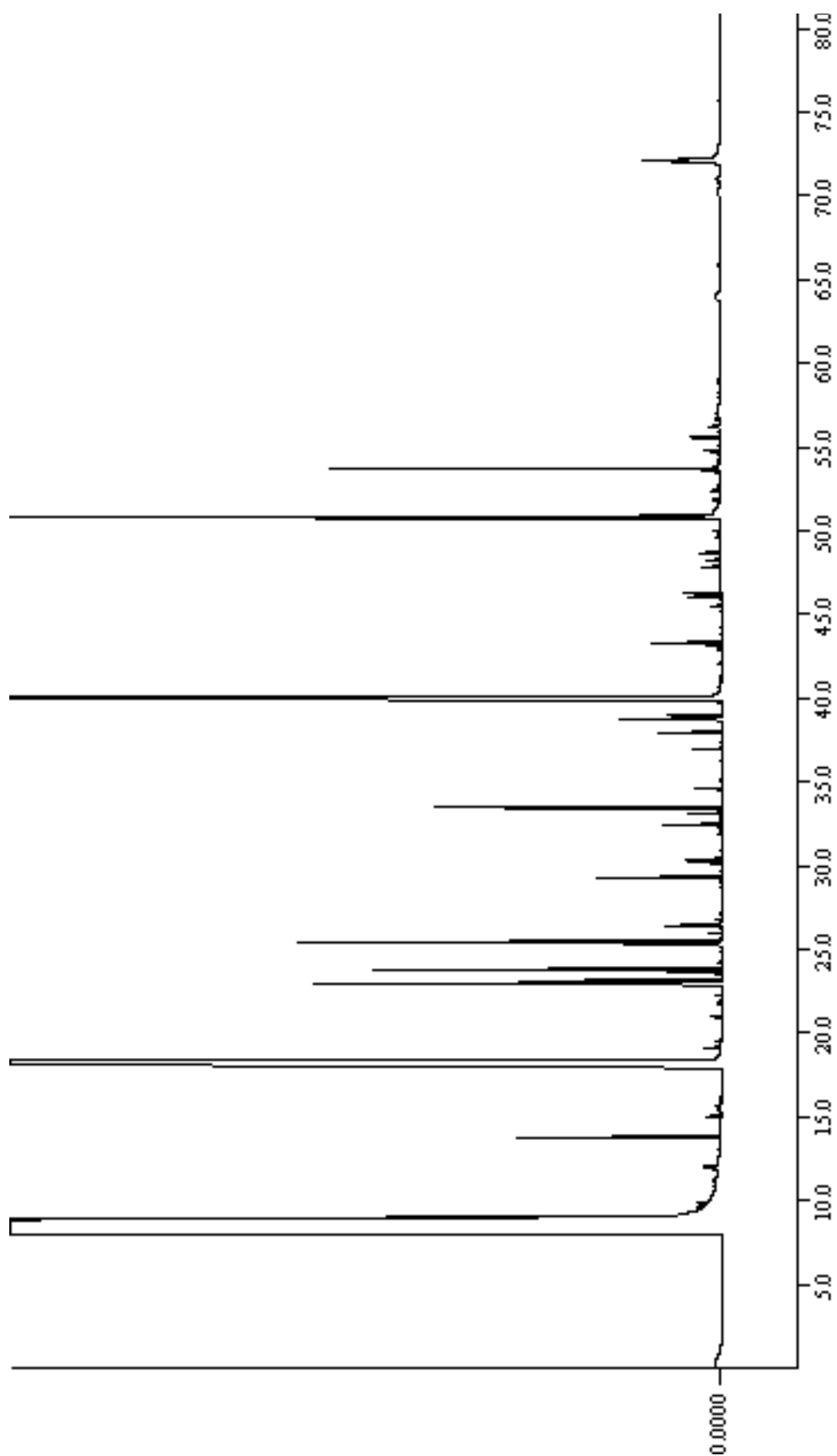
Anexo 16: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 611, procedente da Serra - Gaúcha RS, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.



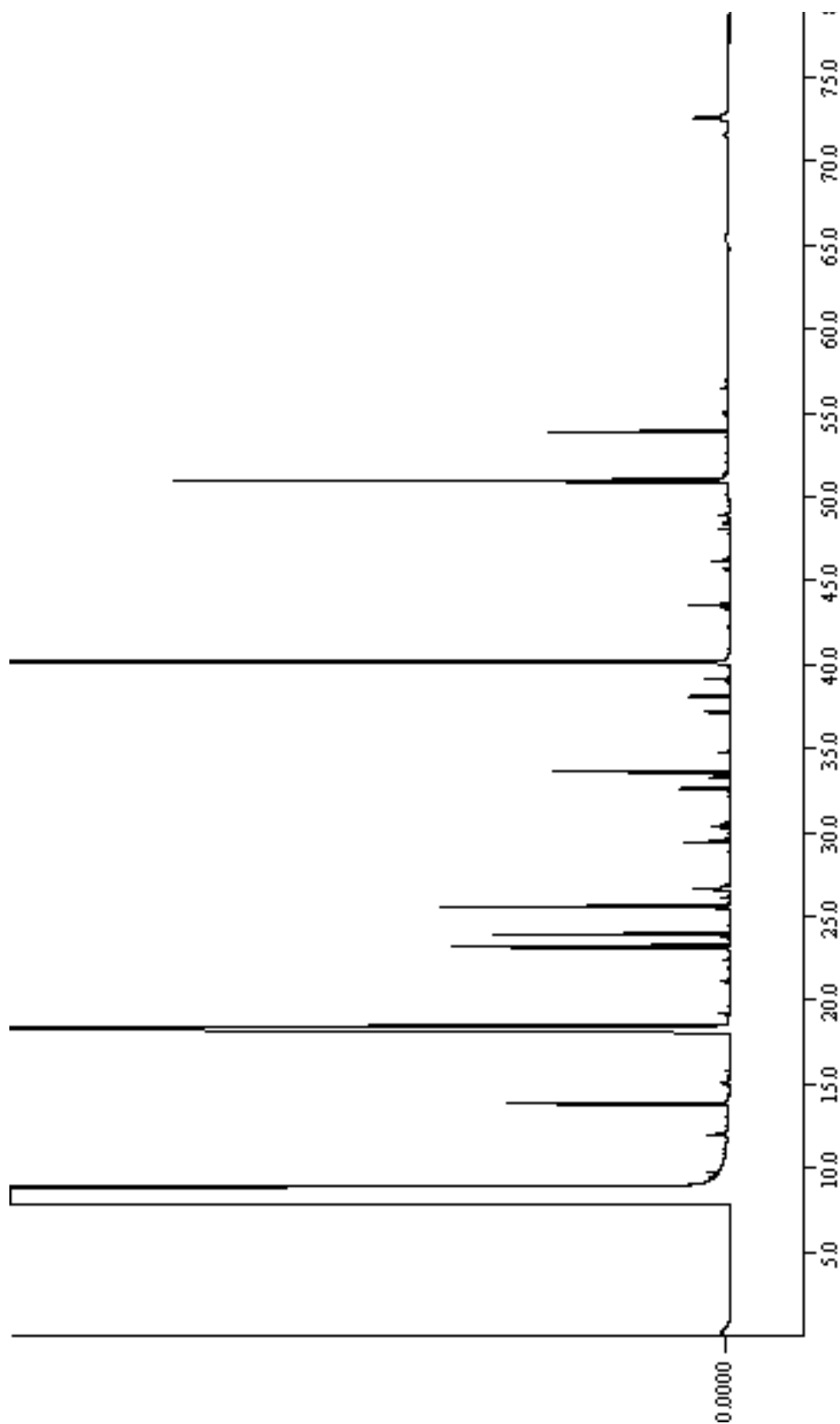
Anexo 17: Cromatograma dos compostos voláteis de vinho 769, procedente da Serra
DIC.



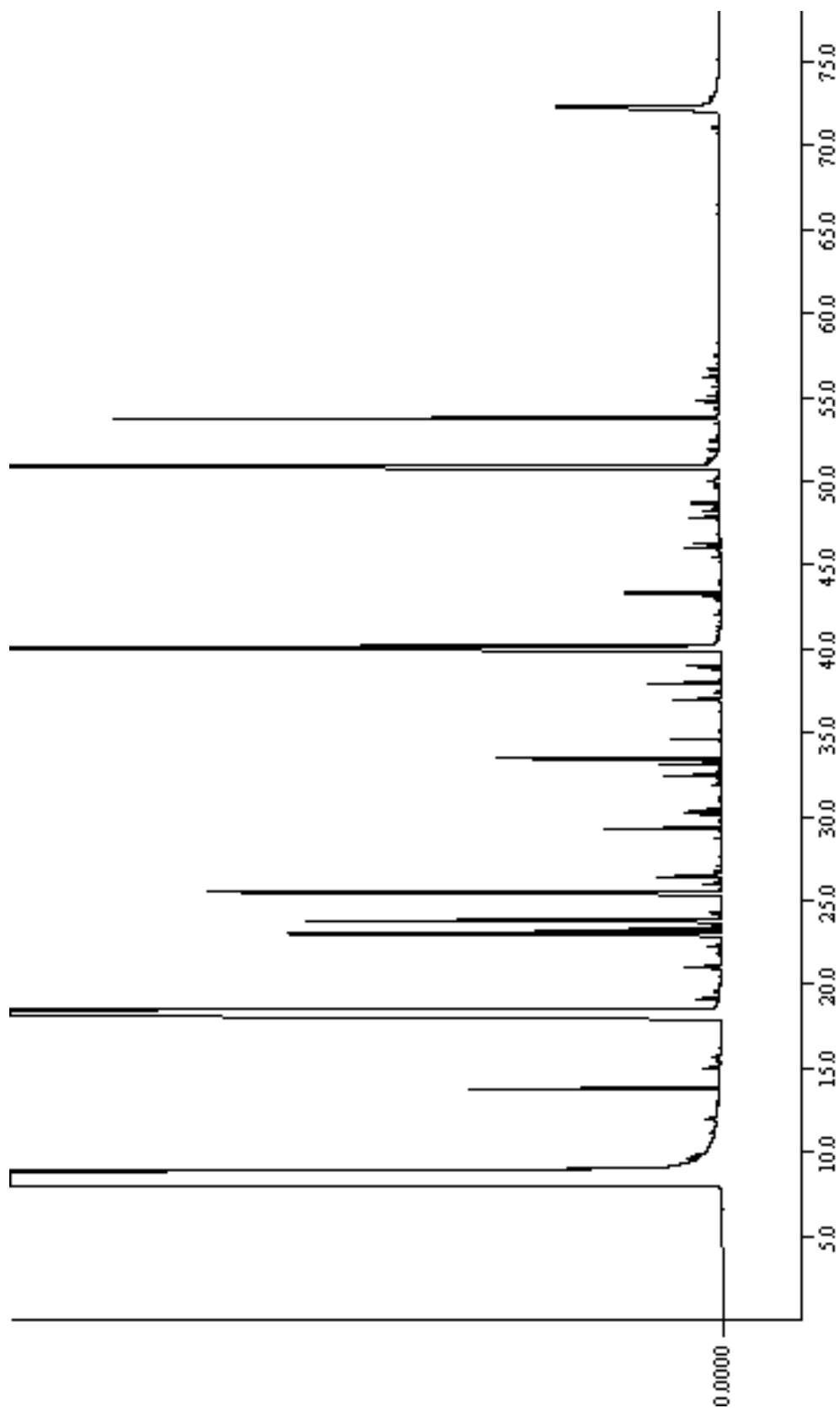
Anexo 18: Cromatograma dos compostos voláteis de vinho 934, procedente da Serra Gaúcha - RS, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.



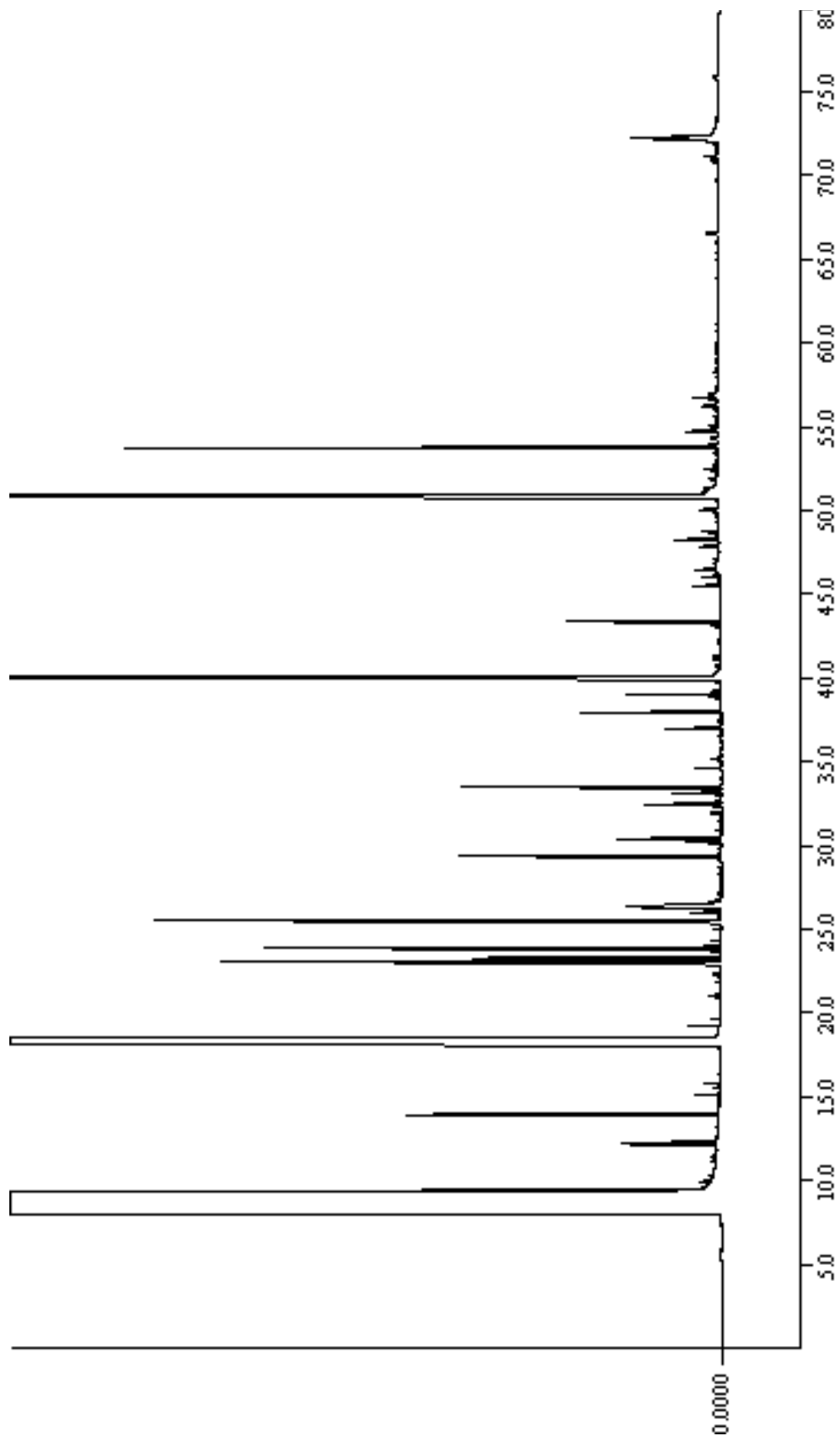
Anexo 19: Cromatograma dos compostos voláteis de vinho 410, procedente da Campanha - RS, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.



Anexo 20: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 376, procedente do Vale do Rio do Peixe - SC, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.



Anexo 21: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 751, procedente do Vale do São Francisco – PE/BA obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.



Anexo 22: Cromatograma dos compostos voláteis da amostra de vinho 812, procedente do Vale do São Francisco – PE/BA, obtido por extração em fase sólida e análise por CG-DIC.

