



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

**FACULDADE DE FARMÁCIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

**USO DE METODOLOGIAS COMBINADAS DE ANÁLISE  
SENSORIAL E QUÍMICO-ANALÍTICAS PARA CONTROLE  
DE QUALIDADE DE VINHOS ESPUMANTES NACIONAIS**

**ADRIANA LÚCIA DA COSTA SOUZA**

Salvador-BA

2010

**ADRIANA LÚCIA DA COSTA SOUZA**

**USO DE METODOLOGIAS COMBINADAS DE ANÁLISE  
SENSORIAL E QUÍMICO-ANALÍTICAS PARA CONTROLE  
DE QUALIDADE DE VINHOS ESPUMANTES NACIONAIS**

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Eugênia de Oliveira Mamede

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Salvador-BA

2010

*“Vigiai! Sede firmes na fé! Sede homens!  
Sede fortes! Tudo o que fazeis, fazei-o na  
caridade.”*

(I Cor. 16, 13-14)

*“O trabalho faz os dias prósperos, o vinho  
faz os domingos felizes.”*

(Charles Baudelaire)

*A Deus, meu protetor, que nunca me deixa desanimar.*

*A Nossa Senhora da Assunção que escuta o meu silêncio e a minha oração.*

*E aos meus pais, minha maior fonte de inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

À minha querida orientadora Maria Eugênia de O. Mamede, pela paciência, dedicação, ensinamentos e amizade, que nunca mediu esforços quando precisei em busca do aperfeiçoamento do trabalho.

À minha família, meu pai Abílio, minha mãe Ina, minhas irmãs Ana Paula e Ângela, e minha sobrinha Nicole pelo apoio incondicional e incentivo nessa jornada do mestrado e em tudo na minha vida.

A meus tios, tias, primos e primas pelo companheirismo.

A meus amigos, uns distantes, outros tão presentes. Em especial, Juliana Machado e Fernando Neto. Obrigada por acreditarem em mim e desculpa pelos momentos de ausência.

À turma de 2008 do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, em especial Manuela, Roberta, Daniela, Juliana, Daniel, Carol, Antônio Geraldo e Luciene. Não poderia ter tido turma melhor. Obrigada pela união!

Aos meus outros amigos que não fizeram parte da minha turma do mestrado, mas que tive a felicidade de conhecer, Leo Maciel e Luisa, vocês se tornaram meus irmãos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, Maria Spinola, Eliete Bisto, Aláise Guimarães, Celso Duarte, Ivaldo Trigueiro e Janice Druzian. Obrigada pelos ensinamentos.

À Priscila, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos – UFBA, por sempre querer fazer o melhor e me atender sempre que precisei.

Às alunas de PIBIC: Pollyanna e Sara e as alunas voluntárias: Diva e Vanessa. Obrigada pelo apoio nas análises.

Aos julgadores que fizeram parte da equipe sensorial do estudo.

Aos laboratórios e toda sua equipe de Análises Bromatológicas, Controle de Qualidade de Alimentos e Bioquímica Clínica da Faculdade de Farmácia (UFBA); de Estudos e Pesquisas em Alimentação Coletiva da Escola de Nutrição (UFBA) e de Cromatografia Gasosa do Instituto de Química (UNICAMP) pela possibilidade de realização das análises deste trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo suporte financeiro.

À fábrica Miolo/Terra Nova pela doação de parte das amostras utilizadas na pesquisa.

À coordenadora do curso de nutrição da Estácio/FIB, Tatiana Britto e todos os demais colegas, em especial Rose Feliciano.

Aos meus queridos alunos, pela admiração e incentivo em me tornar uma profissional melhor.

E a todos que direta ou indiretamente me ajudaram nesta caminhada.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

<b>Tabela 1</b> – Composição físico-química dos vinhos espumantes .....	44
<b>Tabela 2</b> – Valores de média dos parâmetros de cor instrumental de amostras de vinho espumante .....	47
<b>Tabela 3</b> – Composição Geral de compostos voláteis de amostras de vinho espumante .....	48

### Capítulo III

<b>Tabela 1</b> – Terminologia Descritiva de Vinho Espumante .....	66
<b>Tabela 2</b> – Valores de $p$ amostra e $p$ repetição (entre parênteses) obtidos por 8 julgadores em cada atributo da equipe (valores desejáveis: $p_{amostra} < 0,50$ e $p_{repetição} \geq 0,05$ ) .....	68
<b>Tabela 3</b> – Média dos atributos sensoriais que caracterizam as amostras ....	69
<b>Tabela 4</b> – Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as médias dos atributos sensoriais. Números entre parênteses representam o nível de significância de $r$ .....	71

## LISTA DE QUADROS

### Capítulo I

<b>Quadro 1</b> – Dados de Produção da Região do Vale do São Francisco .....	24
<b>Quadro 2</b> – Dados de Produção da Região do Vale dos Vinhedos .....	25



## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

**Figura 1** – Mapa da Região do Vale do São Francisco ..... 23

**Figura 2** – Mapa da região do Vale dos Vinhedos ..... 24

### Capítulo II

**Figura 1** – Análise de Componentes Principais (ACP) ..... 46

### Capítulo III

**Figura 1** – Amostras de vinho espumante codificadas ..... 60

**Figura 2** – Ficha de Aplicação do Teste Triangular ..... 61

**Figura 3** – Ficha de Aplicação do Teste de Rede Kelly ..... 62

**Figura 4** – Ficha de Aplicação do Teste de ADQ ..... 64

**Figura 5** – Análise de Componentes Principais (ACP) ..... 73

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas .....	VII
Lista de Quadros .....	VIII
Lista de Figuras .....	IX
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUÇÃO GERAL .....	14
<b>OBJETIVOS</b>	
OBJETIVO GERAL .....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>CAPÍTULO I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>1. HISTÓRICO DO VINHO ESPUMANTE NACIONAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2. TIPOS DE UVAS BRANCAS PARA PRODUÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES .....</b>	<b>20</b>
<b>3. MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES .....</b>	<b>22</b>
<b>4. PRINCIPAIS REGIÕES BRASILEIRAS PRODUTORAS DE VINHO ESPUMANTE .....</b>	<b>23</b>
<b>5. COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO VINHO ESPUMANTE .....</b>	<b>25</b>
<b>6. ANÁLISE SENSORIAL .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VINHOS ESPUMANTES: USO DE COLORÍMETRO E DA TÉCNICA HS-SPME-CG-MS</b>	
<b>RESUMO .....</b>	<b>37</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>38</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>2. MATERIAL e MÉTODOS</b>	
2.1. Material .....	40
2.2. Métodos .....	40
2.2.1. Análise físico-química .....	40
2.2.2. Proteínas Totais .....	41
2.2.3. Compostos Fenólicos .....	41
2.2.4. Análise Colorimétrica .....	42
2.2.5. Extração, separação e identificação de compostos voláteis .....	42
2.2.6. Análise Estatística .....	43
<b>3. RESULTADOS e DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO III: PERFIL SENSORIAL DE VINHO ESPUMANTE BRASILEIRO</b>	
<b>RESUMO .....</b>	<b>56</b>

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>57</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>	
2.1. Material .....	59
2.2. Métodos .....	60
<b>3. RESULTADOS e DISCUSSÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>77</b>

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade de vinhos espumantes brasileiros empregando Colorímetro, técnica Cromatografia Gasosa por Microextração em Fase Sólida com “Headspace” e identificação por Espectrometria de Massa (HS-SPME-CG-MS) caracterizar amostras de vinhos espumantes brasileiros produzidos no Nordeste (região do “Vale do São Francisco”) e Rio Grande do Sul (região do “Vale dos Vinhedos”), utilizando a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise Multivariada da Variância (MANOVA), além de avaliar o poder de discriminação e repetibilidade da equipe de julgadores. Foram analisadas 4 amostras de vinhos espumantes em triplicata. Alguns parâmetros de qualidade como: teor alcoólico, acidez total e volátil, pH, açúcares totais e dióxido de enxofre total foram avaliados. Todas as amostras analisadas estavam de acordo com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. A concentração de proteínas variou de 7,12 mg.L<sup>-1</sup> (amostra A) a 13,99 mg.L<sup>-1</sup> (amostra D), possivelmente a amostra D tenha maior estabilidade de espuma. O teor de compostos fenólicos, também, foi estudado nas amostras. As concentrações de fenóis totais variaram de 86,0 a 127,0 mg.GAE.L<sup>-1</sup>. Com relação o parâmetro C\* (Croma), relacionado com a pureza da cor, foi maior nas amostras B (6,51) (variedade *Moscato*) e D (6,29) (variedade *Chardonnay* e *Riesling*). O uso da HS-SPME-GC-MS permitiu a detecção de 23 compostos de aroma nas amostras, dentre estes podemos citar: hexanoato de etila, decanoato de etila, 9-decenoato de etila e octanoato de etila, ésteres importantes para a qualidade de vinhos espumantes. Foram levantados 25 atributos para descrever as similaridades e diferenças entre as 4 amostras de vinhos espumantes estudadas. A Análise Multivariada da Variância (MANOVA) foi útil para caracterizar das amostras. O componente principal I foi responsável por 54,6% da variabilidade entre as amostras.

**Palavras-chave:** Vinho espumante brasileiro; cromaticidade, compostos voláteis, parâmetros físico-químicos, análise descritiva quantitativa, atributos.

## ABSTRACT

The aim of this study was to examine the quality of Brazilian sparkling wines using colorimeter and the technique of Headspace-Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (HS-SPME-GC-MS) and to characterise samples of sparkling wines produced in the Brazilian Northeast (region of "São Francisco Valley") and Rio Grande do Sul (region of "Vinhedos Valley") using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and Multivariate Analysis Variance (MANOVA), and to evaluate the discrimination power and repeatability of the team of judges.. Four samples of sparkling wines were analysed. Some quality parameters such as alcohol content, total and volatile acidity, pH, total sugars and total sulphur dioxide were evaluated. All samples were analysed according to the identity and quality standards established by Brazilian legislation. The protein concentrations ranged from 7.12 mg.L<sup>-1</sup> (sample A) to 13.99 mg.L<sup>-1</sup> (sample D), possibly implying that sample D has greater foam stability. The content of the phenolic compounds was also quantified in the samples. The concentrations of total phenols ranged from 86.0 to 127.0 mg of galic acid equivalents L<sup>-1</sup> (mg.GAE.L<sup>-1</sup>). The coordinated chroma (C\*) related to colour purity was higher in samples B (6.51) (variety *Moscato*) and D (6.29) (variety *Riesling* and *Chardonnay*). The use of HS-SPME-GC-MS allowed the detection of 23 aroma compounds in the samples, including ethyl hexanoate, ethyl decanoate, ethyl 9-decenoate and ethyl octanoate. Esters are important for the quality of sparkling wines. There were chosen 25 attributes to describe the similarities and differences among the four studied samples of sparkling wine. A Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was useful for observing the sample characterization. The main component I was responsible for 54.6% of the variability between samples.

**Keywords:** Brazilian sparkling wine, chromaticity, volatile compounds, physicochemical parameters, Quantitative Descriptive Analysis, attributes.

## INTRODUÇÃO GERAL

A viticultura brasileira vem se expandindo atualmente. Primeiramente, ela se encontrava concentrada na região sul do país que possui o certificado de indicação geográfica (Vale dos Vinhedos – Serra Gaúcha/RS). Outras regiões emergentes foram tendo destaque na produção de uvas para fabricação de vinhos, como o estado de Minas Gerais e mais, recentemente, o Vale do São Francisco, entre os estados de Pernambuco e Bahia, no nordeste brasileiro.

Esta região do semi-árido brasileiro (Vale do São Francisco) é considerada uma das melhores regiões para produção de uvas, devido a escassez de chuva da região. A variabilidade climática da região torna possível produzir mais de um tipo de uva de relevância para a viticultura local. Com isso, a produção de vinhos nesta região cresceu repentinamente, acompanhando ou até mesmo ultrapassando as regiões já tradicionais na produção de vinhos.

Dentre os diversos tipos de vinho, como tinto, branco e rosé. Tem-se hoje um crescimento no consumo de vinhos espumantes, não só nas festas de fim de ano e outras comemorações como era antigamente. Esse consumo elevado pode ter influência do clima quente do país e do sabor e aroma agradável destes vinhos servidos à uma temperatura fria.

Os vinhos espumantes possuem diferentes métodos de produção, sendo no Brasil produzidos, principalmente, pelo método *Asti* (advêm de uma única fermentação) e o método *Charmat* (proveniente de duas fermentações).

Entretanto, não se têm hoje em paralelo com o aumento do consumo destes vinhos, estudos que caracterizem e determinem a qualidade destes vinhos espumantes brasileiros, sejam eles de regiões com certificação ou não. O estudo da comparação da qualidade de vinhos de uma região que já adquiriu tradição na produção com uma região produtora emergente é imprescindível para estabelecer quais variáveis, como por exemplo, do sabor e aroma são iguais ou distintas para as duas regiões.

A qualidade do vinho espumante está relacionada aos parâmetros físico-químicos, colorimétricos, compostos de aromas e qualidade sensorial. Logo, uma seqüência de capítulos será apresentada no decorrer da dissertação, apresentando os resultados encontrados do estudo realizado com vinhos espumantes do tipo

*Moscatel* (produzido pelo método *Asti*) e *Brut* (produzido pelo método *Charmat*) de duas regiões produtoras do Brasil (Vale dos Vinhedos e Vale do São Francisco).

No primeiro capítulo será apresentada a revisão bibliográfica sobre o histórico do vinho espumante no Brasil, tipos de uvas brancas produzidas no país, principais métodos de elaboração de vinho espumante, regiões produtoras de vinhos espumantes e uma revisão, também, sobre a composição físico-química das uvas e do vinho, colorimetria, técnicas de extração e identificação de compostos voláteis e de análise sensorial descritiva.

O segundo capítulo é referente ao artigo de avaliação físico-química das amostras de vinhos espumantes analisadas, dentre as análises, compreende-se aquelas determinada pelo Padrão de Identidade e Qualidade de Vinhos Espumantes Brasileiros (densidade, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, dióxido de enxofre, pH, açúcares totais), além destas análises, foram feitas análises de proteínas totais a fim de relacionar com a estabilidade da espuma de vinhos espumantes e compostos fenólicos. A cor foi analisada instrumentalmente por colorímetro e os compostos voláteis pela técnica de cromatografia gasosa por microextração com “headspace” e identificação por espectrometria de massa.

No terceiro capítulo, será apresentado o artigo do perfil sensorial de vinhos espumantes brasileiros. O método escolhido para análise descritiva foi a Análise Descritiva Quantitativa através de uma equipe treinada, para avaliar o poder discriminatório e de repetibilidade da equipe e caracterização das amostras a partir dos atributos levantados.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL:**

- Avaliar as características sensoriais e físico-químicas de vinhos espumantes brasileiros produzidos nas regiões do Vale do São Francisco e Vale dos Vinhedos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Avaliar a composição físico-química dos vinhos espumantes comparando com os parâmetros legais;
- Analisar a cor dos vinhos espumantes instrumentalmente através de colorímetro;
- Identificar os compostos voláteis presentes nos vinhos espumantes e fazer uma análise na literatura na descrição do aroma relacionados com estes compostos;
- Caracterizar as amostras de vinho espumante através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).



## CAPÍTULO I

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1. HISTÓRICO DO VINHO ESPUMANTE NACIONAL

Desde as civilizações antigas, o vinho sempre exerceu um enorme fascínio sobre o homem. É uma das primeiras criações da humanidade e ocupou um lugar exclusivo em várias civilizações (GUERRA e ZANUS, 2009).

O mercado brasileiro é composto por um grande contingente de consumidores com baixo poder aquisitivo para os quais a decisão de tomar vinho ou outra bebida é fortemente influenciada pelo preço e, também, passando por grande e rápida diferenciação, apurando cada vez mais seu paladar (SOUZA e ARRUDA, 2001). Esta circunstância, aliada às condições climáticas que dificultam o cultivo de uvas finas, favorece o setor de vinhos comuns ou de mesa (CAMARGO, 2003).

Assim, o setor vinícola brasileiro apresenta uma característica atípica em relação aos países tradicionais produtores de vinhos, pois enquanto naqueles são admitidos apenas produtos originários de uvas viníferas (*Vitis vinifera*) no Brasil, além destes existem produtos originários de cultivares americanas e híbridas (*V. labrusca* e *V. bourquina*) (CORRÊA *et al.*, 2005).

Entende-se por vinho a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples da uva sã, fresca e madura. É o produto obtido pelo esmagamento ou prensagem destas uvas, com a presença ou não de suas partes sólidas. Esta bebida é classificada de acordo com a classe, como vinho de mesa, leve, fino, espumante, frisante, gaseificado, licoroso e composto; quanto a cor, como tinto, rose e branco; quanto ao teor de açúcar, como nature, extra-brut, brut, demi-sec, suave e doce (BRASIL, 2004).

O vinho conhecido como Champanha (Champagné) Espumante ou Espumante natural é o vinho cujo anidrido carbônico provém exclusivamente de uma segunda fermentação alcoólica do vinho em garrafas (método *Champenoise*/tradicional) ou em grandes recipientes (método *Charmat*), com uma

pressão mínima de 4 atmosferas a 20°C e com teor alcoólico de 10% a 13% em volume. Enquanto que o vinho *moscatel* espumante é o vinho cujo anidrido carbônico provém de uma única fermentação em recipiente fechado, de mosto ou de mosto conservado de uva moscatel, com uma pressão mínima de 4 atmosferas a 20°C, e com um teor alcoólico de 7% a 10% em volume, e no mínimo 20g de açúcar remanescente (BRASIL, 2004).

No nordeste da Espanha os primeiros espumantes produzidos pelo método tradicional eram chamados de champám ou xampany. Os produtores, mais tarde, decidiram que seus vinhos espumantes, elaborados com uvas nativas da região, eram suficientemente diferentes dos espumantes produzidos na região de Champagne (França). A partir de então passaram a ser chamados de Cava, palavra catalã que significa cave ou adega (MACNEIL, 2003).

Outros locais do mundo já produzem hoje o que se chama de Champanha ou Vinho Espumante propriamente dito, nestes locais se utilizam para espumante, em grande maioria as castas *Pinot Noir*, *Pinot Meunier*, *Chardonnay*, *Chenin Blanc*, *Sauvignon Blanc*, *Riesling*, *Maccabeu*, *Xarello*, *Moscatel*, *Prosecco* e *Lambrusco*. A maioria das vinícolas brasileiras produtoras utiliza *Pinot Noir*, *Chardonnay* e *Riesling Itálico* (SOUSA, 2006).

Foi no segundo decênio do século passado que o Brasil iniciou a produção de espumantes no Estado do Rio Grande do Sul, região hoje conhecida como Serra Gaúcha, município de Garibaldi. Neste quase um século produzindo espumantes, um conjunto de viticultores e vinícolas em alguns municípios da Serra Gaúcha foram se notabilizando por esta especialização produtiva. Isto se deu com técnicas de produção de uvas e de elaboração enológica que exigiram o desenvolvimento de um saber-fazer local para explorar o potencial de uvas cultivadas nesta região específica. Específica porque têm um clima vitícola que, seguidamente questionado quanto à sua aptidão vitícola, é um fator chave da adaptação e da qualidade obtida nas uvas utilizadas para a elaboração do vinho-base que se destina à segunda fermentação para o espumante fino (TONIETTO, 2003a).

Quando se teve início a elaboração de espumantes no Brasil em Garibaldi Serra Gaúcha, no início do século XX não era possível prever que esta trajetória representaria a consagração de um verdadeiro produto de “terroir” (interação “clima x solo x variedades x saber-fazer local”, conferindo origem, diferenciação e

identidade aos produtos). E não era previsível porque o terroir somente pode ser caracterizado após comprovada a qualidade e as características distintas de um produto numa região específica, expressa por fatores naturais (clima e solo) e por fatores humanos, representados pelo saber-fazer local desenvolvido para um determinado produto de uma região específica. Vinhos de “terroir” e, no caso, espumantes de terroir são produtos com todos os requisitos para serem reconhecidos como indicações geográficas, portanto, atendem às exigências definidas na legislação brasileira de propriedade industrial quanto aos produtos com denominação de origem, os quais utilizam um nome geográfico para identificar os produtos cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluídos os fatores naturais e humanos (TONIETTO, 2003b).

Atualmente, o Vale dos Vinhedos (RS) possui o certificado de identificação geográfica de procedência. Os vinhos produzidos com pelo menos 5% de uvas desta região possuem em seus rótulos o certificado de origem (GOLLO e CASTRO, 2006).

A vitivinicultura brasileira tem tido sua face geográfica ampliada nas últimas décadas e já são encontrados espumantes finos de qualidade que também são elaborados em outras regiões e, portanto, em outros climas, em outros solos, incluindo outras variedades. Isto inclui também o vinho moscatel espumante (TONIETTO, 2003a). Uma das regiões que se tornou promissora para cultivo de uvas utilizadas na produção de vinhos foi a região do Vale do São Francisco entre os Estados da Bahia e Pernambuco com clima do tipo tropical semi-árido, apresentando ao longo do ano um período seco e um período semi-úmido (SOARES e LEÃO, 2009).

Embora não se tenha certificação de origem, a região do Vale do São Francisco é considerada uma das melhores regiões do mundo para o plantio de uvas devido a escassez de chuvas durante o ano, dando condições de se colher uvas de melhor qualidade. Atualmente, além da uva, são produzidos cerca de sete milhões de litros de vinhos finos por ano, o que representa 23% da produção brasileira. O Brasil todo produz 30 milhões de litros por ano e importa outros 30 milhões de litros de vinhos finos (SOARES e LEÃO, 2009).

O consumo de espumantes finos no Brasil está associado, principalmente, às ocasiões denominadas de festas especiais, como as de fim de ano e demais comemorações. Apresentam uma alta sazonalidade e o consumo é mais baixo (5 milhões de litros por ano) do que as demais categorias de vinhos, no entanto, vem crescendo acentuadamente nos últimos anos (MELLO, 2008). A referência de qualidade dos espumantes está fundamentada na sutileza de aromas e paladares, além de ser ingerida a baixas temperaturas, ideal para o clima quente do Brasil (SOUZA e ARRUDA, 2001; SOUSA, 2006). Na Serra Gaúcha são produzidos cerca de três milhões de garrafas por ano (RIZZON, 2000).

## **2. TIPOS DE UVAS BRANCAS PARA PRODUÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES**

A videira *Vitis vinifera L.* foi domesticada há cerca de 6000 anos e é cultivada há milênios. A grande diversidade morfológica e genética, aliada à fácil propagação assexuada, levou-se a um número expressivo de cultivares, estimado em milhares. Este número é ampliado ano a ano, como resultado de diversos programas de melhoramento em andamento em vários países. Apesar da variabilidade genética disponível, o número de cultivares utilizado em escala comercial em cada região produtora é relativamente pequeno (SOARES e LEÃO, 2009).

Atualmente, a vitivinicultura brasileira de vinhos finos é desenvolvida como atividade economicamente importante nas regiões geográficas Sul e Nordeste. Nas regiões do sul do Brasil, colhe-se uma safra por ano, como na clássica viticultura mundial. Já no Nordeste as colheitas se sucedem durante o ano. As diferentes regiões, com distintas características de clima, solo, variedades de uvas, sistema de produção e vinificação e envelhecimento possibilitam a produção de vinhos com ampla diversidade de características de sabor e aroma, peculiares, o que constitui uma das qualidades da vitivinicultura brasileira atual. Os quatro estados brasileiros produtores de vinhos finos e suas respectivas regiões são: Estado do Rio Grande do Sul – a tradicional região produtora da Serra Gaúcha e as regiões emergentes; Estado de Santa Catarina – a região de São Joaquim; Estados de Pernambuco e

Bahia, no nordeste brasileiro: a região vitivinícola do Vale do São Francisco (GUERRA *et al.*, 2009).

As uvas para elaboração de vinhos devem apresentar características próprias para esta finalidade, tais como: coloração, alto teor de açúcares e acidez equilibrada. A qualidade do vinho dependerá das características da uva e das condições edafoclimáticas de cada região produtora, que conferem um *terroir* característico, como também as técnicas de elaboração adotadas (SOARES e LEÃO, 2009).

Segundo estudiosos há 24.000 nomes para as mais de 3.000 variedades de uvas viníferas. Destas 150 são plantadas comercialmente em quantidades mais significativas (GUERRA e ZANUS, 2009). Dentre as variedades produzidas no Brasil, serão apresentadas a seguir as principais variedades utilizadas para produção de vinhos espumantes:

**Chardonnay:** Uva branca fácil de cultivar e vinificar. Está espalhada em todo o mundo. É usada na produção de clássicos de alta qualidade e reputação na Borgonha, como Chablis, Montrachet e Pouilly-Fussé, além de ser um importante ingrediente do champanhe. Sob condições ideais, o vinho produzido por essa cultivar desenvolve aspectos que lembram frutas diversas, incluindo maçã, pêssego e melão (JACKSON, 1993).

**Chenin Blanc:** Variedade oriunda do Loire central, na França, de aroma floral, pode ser utilizada para produção de vinhos secos e doces, sendo neste último caso, quando atacadas pela podridão nobre que lhes confere maior teor de açúcar (SOARES e LEÃO, 2009). Muitas vezes os vinhos produzidos pela Chenin Blanc exibem aroma semelhante à goiaba e flores de camélia (JACKSON, 1993).

**Moscato:** É uma variedade própria de vinhos doces perfumados. É a única uva vinífera que preserva os aromas de uva no vinho e talvez uma das espécies mais antigas ainda cultivadas. Usada para vinhos secos na Alasásia e para Espumantes do tipo *Asti* Espumante e Moscato Bianco (SOARES e LEÃO, 2009).

**Riesling:** Produz vinhos com acidez elevada e teor alcoólico baixo. Os melhores riesling são encontrados na Alemanha e produz vinhos de grande qualidade que é medido pelo seu teor de açúcar e aromas delicados e florais (JACKSON, 1993).

**Sauvignon Blanc:** O vinho produzido com esta variedade tem acidez aguda, fresco, aspectos minerais e bastante frutados no Novo Mundo. Mantém a limpidez, pois raramente fica impregnada de carvalho (JACKSON, 1993).

### 3. MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE VINHOS ESPUMANTES

Os três principais métodos de processamento de vinho espumante utilizados no Brasil são:

**Método Champenoise:** Este método de vinho espumante chama-se, também, de tradicional, clássico e de fermentação na garrafa. O método champenoise foi desenvolvido para elaboração de espumante na região de Champagne, França. Porém, é utilizado hoje em outras regiões vitivinícolas do mundo, com diferentes denominações: efervescente, cava e espumante (AMERINE, BERG e CRUESS, 1967).

**Método Charmat:** Este método de elaboração de espumante caracteriza-se pela segunda fermentação ser realizada em tanque de inox, ao invés de na própria garrafa. Esses tanques, as autoclaves, são resistentes à pressão. O princípio de elaboração do espumante é o mesmo do método Champenoise, pois o vinho base fermentado em ambiente fechado produz pressão por meio do dióxido de carbono, liberado na fermentação do mosto pelas leveduras. O engarrafamento é feito em máquina isobárica para não perder a pressão (CAVAZZANI, 1985).

**Método Asti:** O espumante *Asti* surgiu na Itália, na região que leva esse nome, no Piemonte, e hoje é elaborado em poucas regiões da Itália. No Brasil, está começando a ser chamado de moscatel espumante. Esse produto, ao contrário de outros espumantes elaborados com duas fermentações, é submetido a uma

fermentação parcial. Como a fermentação alcoólica não é completa, ele torna-se doce e com baixo teor alcoólico. Por isso, esse tipo de vinho espumante deve ser consumido novo, de preferência no mesmo ano de sua elaboração, para conservar seu aroma floral e frutado (CAVAZANNI, 1985).

#### 4. PRINCIPAIS REGIÕES BRASILEIRAS PRODUTORAS DE VINHO ESPUMANTE

##### Vale do São Francisco:

Situado entre Pernambuco e Bahia, caminha para ser um dos mais importantes produtores vitivinícolas do país. Responsável por 99% da uva de mesa exportada pelo Brasil e pela produção de 5 milhões de litros de vinho por ano, o vale vem se destacando como modelo de desenvolvimento para o Nordeste. A vitivinicultura já detém 15% do mercado nacional e emprega diretamente 30 mil pessoas no Vale do São Francisco, única região do mundo que produz duas safras e meia por ano (SOARES e LEÃO, 2009).



**Figura 1** – Mapa da Região do Vale do São Francisco.

Fonte: [http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra\\_regiao.php&num=VSF](http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra_regiao.php&num=VSF)

<b>Região:</b>	Vale do São Francisco
<b>Variedades Tintas:</b>	<i>Syrah, Cabernet Sauvignon</i>
<b>Variedades Brancas:</b>	<i>Moscatel, Muscadel, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Silvaner, Moscato Canelli</i>
<b>Área de Uvas Viníferas:</b>	500,00 hectares
<b>Área de Uvas Comuns:</b>	7.000,00 hectares

**Quadro 1 - Dados de Produção da Região do Vale do São Francisco.**

FONTE: [http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra\\_regiao.php&num=VSF](http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra_regiao.php&num=VSF)

### Vale dos Vinhedos

O Vale dos Vinhedos fica situado na Serra Gaúcha, junto a cidade de Bento Gonçalves, caracterizando-se pela presença de descendentes de imigrantes italianos, pioneiros da viticultura brasileira. Nessa região as temperaturas médias criam condições para uma viticultura fina voltada para a qualidade. É a primeira região vinícola do Brasil a obter Indicação de Procedência de seus produtos, exibindo Selo de Controle em vinhos espumantes elaborados pelas vinícolas associadas. Criada em 1995, a partir da união de seis vinícolas, a Associação dos Produtores de Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos (Aprovale), já surgiu com o propósito de alcançar uma Denominação de Origem (TONIETTO, 2002).



**Figura 2:** Mapa da região do Vale dos Vinhedos.

FONTE: [http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra\\_regiao.php&num=VAL](http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra_regiao.php&num=VAL)



<b>Região:</b>	Vale dos Vinhedos
<b>Variedades Tintas:</b>	<i>Ancelotta, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Sangiovese, Ancelotta, Gamay</i>
<b>Variedades Brancas:</b>	<i>Chardonnay, Sauvignon Blanc, Trebiano, Moscato, Gewustraminer, Chenin Blanc</i>
<b>Área de Vinhedos:</b>	2.123,00 hectares
<b>Produção de Vinhos Finos:</b>	7.620 mil litros

**Quadro 2** – Dados de Produção da região do Vale dos Vinhedos.

FONTE: [http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra\\_regiao.php&num=VAL](http://www.sitedovinhobrasileiro.com.br/folha.php?pag=mostra_regiao.php&num=VAL)

## 5. COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO VINHO ESPUMANTE

A composição química da uva tem significativa importância na qualidade do vinho. A concentração e as substâncias que compõem os frutos são influenciadas por vários fatores, como a maturação, a cultivar, a época do ano, as práticas culturais e as condições climáticas. No vinho, além desses fatores há o efeito do processo de vinificação (ZOECKLEIN *et al.*, 1995).

O grau alcoólico dos vinhos depende da quantidade de açúcares presentes na uva que serão utilizados como substratos na fermentação, esse teor de açúcar é uma consequência da safra, variedade, condições do solo, luminosidade e da chaptalização (VOGT *et al.*, 1984). O álcool determina o corpo como também tem efeitos no aroma e sabor (ZOECKLEIN *et al.*, 1995).

O pH e a acidez são talvez os parâmetros mais importantes para correlacionar com as características sensoriais e formas de estabilidade e coloração (ZOECKLEIN *et al.*, 1995).

A acidez volátil permite inferir sobre a sanidade dos vinhos; portanto, vinhos vinificados corretamente, nos quais foram acrescentados dióxido de enxofre, apresentam baixa acidez volátil (RIZZON e GATTO, 1987). A maior parte da acidez volátil corresponde ao ácido acético (JACKSON, 1993).

O dióxido de enxofre é um composto químico utilizado para prevenir os ataques de microrganismos (ação biológica), inativar as enzimas (ação redutora) e exercer influências benéficas sobre o sabor dos vinhos (VOGT *et al.*, 1984).

Os teores de açúcares são provenientes dos açúcares da uva que não sofreram a fermentação do vinho (ZOECKLEIN *et al*, 1995).

A espuma do vinho espumante é formada durante a segunda fermentação dos vinhos espumantes, onde as leveduras do gênero *Saccharomices* transformam lentamente os açúcares da uva em álcool e gás carbônico. Nesta etapa, a adição de caseína (proteína) tem considerável importância tecnológica na estabilidade da espuma e qualidade sensorial de vinhos. A presença de complexo de polissacarídeo com polipeptídeo no ponto isoelétrico da proteína melhora a estabilidade da espuma (CAVAZZANI, 1985; BRISSONNET e MAUJEAN, 1991; MALVY, ROBILLARD e DUTEURTRE, 1994).

Os compostos fenólicos são vistos como um parâmetro além do açúcar e da acidez para se julgar a qualidade das uvas, fermentação de mostos e vinhos. É amplamente reconhecido como componente fundamental da qualidade do vinho (HARBERTSON e SPAYD, 2006), pois tem relação com propriedades sensoriais como a cor e adstringência, além de efeitos antioxidantes (BEER *et al.*, 2004; KENNEDY, SAUCIER e GLORIES, 2006).

A cor é um importante parâmetro de qualidade em bebidas. Ela pode ser avaliada por um observador visual ou através de um equipamento. A aparência depende da fonte de luz, da luz, do observador e do ângulo de visão e de fundo (GIESE, 2000). Os parâmetros para avaliação da cor têm de ser levados em consideração pelas medidas de cor instrumental (GOSSINGER *et al.*, 2008).

Ao contrário do olho humano, um colorímetro pode medir uma cor de forma precisa e simples, ele expressa as cores numericamente em função de padrões internacionais. Dessa forma, é possível para qualquer pessoa entender que cor está sendo expressa. Além disso, a percepção pessoal de uma determinada cor pode variar dependendo do fundo ou da fonte de iluminação utilizada. Os colorímetros correspondem às funções do olho humano; mas como eles sempre fazem suas medições utilizando a mesma fonte de luz e o mesmo método de iluminação, as condições de medição serão sempre as mesmas, de dia, de noite, no interior ou exterior de ambientes. Isso faz com que medições sejam extremamente simples e precisas (KONICA MINOLTA, 1998).

Todas as cores podem ser especificadas em termos da contribuição proporcional dos componentes vermelho, verde e azul do espectro visível que equivale à cor da amostra. A combinação das três cores primárias resulta, portanto, na cor da amostra que pode ser caracterizada objetivamente e expressa por meio de valores numéricos e por diferentes sistemas de medida (FRANCIS e CLYDESDALE, 1975). Com o intuito de obter a caracterização objetiva da cor, a CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), em 1976, estabeleceu o sistema CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ), em que uma particular cor tem uma única localização, especificada numericamente em um espaço tridimensional esférico, definido por três eixos perpendiculares: o eixo  $L^*$  (luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100); o eixo  $a^*$ , do verde ( $-a$ ) ao vermelho ( $+a$ ) e o eixo  $b^*$ , do azul ( $-b$ ) ao amarelo ( $+b$ ).

Compostos aromáticos são importantes componentes que contribuem para a qualidade dos vinhos, mais de 1000 compostos já foram identificados. Estes compostos voláteis do vinho podem provir da uva, do processo de fermentação ou do envelhecimento do vinho em barris de carvalho. Os aromas do vinho são compostos de várias classes de voláteis como alcoóis superiores, terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos, éteres, lactonas, compostos sulfúricos e nitrogenados (JACKSON, 1993).

O aroma do vinho é devido aos compostos químicos de baixo ponto de ebulição, que conseqüentemente, são voláteis e detectáveis pelo nariz humano. Pequenas diferenças na concentração destes compostos voláteis podem significar uma grande diferença entre um vinho e outro (EBELER, 2001).

A análise de compostos voláteis em vinho pode ser realizada por diversas técnicas. A separação destes compostos já foi estudada pela extração líquida-líquida, onde ocorre a partição da amostra entre duas fases imiscíveis (orgânica e aquosa). A eficiência da extração depende da afinidade do soluto pelo solvente de extração, da razão das fases e do número de extrações. Uma vantagem deste método é que todos os compostos voláteis (baixa, média e alta volatilidade) podem ser analisados, entretanto podem formar alguns compostos não presentes no vinho original.

Outra técnica tradicional utilizada para separação de compostos voláteis é a extração em fase sólida (EFS) que emprega adsorventes recheados em cartuchos, nas formas de barril ou seringa (COLLINS, BRAGA e BONATO, 1997).

O sistema “Headspace” dinâmico é uma técnica instrumental moderna adequada para a extração e concentração de compostos voláteis de vinhos. Esta técnica torna possível a análise da fração volátil sem necessariamente destruí-la. O método envolve a purificação da amostra em um gás inerte, da mesma maneira como se respira o aroma natural de um produto, portanto permite uma correlação com os estudos sensoriais (MAMEDE e PASTORE, 2004).

A microextração em fase sólida (SPME) é uma nova técnica para a extração de compostos voláteis e semivoláteis. Suas principais vantagens são: simplicidade do método, pouca manipulação da amostra e rapidez. A SPME é uma técnica de solventes que podem ser utilizados para a análise com “headspace” ou extração direta de analitos em líquidos. A SPME com cromatografia gasosa (CG) capilar e cromatografia gasosa com espectrometria de massa (CG-EM) vem sendo utilizada para a análise dos aromas do vinho (ARTHUR, 1990; YANG e PREPPARD, 1994; VAS, 1998). Esta técnica já foi aplicada à análise de aroma dos vinhos espumantes e de outros tipos de vinhos. (VAS 1998; FRANCIOLLI, 1999).

A identificação de compostos voláteis pode ser realizada por índice de retenção de KOVATS que é definido como cem vezes um número hipotético ou é igual ao número de átomos de carbono de um alcano saturado de cadeia normal, que tem o mesmo tempo de retenção ajustado que o composto, cujo índice está sendo determinado. Outro método de identificação utilizado para compostos voláteis é a espectrometria de massa (EM), onde o composto é identificado pela sua massa molecular a partir de uma biblioteca contida no espectro (COLLINS, BRAGA e BONATO, 1997).

## **6. ANÁLISE SENSORIAL:**

Na qualidade sensorial de um vinho, quatro sentidos estão envolvidos: visão, olfato, gosto e “tato”. Através da visão, características relacionadas com a aparência, como por exemplo, transparência, intensidade e tonalidade da cor são avaliados. O olfato detecta o aroma e o *bouquet* de um vinho, como aroma frutal, aroma floral característicos de vinhos jovens. O gosto está relacionado a identificação de gostos básicos (ácido, amargo, doce) e de sabores como, sabor alcoólico, sabor frutal, sabor de uva verde. Enquanto através do “tato” é possível detectar sensações

buciais de adstringência, preenchimento na boca e maciez do vinho (FORRESTAL, 2000).

De acordo com Stone e Sidel (2004), os métodos descritivos, tais como Perfil de Sabor, Perfil de Textura e Análise Descritiva Quantitativa são de grande utilidade na solução de diversos problemas associados ao controle de qualidade, estudos de vida-de-prateleira, desenvolvimento de novos produtos ou a interpretação das preferências dos consumidores.

Williams e Langron (1984) descreveram uma nova técnica para testes descritivos em alimentos, o teste de Perfil Livre, onde os julgadores não diferem na forma de perceber as características sensoriais e sim na forma de descrevê-las. Esta técnica permite diminuir ou até eliminar as sessões de treinamento. A exigência com os julgadores é que eles sejam objetivos e capazes de usar escalas de intensidade e desenvolver lista de atributos e vocabulários consistentes.

MacFIE (1990) relata que a técnica do Perfil Livre apresenta no início um procedimento similar ao método convencional. As amostras são apresentadas à equipe e o julgador é solicitado a desenvolver sua própria lista de descritores e, posteriormente as definições. Muitas vezes pode ocorrer que alguns termos sejam idênticos para os julgadores, podendo ter significados completamente diferentes. Benassi, Damásio e Cecchi (1998) utilizaram a técnica descritiva de Perfil Livre para analisar 7 amostras de vinho branco riesling com uma equipe de 12 julgadores não treinados. Este estudo apresentou como vantagem a maior rapidez do teste em relação a outros testes descritivos pela falta de treinamento.

Outro método descritivo utilizado é a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), no qual se descreve e quantifica características de produtos baseado em percepções de uma equipe treinada (STONE e SIDEL, 2004). A ADQ é um método descritivo que avalia a qualidade e a intensidade das propriedades sensoriais de produtos, onde julgadores devem ser treinados. O treinamento varia de acordo com a equipe e o produto refletindo na conclusão do trabalho (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999).

Segundo Amerine e Roessler (1983), a qualidade de um vinho pode ser determinada por *experts* treinados, através de padrões de qualidade desenvolvidos por tradicionais escolas de enologia ou associações de degustadores profissionais. Esta avaliação é feita utilizando-se um sistema de pontuação (os chamados *score*

*cards*), e tal pontuação varia desde a escala logarítmica até a escala numérica de 0 a 10, 0 a 20 ou 0 a 100 pontos, em função de aspectos de aparência, aroma, sabor e de textura encontradas na bebida. A principal finalidade da avaliação sensorial de vinhos por *experts*, da forma como foi descrito acima, é o enquadramento da bebida dentro de padrões de qualidade pré-estabelecidos. Segundo Stone e Sidel (2004), esses padrões de qualidade refletem, na maioria dos casos, as características tradicionais de um vinho e compõem sua identidade junto a consumidores das localidades de origem do vinho. Entretanto, a aceitação do produto por consumidores de outras localidades, que certamente possuem outras experiências, expectativas e gostos pessoais com relação a vinhos, pode não se correlacionar com aquela predita pelos sistemas tradicionais de pontuação utilizados por *experts*.

De acordo com Stone e Sidel (1992), a Análise Descritiva Quantitativa, possui as seguintes vantagens sobre os outros métodos de avaliação: confiança no julgamento de uma equipe composta por no máximo 12 julgadores treinados, ou seja, não é necessário um número alto de julgadores; desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva mais próxima à linguagem do consumidor; o desenvolvimento consensual da terminologia descritiva a ser utilizado, o que implica em maior concordância de julgamentos entre os julgadores e os produtos que são analisados com repetições por todos os julgadores em testes às cegas; resultados obtidos podem ser estatisticamente analisados. Esta técnica de análise fornece descrições qualitativas e quantitativas de produtos, baseadas nas percepções de indivíduos qualificados. A ADQ constitui-se numa descrição sensorial completa, onde se destaca todas as sensações percebidas quando o alimento é avaliado: visual, auditiva, gustativa, olfativa e cinestética.

Segundo Behrens, Azevedo e Silva (2000), desde a década de 1970, a qualidade do vinho brasileiro vem melhorando devido à pesquisas, novas cultivares e tecnologias empregadas na vinificação. Em consequência, a qualidade dos vinhos nacionais de hoje se compara à dos vinhos elaborados por grandes fabricantes mundiais.

A ADQ já foi utilizada para traçar o perfil sensorial de vinhos brasileiros e internacionais. Vannier *et al.* (1999) caracterizaram e discriminaram *Champagne* de diferentes regiões da França através de métodos sensoriais descritivos oficiais utilizando escala hedônica não-estruturada. Neste estudo a equipe treinada,

levantou primeiramente 64 atributos, sendo reduzido a 19 atributos ao final do estudo, após as reuniões para definição dos atributos e padrões de referência de mínimo e máximo de cada atributo.

Estudo com vinhos brancos brasileiros utilizou a ADQ, sendo levantados 12 atributos que caracterizaram as amostras a partir de uma equipe sensorial treinada composta por 10 julgadores, sendo observada a variação entre as amostras das variedades *Gewurtraminer* e *Riesling* e pouca variação entre os perfis sensoriais dos vinhos *Chardonnay* (BEHRENS, AZEVEDO e SILVA, 2000). Santos *et al.* (2006) em estudo com vinhos secos da variedade *Cabernet Sauvignon* utilizou ADQ e uma equipe de 9 julgadores selecionados e treinados para determinar as características sensoriais das amostras.

Barnabé, Venturini Filho e Bolini (2007) descreveram o perfil sensorial de vinhos produzidos com uvas Niágara Rosada e Bordô e seus cortes também através de uma equipe selecionada e treinada de 9 julgadores, sendo escolhidos 13 atributos para descrever as similaridades e diferenças entre as amostras.

Recentemente, Cadot *et al.* (2010) realizou ADQ para caracterizar vinhos brancos franceses a partir de uma equipe de *experts*. A equipe do estudo não apresentou consenso em alguns atributos. Os atributos mais importantes para caracterização das amostras foram adstringência e cor.

A análise estatística da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) geralmente é feita pela Análise Univariada de Variância (ANOVA), uma técnica útil. É especialmente útil destinada a partição de todas as fontes de variabilidade em um teste, fornecendo assim uma estimativa mais precisa da variável que está sendo estudada (STONE e SIDEL, 2004).

Outra análise estatística utilizada na ADQ é a análise multivariada de variância que se mostra eficiente na compreensão da performance dos julgadores e relações de atributos (STONE e SIDEL, 2004). A análise estatística multivariada como, a Análise de Componentes Principais, é útil para analisar tabelas de dados, considerando todas as variáveis simultaneamente. Tais análises realizam estudos globais que incluem todos os dados, com o objetivo de tornar evidente os fenômenos importantes, sem hipóteses estabelecidas anteriormente. A ACP é um método estatístico descritivo que apresenta uma tabela de dados sob forma gráfica, guardando o máximo da informação inicial. As variáveis podem ser agrupadas em

um reduzido número de variáveis sintéticas, denominadas componentes principais, que podem ser consideradas como a síntese de um grupo de variáveis ligadas entre si (ROSIER, 1999).



## REFERÊNCIAS

- AMERINE, M.A.; BERG, H.W.; CRUESS, W.V. **The technology of wine making**. 2ª ed. Westport: AVI, 1967. 797p.
- AMERINE, M.A.; ROESSLER, E.B. **Wines - Their Sensory Evaluation**. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1983. 432p.
- ARHUR, C. L.; KILLAM L.M> BUSCCHOLZ and J PAWLISZYM. Automation and optimizations of solid-phase microextraction. **Anal. Chem.**, 1961-1966, 1992.
- BARNABÉ, D.; VENTURINI FILHO, W.G. e BOLINI, H.M.A. Análise Descritiva Quantitativa de vinhos produzidos com uvas Niágara Rosada e Bordô. **Braz. J. Food Technol.**, v. 10, n. 2, p. 122-129, 2007.
- BEER, D.; HARBERTSON, F.; KILMARTIN, P. A.; ROGINSKY, V.; BARSUKOVA, T.; ADAMS, D. O., WATERHOUSE, A. L. Phenolics: A comparison of diverse analytical methods. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 55, n. 4, p. 389-400, 2004.
- BEHRENS, J. H.; AZEVEDO, M. A.; SILVA, P. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v. 20, n. 1, p. 60-67, 2000.
- BENASSI, M. T.; DAMÁSIO, M. H.; CECCHI, H. M. Avaliação sensorial de vinhos Riesling Itália nacionais utilizando perfil livre. **Ciênc e Tecn de Alim.**, v. 18, n. 3, p. 265-270, 1998.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. 2004. 21p. Disponível em: [http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt\\_repository/BRA159\\_PT\\_1\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt_repository/BRA159_PT_1_1.pdf). Acesso em: 08 jul. 2009
- BRISSONNET, F.; MAUJEAN, A. Identification of some foam-active compounds in champagne base wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 42, p. 97-102, 1991.
- CADOT, Y.; CIALLÉ, S.; SAMSON, A.; BARBEAU, G. e CHEYNIER, V. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, p. 53-62, 2010.
- CAMARGO, U. A. **Tecnologia vitícola: novas variedades**. In: ZANUS, M. C. et al. (eds.). CONGRESSO BRASILEIRO de VITICULTURA e ENOLOGIA, 10, 2003, Bento Gonçalves. *Anais ...* Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.127-128.
- CAVAZZANI, N. **Fabricacion de Vinos Espumosos**. Zaragoza (España): Editorial Acribia S.A. p. 44-108, 1985.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Introdução a métodos cromatográficos**. Campinas: UNICAMP, 1997, 279p.

CORRÊA, S. et al. **Anuário brasileiro da uva e do vinho 2005**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2005. 136 p.

EBELER, S. E. Analytical chemistry: unlocking the secrets of wine flavor. **Food Reviews International**, v. 17, p. 45-64, 2001.

FORRESTAL, P. **The Global Encyclopedia of Wine**. Harper Collins Publishers: Sydney, Australia, 2000, 912p.

FRANCIOLLI, S.; GUERRA, M.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; GUADAYOL, J. M.; CAIXACH, J. Aroma of sparkling wines by headspace/solid phase microextraction and gás chromatography/mass spectrometry. **Am. J. of Enol. and Vit.**, v. 50, n. 4, p. 404-408, 1999.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry: theory and applications. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.**, 1975. 477 p.

GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technol.**, v. 54, n. 2, p. 62-64, 2000.

GOLLO, S. S. e CASTRO, A. W. V. Indicações geográficas: O caso da indicação de procedência do Vale dos Vinhedos – Serra Gaúcha/RS/Brasil. **Adm. rural e gestão de agroneg.**, 2006.

GOSSINGER, M.; MAYER, F.; RADOCHA, N.; HOFER, M.; BONER, A.; GROLL, E.; NOSKO, E.; BAUER, R.; BERGHOFER, E. Consumer's color acceptance of strawberry nectars from puree. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, p. 78-92, 2008

GUERRA, C.C.; ZANUS, M.C. Características analíticas e sensoriais de vinhos produzidos no Vale Submédio São Francisco. In: Workshop Internacional de Pesquisa, 1º, Petrolina e Recife, 2004. **Anais...**, Recife, 2009.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S. Measuring phenolics in the winery. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 57, n. 3, p. 280-288, 2006.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and Applications**. San Diego: Academic Press. p178-214, 1993.

KENNEDY, J. A.; SAUCIER, C.; GLORIES, Y. Grape and wine phenolics: history and perspective. **Am J Enol Vitic.**, v. 57, n. 3, p. 239-248, 2006.

KONICA MINOLTA. **COMUNICAÇÃO precisa da cor. Controle de Qualidade da percepção à instrumentação**. USA, 1998.

MacFIE, H.J.H. Assessment of the sensory properties of food. **Nutrition Review**, v. 48, n. 2, p. 87-93, 1990.

MACNEIL, K. **A bíblia do vinho**. Traduzido por Laura Alves e Aurélio Rebello. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003. Tradução de: The wine bible.

MALVY, J.; ROBILLARD, B.; DUTEURTRE, B. Influence des protéines sur le comportement de la mousse des vins de Champagne. **Sci Aliment.**, v. 14, p. 88-98, 1994.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Study of methods for the extraction of volatile compounds from fermented grape must. **Food Chem.**, v. 96, p. 586-590, 2006.

MEILGAARD, G. K.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. I. **Sensory evaluation techniques: Marketing and R & D approaches**. 4<sup>th</sup>, CRC Press, Boca Raton, Flórida, USA, p. 141-172, 2007.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama**. Artigos Técnicos. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitbras.2008.pdf>> Acesso: 20 out. 2009.

RIZZON, L. A.; GATTO, N. M. **Características analíticas dos vinhos da microrregião homogênea vinicultora de Caxias do Sul (MRH 311): análises clássicas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, 1987. 5p.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Isabel para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 115-121. 2000.

ROSIER, J.P. **Interpretation des caractères analytiques et sensoriels de vins blancs de la region des Graves en fonction de certains facteurs culturaux de La vigne**. Bordeaux: Université de Bordeaux II, 1992. Tese (Doctorat en Oenologie-Ampelologie), U.F.R. Institut D'Oenologie, Université de Bordeaux II, 1992.

SANTOS, B.A.C. **Volatile compounds and quality of Cabernet Sauvignon wines from different regions of Brazil**. 2006. 176p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, São Paulo, Brasil.

SOARES J. M., LEÃO P. C. S. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Empraba Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-árido. p 677-690, 2009.

SOUZA, J. A.; ARRUDA, C. J. S. **Guia dos vinhos brasileiros**. São Paulo; Market Press, 2001, 93p.

SOUSA, S. I. de. **Espumante o Prazer é Todo Seu**. São Paulo: Marco Zero, 2006. 165p.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1992. 308 p.

STONE, H. J. e SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. (3 ed.). London: Academic press, p. 201 – 245, 2004.

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

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. O clima para a viticultura. In: **Capacitação técnica em viticultura**. 2003a(Sistemas de Produção). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/clima.html>>. Acesso em: 05 Mar. 2009.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Clima. In: **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003b. (Sistema de Produção, 4). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

VANNIER, A.; BRUN, O. X.; FEINBERG, M. H. Application of sensory analysis to champagne wine characterization and discrimination. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 101-107, 1999.

VAS, G.; KOTELEKY, K.; FARKAS, M.; DOBÓ, A. e VEKEY, K. Fast screening method for wine headspace compounds using solid-phase microextraction (SPME) and capillary GC technique. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 49, p. 100-104, 1998.

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

YANG, X.; PPEPPARD, T. Solid phase microextraction for flavor analysis. **J. Agric. Food Chem.**, v. 42, p. 1925-1930, 1994.

WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. **J. Sci. and Food Agric.**, v.35, p. 558-568, 1984

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Wine Analyses and Production**. NY, NY, 1995. 540p.

## CAPÍTULO II

### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VINHOS ESPUMANTES: USO DE COLORÍMETRO E DA TÉCNICA HS-SPME-CG-MS

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade de vinhos espumantes brasileiros empregando Colorímetro, técnica Cromatografia Gasosa por Microextração em Fase Sólida com “Headspace” e identificação por Espectrometria de Massa (HS-SPME-CG-MS). Foram analisadas 4 amostras de vinhos espumantes em triplicata. Alguns parâmetros de qualidade como: teor alcoólico, acidez total e volátil, pH, açúcares totais e dióxido de enxofre total foram avaliados. Todas as amostras analisadas estavam de acordo com os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira. A concentração de proteínas variou de 7,12 mg.L<sup>-1</sup> (amostra A) a 13,99 mg.L<sup>-1</sup> (amostra D), possivelmente a amostra D tenha maior estabilidade de espuma. O teor de compostos fenólicos, também, foi estudado nas amostras. As concentrações de fenóis totais variaram de 86,0 a 127,0 mg.GAE.L<sup>-1</sup>. Com relação aos parâmetros de cor, todas as amostras apresentaram valor de L\* acima de 80,0, o que indica boa qualidade visual. O parâmetro C\* (Croma), relacionado com a saturação da cor, foi maior nas amostras B (6,51) (variedade *Moscato*) e D (6,29) (variedade *Chardonnay* e *Riesling*). O uso da HS-SPME-GC-MS permitiu a detecção de 23 compostos de aroma nas amostras, dentre estes podemos citar: hexanoato de etila, decanoato de etila, 9-decanoato de etila e octanoato de etila, ésteres importantes para a qualidade de vinhos espumantes. Também foram detectados compostos indesejáveis em vinhos como: 5-hidroximetilfurfural e furaldeído.

**Palavras-chave:** Vinho espumante brasileiro; cromaticidade, compostos voláteis, parâmetros físico-químicos, controle de qualidade.

## ABSTRACT

The aim of this study was to examine the quality of Brazilian sparkling wines using colorimeter and the technique of Headspace-Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (HS-SPME-GC-MS). Four samples of sparkling wines were analysed. Some quality parameters such as alcohol content, total and volatile acidity, pH, total sugars and total sulphur dioxide were evaluated. All samples were analysed according to the identity and quality standards established by Brazilian legislation. The protein concentrations ranged from 7.12 mg.L<sup>-1</sup> (sample A) to 13.99 mg.L<sup>-1</sup> (sample D), possibly implying that sample D has greater foam stability. The content of the phenolic compounds was also quantified in the samples. The concentrations of total phenols ranged from 86.0 to 127.0 mg of galic acid equivalents L<sup>-1</sup> (mg.GAE.L<sup>-1</sup>). All the samples showed the lightness (L\*) value above 80.0 for parameters of colour, indicating good visual quality. The coordinated chroma (C\*) related to colour saturation was higher in samples B (6.51) (variety *Moscato*) and D (6.29) (variety *Riesling* and *Chardonnay*). The use of HS-SPME-GC-MS allowed the detection of 23 aroma compounds in the samples, including ethyl hexanoate, ethyl decanoate, ethyl 9-decenoate and ethyl octanoate. Esters are important for the quality of sparkling wines. They were accompanied by undesirable compounds such as 5-hydroxymethylfurfural and furaldehyde.

**Keywords:** Brazilian sparkling wine, chromaticity, volatile compounds, physicochemical parameters, quality control.

## 1. INTRODUÇÃO

O vinho espumante é o vinho cujo anidrido carbônico pode ser proveniente apenas de uma fermentação (método *Asti*) ou de uma segunda fermentação alcoólica do vinho (método *Champenoise* ou método *Charmat*) (CAVAZZANI, 1985).

No Brasil, as duas regiões que se destacam na produção de vinho são o Vale dos Vinhedos (localizado na latitude 29°S e longitude 51°W, Estado do Rio Grande do Sul) e o Vale do São Francisco (latitude 9°S, longitude 40°W, Estados Bahia e Pernambuco), esta última ainda sem certificado de identificação geográfica de procedência, embora, seja considerada uma região promissora para cultivo de uvas utilizadas na produção de vinhos (GOLLO e CASTRO, 2006; SOARES e LEÃO, 2009).

A caracterização da composição química do vinho (substâncias voláteis e não-voláteis) distingue o seu sabor e aroma e, conseqüentemente, sua qualidade e identidade (VILLENNA *et al.*, 2006). Tanto os compostos voláteis quanto os não-voláteis podem ser originários da uva, da fermentação por microrganismos, de reações químicas como oxidação que ocorrem no processamento e envelhecimento do vinho, e também do envelhecimento em barril de madeira (JACKSON, 1993).

O estudo da composição aromática do vinho ainda é complexo e ao longo dos anos várias técnicas de extração de compostos voláteis foram propostas como a microextração líquida (ORTEGA *et al.*, 2001), extração em fase sólida (UGLIANO, GENOVESE e MOIO, 2003; BOSCHE-FUSTÉ *et al.*, 2007); “Headspace” Dinâmico (MAMEDE e PASTORE, 2006) e Microextração em fase sólida com “Headspace” (RIU-AUMATELL *et al.*, 2006). Cromatografia gasosa por microextração em fase sólida com “Headspace” e identificação por espectrometria de massa é uma técnica adequada para análise de compostos de aroma em vinhos fornecendo uma simples, rápida, sensível e reprodutível alternativa comparada a métodos tradicionais como extração líquido-líquido ou “Headspace” dinâmico (DEMYTTENAERE e WILLEMEN, 2003). Marengo, Aceto e Maurino (2002) caracterizaram diferentes tipos de vinho de diferentes idades utilizando a HS-SPME-CG-MS.

Além da análise de voláteis, a determinação da cor empregando colorímetros pode ser um parâmetro importante na caracterização de vinhos (ORTIZ *et al.*, 1996). A determinação da cor de um vinho é um dos fatores que mais influenciam na

preferência do consumidor. Fisicamente, a cor do vinho é fortemente influenciada por compostos fenólicos presentes no vinho, mas não há uma relação direta por conta de fatores oxidativos ou variações de pH. Para vinhos, a Organização Internacional para Vinhos recomenda o uso dos parâmetros CIELab ( $L^*a^*b^*$ ) como variáveis de cor, mas a avaliação de outros parâmetros psicofísico como  $C^*$  (valor de croma = saturação da cor) e  $h^*$  (tonalidade) também são importantes para caracterização de vinhos (MELÉNDEZ *et al.*, 2001).

O presente estudo teve como objetivo analisar a composição química e a cor de vinhos espumantes brasileiros empregando o uso de colorímetros e a técnica HS-SPME-GC-MS com o propósito de estabelecer controle de qualidade destes produtos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material**

Foram analisadas 4 amostras de vinho em triplicata que pertencem a duas categorias de processo (*Asti* e *Charmat*). A amostra A (proveniente do Vale dos Vinhedos - RS) e B (proveniente do Vale do São Francisco – PE/BA) foram elaboradas pelo método *Asti* com a variedade de uva *Moscato*, a amostra C (proveniente do Vale do São Francisco – PE/BA) elaborado com as variedades de uva *Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc* pelo método *Charmat* e a amostra D (proveniente do Vale dos Vinhedos - RS) elaborada com as variedades de uvas *Chardonnay* mais *Riesling* pelo método *Charmat*. Todas as amostras analisadas pertenceram a Safra de 2007.

### **2.2. Métodos**

#### **2.2.1. Análises físico-químicas**

Foram realizadas análises como: densidade, grau alcoólico, acidez total, acidez volátil, anidrido sulfuroso, pH e açúcares totais de acordo com Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995). Todas as análises foram executadas em triplicata e os resultados expressos como a média entre estes valores. O potenciômetro usado foi Q400MT (Quimis).



### 2.2.2. Proteínas Totais

A análise de proteína total foi realizada através do método de Bradford (1976) adaptado com o kit microprote (Dole-Brasil). As amostras foram preparadas com 500µL de vinho espumante sendo adicionados 4mL de reagente de cor (“Coomassie brilliant blue” BG-250). O Branco foi feito com 500µL de água deionizada mais 4mL de reagente de cor e o padrão com 500µL da solução padrão do kit mais 4mL de reagente de cor. A leitura foi realizada em analisador bioquímico semi-automático BIOPLUS (BIO-2000-Brazil) a uma absorvância de 610 nm.

Os resultados de proteínas totais nas amostras foram expressos pelo valor da absorvância da amostra x fator (como a reação corada segue a lei de Beer, o fator foi calculado pela fórmula de 10/absorvância do padrão).

### 2.2.3. Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados usando método Folin-Ciocalteu de acordo com o método de Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventos (1999) com algumas modificações. Para extração dos compostos fenólicos 20mL de acetato de etila foi adicionado a 20mL de amostra. A mistura foi agitada por 5 minutos e armazenada no escuro por 48 horas e agitada novamente por 5 minutos para separação das fases. A fase superior foi coletada e o solvente evaporado. O extrato de compostos fenólicos foi resuspenso com solução de 50% de clorofórmio/metanol.

A uma alíquota de 0,1 mL do extrato fenólico foi adicionado 2,5 mL de solução aquosa de Folin-Ciocalteu 10% e 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5%. A mistura foi mantida em banho-maria a 50°C durante 5 minutos e retirada rapidamente colocando em banho de gelo por 1 minuto, então foi feita a leitura por espectrofotometria (Femton 800XI-Tecnal/Brasil) a uma absorvância de 760 nm. Para a quantificação dos fenólicos totais o mesmo procedimento foi realizado utilizando curva padrão com soluções de ácido gálico (GAE) e os resultados foram expressos em mg.GAE.L<sup>-1</sup>. A recuperação do método foi de 95-100,38%.

#### 2.2.4. Análise colorimétrica

A medida de cor foi realizada com colorímetro MINOLTA CR-400, o qual foi calibrado anteriormente com placa branca CR-A43. Os parâmetros medidos foram  $L^*$  que representa a luminosidade ( $L^* = 0$  - preto e  $L^*=100$  – branco);  $a^*$  e  $b^*$  são as coordenadas de cores responsáveis pela cromaticidade: ( $+a^*$  = vermelho e  $-a^*$  é o verde,  $+b^*$  é o amarelo e  $-b^*$  é o azul), representativos das coordenadas de cor do espaço CIELAB e também o valor de croma  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  e a tonalidade da cor medida por ângulo  $h^* = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$ . As amostras foram colocadas em cubeta de vidro 2mm (modelo 1864-709) para leitura. Os dados das medições foram transmitidos através do *software* CR-S4w.

#### 2.2.5. Extração, separação e identificação de compostos voláteis

A extração dos compostos voláteis foi realizada por microextração em fase sólida (SPME). Em um frasco âmbar de 5mL foi adicionado 3mL de amostra de vinho espumante (2mL de “headspace”) e agitadas por 1min para retirar o gás carbônico. A fibra utilizada foi PDMS (polidimetilsiloxano) (Supelco-USA). Temperatura de extração; 30°C; Tempo de extração: 30min. A fibra foi introduzida no injetor e os compostos sofreram dessorção térmica. A separação e identificação dos compostos foram feitas por CG (cromatografia gasosa) utilizando o Cromatógrafo a Gás equipado com detector de Espectrômetro de Massas por Quadropolo QP-5000 da Shimadzu equipado por coluna capilar HP-5 (Hewlett-Packard, USA) com comprimento: 30 m, diâmetro interno: 0,32 mm, espessura do filme: 0,25 mm (5% de difenil em 95% de dimetilpolissiloxano). O gás de arraste utilizado foi o Hélio: 1mL/min). A programação da temperatura da coluna foi: 60°C (temperatura inicial), rampa: 3°C/min → temperatura final: 246°C., temperatura do detector e injetor: 250°C. O modo de injeção foi do tipo splitless. A voltagem de ionização aplicada na identificação foi de 70 eV e o espectro de massa obtido de uma faixa de varredura de 30 a 350m/z.

Foi utilizado o Sistema de Identificação por Espectrometria de Massa Automatizado (AMDIS) v. 2.62 e a biblioteca do Programa de Pesquisa de Massa Espectral Mass Spectral Search Program v.2.0 (NIST, Washington – DC-USA) para a identificação e comparação dos picos de cada cromatograma.

### 2.2.6. Análise Estatística

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e para comparação entre as médias das amostras utilizou-se o teste de Tukey pelo programa estatístico SAS (Statistical Analysis System, 2001). A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada através do software Minitab versão 15 (2006).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de alguns parâmetros como: grau alcoólico, acidez total, acidez volátil, anidrido sulfuroso, pH e açúcares totais são importantes e determinantes no estabelecimento da identidade e qualidade do produto. O teor do grau alcoólico em vinhos depende da quantidade de açúcares presentes na uva que serão utilizados como substratos na fermentação. O álcool determina o corpo como também tem efeitos no aroma e sabor. A acidez volátil corresponde ao teor de ácido acético ( $\text{meq.L}^{-1}$ ) presente, e o limite máximo permitido para vinhos espumantes brasileiros é  $20 \text{ meq.L}^{-1}$  (BRASIL, 2004). A adição de dióxido de enxofre ao vinho antes da fermentação pode diminuir a acidez volátil (AMERINE e OUGH, 1976). Já, os teores de açúcares do vinho são determinados pela quantidade de açúcares da uva que não sofreram a fermentação.

A espuma do vinho espumante pode ser estabilizada por ácidos graxos de alto peso molecular, carboidratos ou proteínas (GALLART *et al.*, 2002; BRISSONNET e MAUJEAN, 1991; BRISSONNET e MAUJEAN, 1993). Os vinhos espumantes contêm compostos de superfície que possuem efeitos significativos sobre a estabilidade da bolha e da espuma (BRISSONNET e MAUJEAN, 1991; MALVY, ROBILLARD e DUTEURTRE, 1994; CILINDRE *et al.*, 2007).

O teor de compostos fenólicos totais é visto como um parâmetro importante, além do açúcar e da acidez para se julgar a qualidade dos vinhos (HARBERTSON e SPAYD, 2006). Estes compostos promovem interferência nas propriedades sensoriais como a cor e adstringência (BEER *et al.*, 2004; KENNEDY, SAUCIER e GLORIES, 2006).

Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Composição físico-química dos vinhos espumantes.

Amostras	Densidade (g.mL <sup>-1</sup> )	Teor Alcoólico (%vol)	Acidez Total (meq.L <sup>-1</sup> )	Acidez Volátil (meq.L <sup>-1</sup> )	Dióxido de Enxofre (g.L <sup>-1</sup> )	pH	Açúcares Totais (g.L <sup>-1</sup> )	Proteínas Totais (mg.L <sup>-1</sup> )	Compostos Fenólicos (mg GAE. L <sup>-1</sup> )
A	0,9890 <sup>b</sup>	7,9 <sup>c</sup>	78,5 <sup>d</sup>	4,00 <sup>d</sup>	0,18 <sup>a</sup>	3,15 <sup>c</sup>	73,55 <sup>b</sup>	7,0 <sup>b</sup>	86 <sup>b</sup>
B	0,9900 <sup>a</sup>	7,2 <sup>d</sup>	105,1 <sup>a</sup>	4,70 <sup>c</sup>	0,09 <sup>c</sup>	3,16 <sup>a</sup>	110,47 <sup>a</sup>	10,0 <sup>a,b</sup>	127 <sup>a</sup>
C	0,9868 <sup>c</sup>	9,8 <sup>b</sup>	80,2 <sup>b</sup>	14,50 <sup>a</sup>	0,09 <sup>c</sup>	3,12 <sup>b</sup>	13,80 <sup>c</sup>	10,0 <sup>a,b</sup>	92 <sup>a,b</sup>
D	0,9842 <sup>d</sup>	12,0 <sup>a</sup>	80,1 <sup>c</sup>	9,80 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>	3,15 <sup>c</sup>	11,96 <sup>d</sup>	14,0 <sup>a</sup>	105 <sup>a,b</sup>
<b>DMS</b>	0	0	0	0	0	0,02	0,85	0,53	37,98

Médias com a mesma letra na coluna, não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Amostras: A (*Moscato*)-RS; B (*Moscato*)-PE/BA; C (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc*)-PE/BA e D (*Chardonnay* mais *Riesling*)-RS.

DMS: Diferença Mínima Significativa.

Todas as amostras apresentaram valores dos parâmetros analisados dentro dos limites pré-estabelecidos que garantem a qualidade do vinho. De acordo com as concentrações de acidez total das 4 amostras de vinhos, a amostra A (*Moscato*) apresentou a concentração mais baixa em relação as demais amostras, tendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ), podendo ser considerado o vinho mais macio (MIELE *et al.*, 2000).

Os valores de pH das amostras analisadas variaram entre 3,12 (B) a 3,16(C). Esses resultados estão próximos aos valores descritos por SILVA (1998) em vinhos branco *riesling* itálico brasileiro.

As amostras A e B apresentaram as maiores concentrações de açúcares totais (73,55 g.L<sup>-1</sup> e 110,47 g.L<sup>-1</sup>, respectivamente), classificando-as como vinhos doces segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2004). Estes vinhos foram produzidos pelo processo

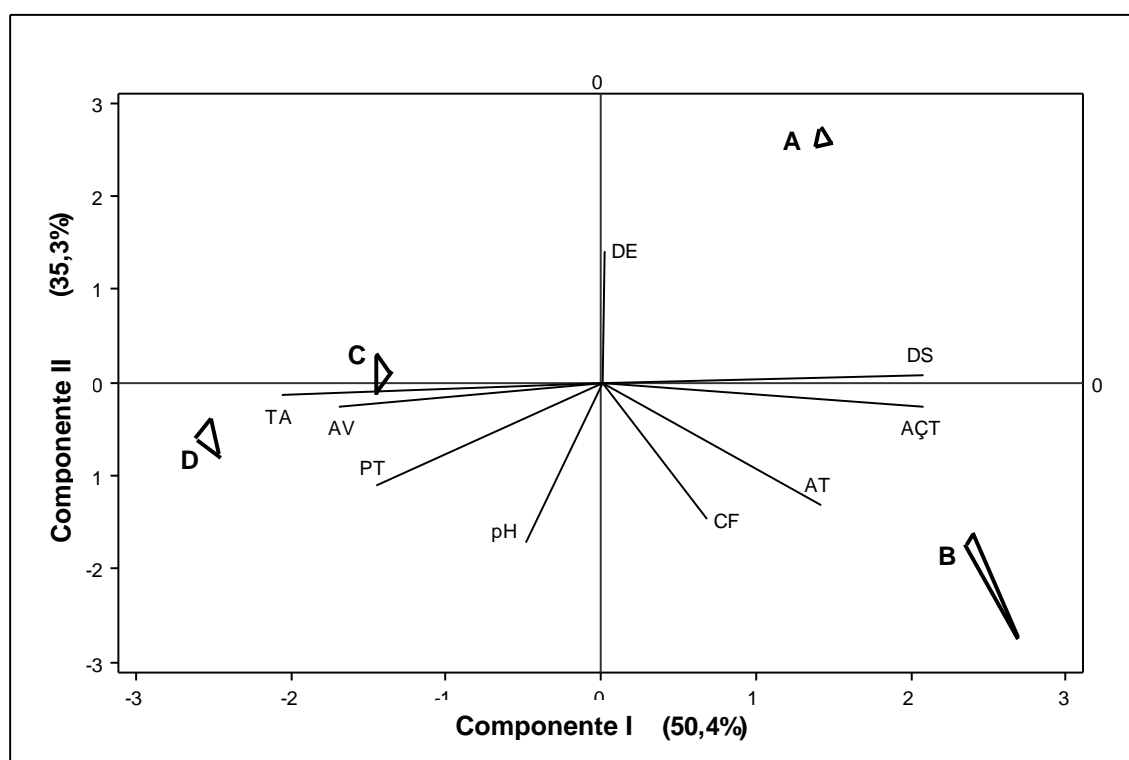
*Asti*, o qual leva a uma produção de álcool menor que outros processos. Provavelmente, por isso estas amostras têm maior teor de açúcar que as outras amostras.

As espumas são dispersões de bolhas de gás (CO<sub>2</sub>) em uma fase contínua de líquidos e semi-sólidos (RUSSO, 2000). Sabe-se que as proteínas, juntamente com os polissacarídeos e ácidos graxos são importantes na estabilização da espuma (PUYEO *et al.*, 1995; BLANCO-GOMIS *et al.*, 2009). A concentração de proteínas variou de 7,00 mg.L<sup>-1</sup> a 14,00 mg.L<sup>-1</sup>. Estas concentrações estão próximas as encontradas por Blanco-Gomis *et al.* (2009) em amostras de espumantes de maçã ou Sidra (bebida onde o CO<sub>2</sub> foi introduzido de modo artificial), onde a concentração variou de 8,9 mg.L<sup>-1</sup> a 10,0 mg.L<sup>-1</sup>. A amostra A apresentou a menor concentração de proteínas (7.00 mg.L<sup>-1</sup>) e a amostra D apresentou a maior concentração (14.00mg.L<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente ( $p < 0.05$ ) entre si. De acordo com estes resultados é possível propor que a amostra A tenha menor estabilidade de espuma e a amostra D tenha a maior estabilidade de espuma.

A amostra que apresentou maior teor de compostos fenólicos totais foi a amostra B (*Moscato*) com 127mg.GAE.L<sup>-1</sup>, seguida das amostras D (105mg.GAE.L<sup>-1</sup>) e C (92 mg.GAE.L<sup>-1</sup>). Neste conjunto de amostras não houve diferença estatística entre as amostras A, C e D, assim como, entre as amostras B, C e D ( $p < 0,05$ ). A amostra A apresentou o menor teor de fenólicos totais (86 mg.GAE.L<sup>-1</sup>), diferindo estatisticamente apenas da amostra B. Os teores de compostos fenólicos encontrados nestes vinhos espumantes brasileiros em estudo estão abaixo da média encontrada destes compostos em vinhos brancos brasileiros de outra região e também de outros países. Minussi *et al.* (2003) encontraram concentrações de fenólicos totais variando de 256 mg.GAE.L<sup>-1</sup> a 353 mg.GAE.L<sup>-1</sup>, em vinhos brancos brasileiros das variedades *Cabernet Blanc* e *Riesling*, enquanto Karasz *et al.* (2005) em estudo com vinhos brancos brasileiros das variedades *Riesling* encontraram concentrações 138 mg.GAE.L<sup>-1</sup> a 177 mg.GAE.L<sup>-1</sup>. Em vinhos brancos californianos já foram encontrados concentrações de fenóis totais variando de 99 mg.GAE.L<sup>-1</sup> (variedade *Sauvignon Blanc*) a 333 mg.GAE.L<sup>-1</sup>, (variedade *Chardonnay*) (BEER, HARBERTSON e KILMARTIN, 2004). Recentemente, Li *et al.* (2009) encontraram teores de fenóis totais, em vinhos brancos Chineses, variando de 219mg.GAE.L<sup>-1</sup> a

325mg.GAE.L<sup>-1</sup> (variedade *Riesling*), 218 mg.GAE.L<sup>-1</sup> a 298 mg.GAE.L<sup>-1</sup> (variedade *Chardonnay*) e 261 mg.GAE.L<sup>-1</sup> na variedade *Chenin Blanc*.

Jackson (1993) cita que o conteúdo de compostos fenólicos pode variar em função da variedade de uvas, das condições climáticas, da maturidade da uva, do processo de fermentação e também do envelhecimento (quando houver). Neste caso, a baixa concentração de compostos fenólicos encontrada em vinhos espumantes brasileiros em comparação aos vinhos brancos pode ser devido ao processamento e a presença de CO<sub>2</sub> e também das condições climáticas.



**Figura 1** – Análise de Componentes Principais (ACP).

DS: Densidade; TA: Teor Alcoólico; AT: Acidez Total; AV: Acidez Volátil; DE: Dióxido de Enxofre; pH: pH; AÇT: Açúcar Total; PT: Proteína Total; CF: Compostos Fenólicos.

Amostras: A (*Moscato*); B (*Moscato*); C (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc*) e D (*Chardonnay* mais *Riesling*).

Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 1) foi realizado com base na matriz de covariância para os valores médios dos parâmetros físico-químicos para as quatro amostras. O gráfico de ACP mostrou 2 Componentes Principais (CPs) explicando 85,7% do total de variância em covariância da matriz. O primeiro componente (CP1) explicou 50,4% do total da variabilidade entre as amostras, enquanto o segundo componente principal (CP2) explicou 35,3%. As

amostras C e D ficaram dispersas na região negativa do PC1 e foram caracterizadas pela maior intensidade de teor alcoólico (TA), acidez volátil (AV), proteínas totais (PT), e pH. Enquanto as amostras A e B ficaram dispersas na região positiva do CP2 e foram descritas pela maior intensidade de dióxido de enxofre (DE), densidade (DS), açúcares totais (AÇT), acidez total (AT) e compostos fenólicos (CF).

**Tabela 2** – Valores de média dos parâmetros de cor instrumental das amostras de vinho espumante.

Amostras	L*	a*	b*	C*	h*
A	80,87 <sup>a</sup>	-1,57 <sup>a</sup>	4,47 <sup>c</sup>	4,74 <sup>d</sup>	109,36 <sup>a</sup>
B	80,61 <sup>a</sup>	-2,04 <sup>c</sup>	6,19 <sup>a</sup>	6,51 <sup>a</sup>	108,22 <sup>b</sup>
C	78,08 <sup>b</sup>	-1,60 <sup>a</sup>	5,27 <sup>c</sup>	5,51 <sup>c</sup>	106,91 <sup>c</sup>
D	80,54 <sup>a</sup>	-1,82 <sup>b</sup>	6,02 <sup>b</sup>	6,29 <sup>b</sup>	106,80 <sup>c</sup>
DMS	0,88	0,05	0,06	0,07	0,38

Médias com a mesma letra na coluna, não difere estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

L\*= luminosidade, +a\* = vermelho e -a\* = verde, + b\* = amarelo e -b\* = azul, C\*= croma e H\*= ângulo.

Amostras: A (*Moscato*)-RS; B (*Moscato*)-PE/BA; C (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc*)-PE/BA e D (*Chardonnay* mais *Riesling*)-RS.

DMS: Diferença Mínima Significativa.

Os resultados das análises dos parâmetros de cor (Tabela 2) mostraram que as amostras A, B e D tiveram o maior escore para a Luminosidade (L\*) e não diferiram estatisticamente entre si. Este resultado mostra que mesmo o *Blended* (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon Blanc*) não foi caracterizado diferente dos vinhos produzidos pela uva *Moscato*. Com relação ao parâmetro a\* (verde-vermelho), a amostra B apresentou o maior score (-2,04) para a cor verde, pois quanto mais negativo for o valor de a\* maior será a intensidade da cor verde. Com relação ao parâmetro b\* (azul-amarelo), a amostra B teve o maior score (6,19) e a amostra A teve o menor score (4,47). Segundo MELÉNDEZ *et al.* (2001), fisicamente, a cor do vinho é caracterizada pela presença de compostos fenólicos da uva, os quais permanecem durante a fermentação e processamento, mas esta correlação não é

direta, pois com o envelhecimento da bebida reações de oxidação e mudança de pH podem intervir.

Os parâmetros  $C^*$  (valor de croma) e  $h^*$  (ângulo da cor), psicofisicamente, são os mais importantes (ORTIZ *et al.*, 1995; ORTIZ *et al.*, 1996) e complementam os outros parâmetros do espaço CIELab. A amostra B (vinho *Moscatel* do Vale do São Francisco) apresentou o maior valor de  $C^*$  (6,51) e a amostra A (vinho *Moscatel* do Vale dos Vinhedos) apresentou o menor valor de  $C^*$  (4,74), diferindo estatisticamente. Esta diferença pode ser devido ao fato das uvas serem cultivadas em regiões distintas.

A extração de voláteis através da técnica de HS-SPME seguida por dessorção térmica direta no CG-MS é considerada a melhor técnica para análise de compostos de aroma (AUGUSTO, LOPES e ZINE, 2003). Através da utilização desta técnica foi possível identificar 23 compostos de aroma, sendo 5 alcoóis, 8 ésteres, 5 ácidos carboxílicos, 3 aldeídos e 2 compostos miscelâneas (Tabela 3).

**Tabela 3** – Composição Geral de compostos voláteis de amostras de vinho espumante.

Compostos Voláteis	Amostras			
	A	B	C	D
<i>Alcoóis</i>				
2-metil-1-propanol	X	X	X	X
2-metil-1-butanol	X	X	X	X
3-metil-1-butanol	X	X	X	X
1-hexanol	X	X	X	X
2,3 butanediol	X			
<i>Ésteres</i>				
Hexanoato de etila	X	X	X	X
Decanoato de etila	X	X	X	X
Octanoato de etila	X	X	X	X
Lactato de etila	X			
Sorbato de etila	X			
Propanoato de etila				X
Etanoato de etila	X			
9-decenoato de etila	X	X		X
<i>Ácidos</i>				
Ácido láctico	X			
Ácido hexanóico	X			
Ácido fórmico				X
Ácido decanóico				X
Ácido acético	X			X
<i>Aldeídos</i>				
5-Hidroximetilfurfural	X			
Decanal		X		
Furaldeído				X
<i>Miscelânea</i>				
Diisobutil fitalato		X	X	
2,2,6-trimetil-6-viniltetrahidropirano		X		

Amostras: A (*Moscato*)-RS; B (*Moscato*)-PE/BA; C (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc*)-PE/BA e D (*Chardonnay* mais *Riesling*)-RS.

Identificação: Sistema de Identificação por Espectrometria de Massa Automatizado (AMDIS) v. 2.62 e a biblioteca do Programa de Pesquisa de Massa Espectral Mass Spectral Search Program v.2.0 (NIST, Washington – DC-USA) para a identificação e comparação dos picos de cada cromatograma. Considerado somente similaridade acima de 90%.



X: Composto presente na amostra.

O 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e o 3-metil-1-butanol são álcoois característicos de vinho e foram detectados em todas as amostras analisadas e contribuem para o aroma de álcool. O 2,3 butanediol, também um álcool, foi detectado apenas na amostra A. Este composto é descrito como aroma frutal, caju e de borracha (GARRUTI *et al.*, 2006), tendo uma pequena significância sensorial em vinhos (JACKSON, 1993).

Os alcoóis superiores (2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol e o 3-metil-1-butanol) são produzidos através do metabolismo dos aminoácidos e açúcares e contribuem para o sabor característico de álcool (JACKSON, 1993).

A olfatomia é uma técnica sensorial onde o nariz humano é capaz de determinar a qualidade e importância odorífera de cada volátil que elui da coluna cromatográfica (ACREE e BARNARD, 1994). Neste trabalho foi destacada a importância odorífera de alguns compostos que foram identificados. Para isto foram utilizados estudos de composição aromática que usaram a olfatomia. Desta forma foi possível verificar a importância de cada composto para a qualidade do vinho.

Com relação aos ésteres, o 9-decanoato de etila não foi detectado apenas na amostra C (*Chenin Blanc* mais *Sauvignon blanc*). Câmpeanu *et al.* (1998) e Ledauphin *et al.* (2005) detectaram este composto em outros tipos de bebidas alcoólicas, mas através da utilização da técnica “Extração de destilação simultânea” (SDE), onde se utiliza solvente para dessorção dos compostos da fibra. Em 2003, Demyttenaere *et al.*, detectaram o 9-decanoato de etila utilizando HS-SPME-GC-MS e foi um composto característico de vinho branco da ilha de Kaminia (Grécia), mas ainda não há descrição do aroma deste composto na literatura. O etil-propanoato foi detectado apenas na amostra D (*Chardonnay* mais *Riesling*). O etanoato de etila, lactato de etila e sorbato de etila foram detectados apenas na amostra A (*Moscato*). Os dois últimos compostos são descritos na literatura com aroma frutal, de leite e floral (ANTALICK, PERELLO e REVEL, 2010). O hexanoato de etila, octanoato de etila presentes em todas as amostras são descritos como compostos de aroma frutal, morango e doce (AZNAR *et al.*, 2001).

O lactato de etila presente somente na amostra A (*Moscato*) foi descrito por Guarrera *et al.* (2005) como frutal e o hexanol como aroma pungente. Enquanto o propanoato de etila detectado somente na amostra D (*Chardonnay* e *Riesling*) foi descrito por Antalick *et al.* (2010) como aroma de solvente e morango maduro.

O ácido decanóico detectado na amostra D e o ácido hexanóico detectado na amostra A, já foram detectados em amostras de vinhos espumantes tipo Cava (RIU-AUMATELL *et al.*, 2006; FRANCIOLI *et al.*, 2003). A descrição odorífera destes compostos é de queijo (GARRUTI *et al.*, 2006). A formação de ácido acético em vinhos provém da fermentação e as altas concentrações deste ácido estão associadas à contaminação de uvas ou vinhos com bactérias acéticas resultando em aroma desagradável em vinhos, sendo descrito por Aznar *et al.* (2001) como aroma de vinagre.

Os aldeídos em vinhos podem ser originários da uva ou da fermentação, processamento ou exposição ao carvalho. Outros aldeídos como furaldeído e 5-hidroxiacetilfurfural são sintetizados pelo processo de oxidação do açúcar (JACKSON, 1993). O Decanal presente na amostra B (*Moscato*) foi descrito por GUARRERA *et al.* (2005) como “grama seca”. Enquanto o 5-hidroxiacetilfurfural detectado somente na amostra A (*Moscato*) foi descrito como aroma de manteiga e adstringente (SALMERON *et al.*, 2009).

O 2,2,6-trimetil-6-viniltetrahidropirano foi detectado apenas na amostra B (*Moscato*). Sua formação em vinhos ainda não é clara, mas alguns autores (WILLIAMS, STRAUSS e WILSON, 1980; DEMYTTENAERE e WILLEMEN, 1998) mostram que este composto pode ser um produto da decomposição do linalol em baixo pH. Não há ainda na literatura a descrição odorífera deste composto.

#### **4. CONCLUSÕES**

Todas as amostras de vinhos espumantes estudados estão de acordo com o de Padrão de Identidade e Qualidade segundo os parâmetros de densidade, grau alcoólico, acidez total, acidez volátil, anidrido sulfuroso e açúcar total. A amostra D apresentou o maior teor de proteína total supondo uma maior estabilidade da espuma que as demais amostras. Os teores de compostos fenólicos encontrados nestes vinhos espumantes brasileiros estão abaixo da média dos encontrados em outros estudos para vinhos brancos.

Com relação a cor, a amostra B apresentou a maior intensidade de coloração amarela, e valor de croma, parâmetros muito importantes na determinação da qualidade de vinhos.

A HS-SPME-CG-MS foi eficiente na extração, detecção e identificação de 23 compostos voláteis. Alguns destes compostos não são desejáveis em vinhos como o ácido acético detectado nas amostras A e D, 5-hidroximetilfurfural detectado apenas na amostra A e o furaldeído na amostra D.

Estudos futuros de análise sensorial descritiva poderão complementar o estabelecimento da qualidade destes vinhos.

## REFERÊNCIAS

ACREE, T. E.; BARNARD, J. Gas chromatography-olfactometry and charm analysis. In: MAARSE, H. e VAN DER HEIJ, D. G., **Trends in flavour research**, Amsterdam: Elsevier. p. 211-220, 1994.

ANTALICK, G.; PERELLO, M. C.; REVEL, G. Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase microextraction - gas chromatography - mass spectrometry. **Food Chem.**, v. 121, p. 1236-1245, 2010.

AMERINE M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acribia, 1996. 158p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Beverages: wines. In: Official methods of analysis**. Washington, D. C. p. 220-230, 1995..

AUGUSTO, F.; LOPES, A. L.; ZINE, C. A. Sampling and sample preparation for analysis of aromas and fragrances. **Trends Anal Chem.**, v. 22, n. 3, p.160-169, 2003.

AZNAR, M.; LÓPEZ, R.; CACHO, J.F.; FERREIRA, V. Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC-olfactometry, quantitative GC-MS, and odor evaluation of HPLC fractions. **J Agric Food Chem.**, v.49, p. 2924-2929, 2001.

BEER, D.; HARBERTSON, F.; KILMARTIN, P. A.; ROGINSKY, V.; BARSUKOVA, T.; ADAMS, D. O., WATERHOUSE, A. L. Phenolics: A comparison of diverse analytical methods. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 55, n. 4, p. 389-400, 2004.

BLANCO-GOMIS, D.; MANGAS-ALONSO, J. J.; JUNCO-CORUEJO, S.; GUTIÉRREZ-ÁLVAREZ, M. D. Characterisation of sparkling cider by the yeast type used in taking foam on the basis of polypeptide content and foam characteristics. **Food Chem.**, v. 115, p. 375-379, 2009.

BOSCH-FUSTÉ, J.; RIU-AUMATELL, M.; GUADAYOL, J. M.; CAIXACH, J.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Volatile profiles of sparkling wines obtained by three extraction methods and gás chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis. **Food Chem.**, v. 105, p. 428-435, 2007.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal Biochem.**, v.72, p. 248-254, 1976.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. 2004. 21p. Disponível em: [http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt\\_repository/BRA159\\_PT\\_1\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/tbt/tbt_repository/BRA159_PT_1_1.pdf). Acesso em: 08 jul. 2009

BRISSENET, F.; MAUJEAN, A. Identification of some foam-active compounds in champagne base wines. **Am J Enol Vitic.**, v. 42, p. 97-102, 1991.

BRISSENET, F.; MAUJEAN, A. Characterization of foaming proteins in a Champagne base wine. **Am J Enol Vitic.**, v. 44, n.3, p. 297-301, 1993.

CÂMPEANU, G., BURCEA, M.; DONEAU, C.; NAMOLOSANU, I.; VISAN, L. GC/MS characterization of the volatiles isolated from the wines obtained from the indigenous cultivar Feteasca Regala. **Analysis**, v. 26, p. 93-97, 1998.

CAVAZZANI, N. **Fabricacion de Vinos Espumosos**. Zaragoza (España): Editorial Acribia S.A. p. 44-108, 1985.

CILINDRE, C.; CASTRO, A.J.; CLÉMENT, C.; JEANDET, P.; MARCHAL, R. Influence of *Botrytis cinerea* infection on Champagne wine proteins (characterized by two-dimensional electrophoresis/immunodetection) and wine foaming properties. **Food Chem.**, v. 103, p. 139-149, 2007.

DEMYTTENAERE, J. C. R.; WILLEMEN, H. M. Biotransformation of linalool to furanoid and pyranoid linalool oxides by aspergillus niger. **Phytochemistry**, v.47, n.6, p. 1029-1036, 1998.

DEMYTTENAERE, J. C. R.; DAHER, C.; SANDRA, P.; KALLITHRAKA, S.; VERHÉ, R., KIMPE, N. Flavour analysis of Greek White wine by solid-phase microextraction-capillary gas chromatography-mass spectrometry. **J Chrom A.**, v. 985, p. 233-246, 2003.

FRANCIOLI, S.; TORRENS, J.; RIU-AUMATELL, M.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Volatile compounds by SPME-GC as age markers of sparkling wine. **Am J Enol Vitic.**, v. 54, n. 3, p. 158-162, 2003..

GALLART, M.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; SUBERBIOLA; BUXADERAS, S. Influence of fatty acidson wine foaming. **J Agric Food Chem.**, v. 50, n. 24, p. 7042-7045, 2002.

GARRUTI, D. S.; FRANCO, M. R. B.; SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; ALVES, G. L. Assessment of aroma impact compounds in a cashew apple-based alcoholic beverage by GC-MS and GC-olfactometry. **LWT.**, v. 39, p. 372-377, 2006.

GOLLO, S. S. e CASTRO, A. W. V. Indicações geográficas: O caso da indicação de procedência do Vale dos Vinhedos – Serra Gaúcha/RS/Brasil. **Adm. rural e gestão de agroneg.**, 2006.

GUARRERA, N.; CAMPISI, S.; ASMUNDO, C. N. Identification of the odorants of two Passito wines by gas chromatography-olfactometry and sensory analysis. **Am J Enol Vitic.**, v. 56, n. 4, p. 394-399, 2005.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S. Measuring phenolics in the winery. **Am J Enol Vitic.**, v. 57, n. 3, p. 280-288, 2006.

JACKSON, R. S. **Wine Science – Principles and Applications**. San Diego: Academic Press. p178-214, 1993.

KARASZ, P.; BENASSI, M. T.; YAMASHITA, F.; CECCHI, H. M. Influência do Envelhecimento na aceitação e nas características físico-químicas de vinhos brancos *Riesling* Itálico brasileiros. **Alim Nutr.**, v. 16, n. 1, p. 45-50, 2005.

KENNEDY, J. A.; SAUCIER, C.; GLORIES, Y. Grape and wine phenolics: history and perspective. **Am J Enol Vitic.**, v. 57, n. 3, p. 239-248, 2006.

LEDAUPHIN, J.; SAINT-CLAIR, J. F.; LABLANQUIE, O.; GUICHARD, H.; FOURNIER, N.; GUICHARD, E.; BARILLIER, D. Identification of trace volatile compounds in freshly distilled calvados and cognac using preparative separations coupled with gas chromatography-mass spectrometry. **J of Agric and Food Chem.**, v. 52, p. 5124-5134, 2005.

LI, H.; WANG, X.; LI, Y.; LI, P.; WANG, H. Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. **Food Chem.**, v. 112, p. 454-460, 2009.

MALVY, J.; ROBILLARD, B.; DUTEURTRE, B. Influence des proteíns sur le comportement de la mousse des vins de Champagne. **Sci Aliment.**, v. 14, p. 88-98, 1994.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Study of methods for the extraction of volatile compounds from fermented grape must. **Food Chem.**, v. 96, p. 586-590, 2006.

MARENGO, E.; ACETO, M.; MAURINO, V. Classification of Nebbiolo-based wines from Piedmont (Italy) by means of solid-phase microextraction-gas-chromatography-mass spectrometry of volatile compounds. **J of Chrom A.**, v. 943, p. 123-137, 2002.

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

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; ANDRADE, C. Avaliação Nacional de Vinhos - Safra 2000: Características sensoriais e físico-químicas dos vinhos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Comunicado técnico 36, 2000. 8p.

MINITAB® 15.1.0.0. Minitab Inc., 2006.

MINUSSI, R. C.; ROSSI, M.; BOLONGA, L.; CORDI, L.; ROTILIO, D.; PASTORE, G. M.; DURÁN, N. Phenolic compounds and total antioxidant potencial of commercial wines. **Food Chem.**, v. 82 p. 409-416, 2003.

ORTEGA, C.; LÓPEZ, R.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Fast analysis of important wine volatile compounds development and validation of a new method based on gás chromatographic-flame ionisation detection analysis of dichloromethane microextracts. **J of Chrom A.**, v. 923, p. 205-214, 2001.

ORTIZ, M. C.; HERRERO, A.; SÁNCHEZ, M. S.; SARABIA, L. A.; ÍÑIGUEZ, M. Modelling the relation between CieLAB parameters and sensory score for quality control of red-wine colour. **Analyst**, v. 120, p. 2793-2798, 1995.

ORTIZ, M. C.; SARABIA, L. A.; SYMINGTON, C.; SANTAMARÍA, F.; ÍÑIGUEZ, M. Analysis of aging and typification of vintages ports by partial least squares and soft independent modelling class analogy. **Analyst**, v. 121, p. 1009-1013, 1996.

PUEYO, E.; MÁRNTIN-ÁLVAREZ, P. J.; POLO, M. C. Relationship between foam characteristics and chemical composition in wines and cava (sparkling wines). **Am J Enol Vitic.**, v. 46, n. 4, p. 518-524, 1995.

RIU-AUMATELL, M.; BOSCH-FUSTÉ, J.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Development of volatile compounds of cava (Spanish sparkling wine) during long ageing time in contact with lees. **Food Chem.**, v. 95, p. 237-242, 2006.

RUSSO, C. Le schiume alimentari. **Industrie Alimentari**, v. 39, p. 425-443, 2000.

SALMERON, I.; FUCIÑOS, P.; CHARALAMPOPOULOS, D.; PANDIELLA, S. S. Volatile compounds produced by the probiotic strain *Lactobacillus plantarum* NCIMB 8826 in cereal-based substrates. **Food Chem.**, v. 117, p. 265-271, 2009.

SAS - **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE**. *SAS Users guide*. V.8, Cary: The SAS Institute, NC, 2001.

SILVA, T. G. **Diagnóstico vitivinícola do sul de Minas Gerais**. 1998. 196p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Lavras: UFLA.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. **Method Enzymol.**, v. 299, p. 152–78, 1999.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Empraba Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-árido. p 677-690, 2009.

UGLIANO, M.; GENOVESE, A.; MOIO, L. Hydrolysis of wine aroma precursors during malolatic fermentation with four commercial starter cultures of *Oenococcus oeni*. **J Agric Food Chem.**, v. 51, p. 5073-5078, 2003.

VILLENA, M. A.; PÉREZ, J. D.; ÚBEDA, J. F.; NAVASCUÉS, E.; BRIONES, A. I. A rapid method for quantifying aroma precursors: Application to grape extract, musts and wine made from several varieties. **Food Chem.**, v. 99, n. 1, p. 183-190, 2003.

WILLIAMS PJ, STRAUSS CR, WILSON B. Hydroxylated linalool derivatives as precursors of volatile monoterpenes of muscat grapes. **J. Agric. Food Chem.**, v. 28, n. 4, p. 766-771, 1980.

## CAPÍTULO III

### PERFIL SENSORIAL DE VINHOS ESPUMANTES BRASILEIRO

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar amostras de vinhos espumantes brasileiros produzidos no Nordeste (região do “Vale do São Francisco”) e Rio Grande do Sul (região do “Vale dos Vinhedos”), utilizando a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise Multivariada da Variância (MANOVA), além de avaliar o poder de discriminação e repetibilidade da equipe de julgadores. Após treinamento, oito indivíduos foram selecionados para compor a equipe final de julgadores, utilizando-se como critérios o poder discriminatório, repetibilidade e consenso do julgador com a equipe. Foram levantados 25 atributos para descrever as similaridades e diferenças entre as 4 amostras de vinhos espumantes estudadas. Dentre estes a cor amarela, transparência, gosto amargo, gosto doce e sabor alcoólico foram os mais importantes para a caracterização das amostras. Um novo treinamento foi necessário e alguns atributos foram melhores discriminados pela equipe, com exceção da efervescência e sabor de uva verde que não diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. A Análise Multivariada da Variância (MANOVA) foi útil para caracterizar das amostras. O componente principal I foi responsável por 54,6% da variabilidade entre as amostras.

**Palavras-chave:** Análise Descritiva Quantitativa, vinho espumante brasileiro, equipe sensorial, julgadores, atributos.



## ABSTRACT

The aim of this study was to characterise samples of sparkling wines produced in the Brazilian Northeast (region of "São Francisco Valley") and Rio Grande do Sul (region of "Vinhedos Valley") using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and Multivariate Analysis Variance (MANOVA), and to evaluate the discrimination power and repeatability of the team of judges. After training, eight individuals were selected to compose the final panel of judges, using criteria such as the discriminative ability, repeatability and consensus of the judge with the team. There were chosen 25 attributes to describe the similarities and differences among the four studied samples of sparkling wine. Among these yellow color, transparency, bitterness, sweetness and alcohol were the most important for the characterization of the samples. A new training was required and some attributes were best discriminated by the panel, with the exception of effervescence and taste of green grapes that did not differ ( $p < 0,05$ ) between the samples. A Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was useful for observing the sample characterization. The main component I was responsible for 54.6% of the variability between samples.

**Keywords:** Quantitative Descriptive Analysis, sparkling wine Brazilian, panel sensory, judges, attributes.

## 1. INTRODUÇÃO

O vinho espumante é uma bebida com características sensoriais que agradam o consumidor brasileiro, sendo ideal para o clima quente do país, podendo ser ingerida a baixas temperaturas (SOUZA e ARRUDA, 2001).

Atualmente no Brasil duas regiões se destacam na produção de vinho. A mais tradicional que é o Vale dos Vinhedos (Serra Gaúcha - RS), a qual possui certificado de identificação geográfica de procedência (GOLLO e CASTRO, 2006), e o Vale do São Francisco (na região do semi-árido nordestino) uma região emergente e ainda sem certificação (SOARES e LEÃO, 2009).

Geralmente, a qualidade sensorial de um vinho é baseada em sua cor e sabor. As características de sabor, principalmente em vinhos brancos, são resultados de complexas interações entre três fatores: variedade de uva, levedura e condições técnicas de vinificação (LILLY, LAMBRECHTS e PRETORIUS, 2000; UBEDA, GONZALES e VIÑAS, 2000). Embora um número de componentes do sabor seja encontrado originalmente na uva, os compostos dominantes que mais contribuem para o sabor e aroma do vinho são formadas durante a etapa de fermentação pelas leveduras (PATEL e SHIBAMOTO 2003; ESTÉVEZ *et al.* 2004).

Em 1983, Amerine e Roessler, citaram que a qualidade de um vinho pode ser determinada por “experts” treinados, através de padrões de qualidade desenvolvidos por tradicionais escalas de enologia ou associações de degustadores profissionais. Esta avaliação é feita utilizando-se um sistema de pontuação (os chamados “score cards”) em função de aspectos de aparência, aroma, sabor e de textura encontradas na bebida. A principal finalidade da avaliação sensorial de vinhos por “experts” é o enquadramento da bebida dentro de padrões de qualidade pré-estabelecidos. Entretanto em 1974, Stone e colaboradores, já haviam criado a metodologia da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), a qual não necessariamente usa “experts” para avaliar a qualidade de alimentos e bebidas e sim consumidores. Desta forma a ADQ cria padrões de qualidade que refletem, na maioria dos casos, as características tradicionais de um vinho e compõem sua identidade junto a consumidores das localidades de origem do vinho. Consumidores sem experiência anterior descrevem e quantificam características de produtos. Períodos de treinamento da equipe são necessários, resultando em uma linguagem próxima à do

consumidor (STONE e SIDEL 2004). A ADQ já foi utilizada para traçar o perfil sensorial de vinhos brancos brasileiros. Nesta pesquisa foram levantados 13 atributos que caracterizaram as amostras de vinho branco (BEHRENS, AZEVEDO e SILVA, 2000). Vannier, Brun e Feinberg (1999) caracterizaram e discriminaram *Champagne* de diferentes regiões da França através de métodos sensoriais descritivos oficiais.

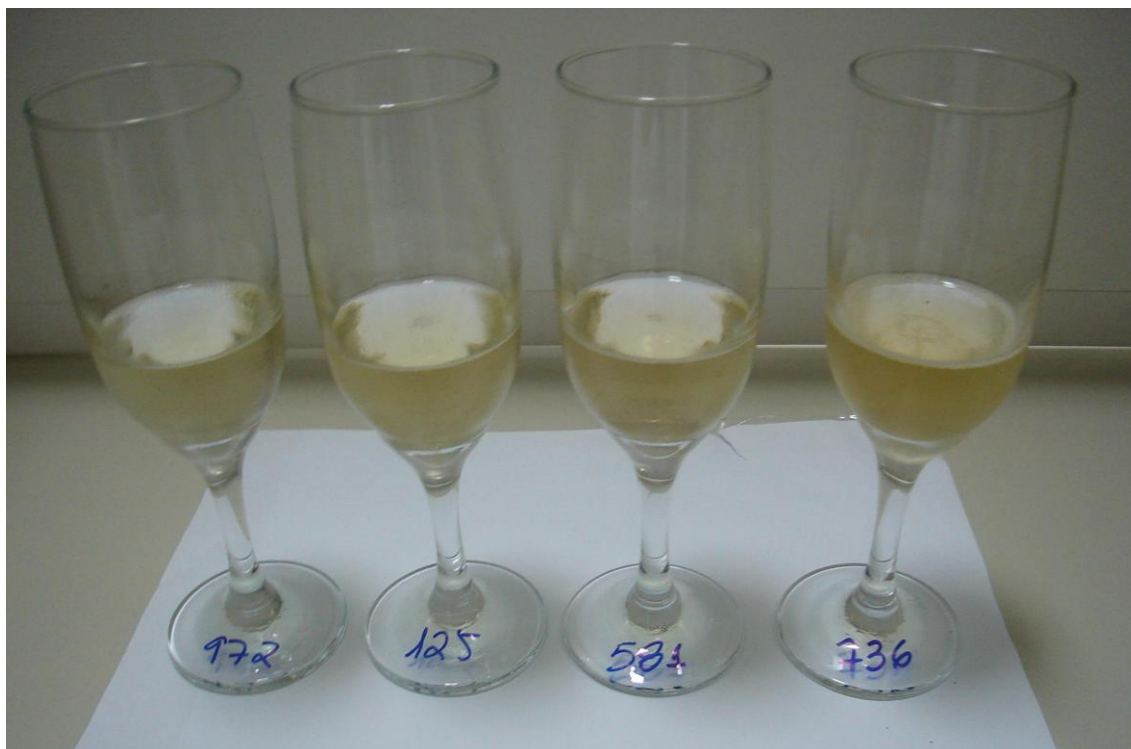
Este estudo teve como objetivo caracterizar amostras de vinhos espumantes brasileiros produzidos no Nordeste (região do “Vale do São Francisco”) e Rio Grande do Sul (região do “Vale dos Vinhedos”), utilizando a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise Multivariada da Variância (MANOVA), além de avaliar o poder de discriminação e repetibilidade da equipe de julgadores.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material**

Foram estudados 4 amostras de vinho espumante comerciais provenientes de duas regiões produtoras do Brasil, Vale do São Francisco (Nordeste) e Vale dos Vinhedos (Sul). As amostras codificadas como A e B são da varietal *Moscato* produzidas pelo método *Asti*, a amostra C das variedades *Chenin Blanc* e *Sauvignon Blanc* e a amostra D, *Chardonnay* e *Riesling* produzidas pelo método *Charmat*. As amostras A e B são classificadas como do tipo *Moscatel* enquanto as amostras C e D como do tipo *Brut*.

As amostras foram servidas em taças de vidro de vinho espumante em alíquotas de 50 mL à temperatura de 8°C como descrito por Jackson (2002), codificadas com número de três dígitos (Figura 1).



**Figura 1:** Amostras de vinho espumante codificadas.

Fonte: Autora.

## 2.2. MÉTODOS

Inicialmente foi realizado o recrutamento de julgadores através de um questionário, avaliando a disponibilidade de tempo, interesse em participar e hábito de consumir vinho espumante. A Análise Descritiva Quantitativa foi realizada segundo STONE e SIDEL (2004), no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) com cabines individuais de superfície clara, sob luz branca e à temperatura de 21°C.

A seleção dos julgadores foi feita através do teste triangular (Figura 2). O teste foi aplicado a 20 julgadores em 3 sessões (AxB, CxD e AxC) e o poder de discriminação avaliado através de tabela (Número Crítico de Resposta do Teste Triangular).



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES BROMATOLÓGICAS  
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

### TESTE TRIANGULAR

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Por favor, prove as amostras codificadas de Vinho Espumante da esquerda para direita. Duas amostras são iguais e uma é diferente.

Identifique com um círculo a amostra diferente.

328

167

831

Comentários:

---

---

---

**Figura 2:** Ficha de Aplicação do Teste Triangular.

Fonte: STONE E SIDEL, 2004 (adaptado).

A terminologia descritiva foi levantada através do Método de Rede Kelly (MOSKOWITZ, 1983). As amostras foram servidas aos pares nas seguintes combinações: AxB, AxC, AxD, BxC, BxD e CxD. Os julgadores descreveram as similaridades e diferenças das amostras, quanto à aparência, aroma, sabor e sensações bucais (Figura 3). Reuniões foram realizadas e conduzidas por um líder de equipe, onde foram discutidos os termos levantados, a fim de se eliminar redundâncias, sinônimos ou termos pouco citados, selecionando-se de forma consensual os atributos que melhor descreviam as similaridades e diferenças entre as amostras. Durante esta fase do trabalho, a equipe definiu os atributos levantados e também sugeriu padrões de referência para cada atributo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES BROMATOLÓGICAS  
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### TESTE REDE

Por favor, prove as amostras codificadas de Vinho Espumante da esquerda para a direita. Inicialmente, avalie a aparência das duas amostras. Em seguida, descreva em que são similares e em que diferem entre si. Em seguida, repita os mesmos procedimentos para aroma, sabor e sensações bucais.

#### APARÊNCIA

Similaridades

Diferenças

Amostras

\_\_\_\_\_

#### AROMA

Similaridades

Diferenças

Amostras

\_\_\_\_\_

#### SABOR

Similaridades

Diferenças

Amostras

\_\_\_\_\_

#### SENSAÇÕES BUCAIS

Similaridades

Diferenças

Amostras

\_\_\_\_\_

**Figura 3:** Ficha de Aplicação do Teste de Rede Kelly.

Fonte: STONE e SIDEL, 2004 (adaptado).

Foi estabelecido anteriormente que seria utilizado um escala hedônica não estruturada de 9 cm ancoradas em seus extremos com termos também definidos

pela equipe (Figura 4). Finalmente, foram definidos os padrões de referência de mínimo (0 cm) e máximo (9cm).



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISES BROMATOLÓGICAS  
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Por favor, avalie a intensidade de cada atributo da amostra de vinho espumante de acordo com as escalas abaixo:

**Aparência**

Quantidade de Espuma

Pouco

Muito

Tamanho das Borbulhas

Pequena

Grande

Cor Amarela

Fraca

Forte

Transparência

Fraca

Forte

Brilhante

Fraca

Forte

**Aroma**

Aroma Cítrico

Pouco

Muito

Aroma de Álcool

Pouco

Muito

Aroma Fermentado

Nenhum

Muito

Aroma de Caramelo

Nenhum

Muito

Aroma Frutal

Pouco

Muito

Aroma de Fruta Estragada

Nenhum

Muito

Aroma Floral	Nenhum	Muito
Aroma de Ácido Acético	Nenhum	Muito
<b>Sabor</b>		
Gosto Amargo	Pouco	Muito
Gosto Ácido	Pouco	Muito
Gosto Doce	Pouco	Muito
Sabor Fermentado	Nenhum	Muito
Sabor de Maça	Nenhum	Muito
Sabor de Uva Verde	Nenhum	Muito
Sabor Alcoólico	Pouco	Muito
<b>Sensações Bucais</b>		
Adstringência	Nenhum	Muito
Efervescência	Fraca	Forte
Preenchimento na Boca	Pouco	Muito
Corpo	Fraca	Forte
Maciez	Fraca	Forte

**Figura 4:** Ficha de Aplicação do Teste de ADQ.

Fonte: STONE e SIDEL, 2004 (adaptado).



Treinamento com os padrões de referência foi realizado uma segunda vez após avaliação dos julgadores quanto ao poder de discriminação e repetibilidade.

Para obter informações sobre a repetibilidade e o poder de discriminação dos mesmos foram realizadas Análise de Variância Univariada (ANOVA) de dois fatores (amostras e repetições) utilizando  $pF < 0,50$  para F amostras e  $pF \geq 0,05$  para F repetição (DAMÁSIO e COSTELL, 1991);

Treinamentos com os padrões de referência foram realizados duas vezes e o poder de discriminação e repetibilidade avaliados através da Análise de Variância Univariada (ANOVA) de dois fatores (amostras e repetições) utilizando  $pF < 0,50$  para F amostras e  $pF \geq 0,05$  para F repetição (DAMÁSIO and COSTELL 1991).

A análise descritiva quantitativa das amostras de vinho espumante foi realizada por uma equipe de 8 julgadores (6 do sexo feminino e 2 do sexo masculino) em 3 repetições. Foram servidas quatro amostras por sessão, alocadas segundo o planejamento experimental de blocos incompletos balanceados. Tal planejamento foi utilizado com a finalidade de minimizar o efeito de ordem de apresentação das amostras nos julgamentos dos julgadores.

O programa estatístico utilizado para cálculo da ANOVA e teste de média de Tukey ( $p < 0,05$ ) foi o SAS, USA (2001). A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada através do software Minitab versão 15 (2006).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os julgadores foram selecionados baseados na sua disponibilidade, interesse, hábito de consumir vinho espumante e capacidade discriminatória verificada através do teste triangular. Os julgadores que não atingiram 100% de acertos em todas as sessões do teste triangular foram dispensados. Assim, dos 20 julgadores que participaram do teste triangular, apenas 13 julgadores (8 do sexo feminino e 5 do sexo masculino) foram selecionados para fazer o teste de Rede de Kelly e levantar os atributos característicos. Destes 13 julgadores, 5 interromperam sua participação no estudo por falta de tempo e problemas de saúde. A equipe final foi composta por 8 julgadores.

Os vinte e cinco atributos levantados pela equipe sensorial foram definidos e os padrões de referência escolhidos (Tabela 1).

**Tabela 1 – Terminologia Descritiva de Vinho Espumante**

ASPECTO	DESCRIPTIVO	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA MÍNIMA	REFERÊNCIA MÁXIMA	
APARÊNCIA	Quantidade de espuma	Altura da espuma observada acima do líquido a partir da visualização frontal.	Sidra gaseificada doce Valenciana (gelado).	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).	
	Tamanho das borbulhas	Diâmetro das borbulhas.	Sidra gaseificada doce Valenciana (gelado).	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).	
	Cor amarela	Intensidade de cor amarela característica de vinhos espumantes.	Água H <sub>2</sub> O levemente gaseificada e com suco de limão e tangerina.	Vinho espumante moscatel marca Botticelli – processo Asti (Vale do São Francisco).	
	Transparência	Capacidade de visualização através do líquido.	Vinho espumante moscatel marca Botticelli – processo Asti (Vale do São Francisco).	Água H <sub>2</sub> O levemente gaseificada e com suco de limão e tangerina.	
	Brilhante	Capacidade do líquido refletir a luz.	Vinho espumante moscatel marca Botticelli – processo Asti (Vale do São Francisco).	Água H <sub>2</sub> O levemente gaseificada e com suco de limão e tangerina.	
AROMA	Aroma cítrico	Aroma característico de frutas cítricas. Ex: limão, laranja, tangerina.	10mL de H <sub>2</sub> O levemente gaseificada com suco de limão e tangerina + 5mL de água.	Água H <sub>2</sub> O levemente gaseificada e com suco de limão e tangerina.	
	Aroma de álcool	Aroma característico de solução aquosa de etanol.	10mL de álcool 96 (santa cruz) + 80mL de água.	10mL de álcool 96 (santa cruz) + 60mL de água.	
	Aroma fermentado	Aroma característico de fermento. Ex: fermento de pão.		fermento biológico fresco (Fleischmann).	
	Aroma de caramelo	Aroma característico de açúcar queimado.		10 mL de calda de caramelo + 50 mL de água potável.	
	Aroma frutal	Aroma adocicado que lembra fruta madura.	30mL de *solução + 5mL de álcool + 500mL de água.	300mL de *solução + 5mL de álcool + 500mL de água.	
			*solução: 500 microlitros de acetato de isoamila + 500 microlitros de acetato de etila em 1L de água		
	Aroma de fruta estragada	Aroma característico de fruta em processo de fermentação.		fruta em processo de decomposição.	
	Aroma floral	Aroma que lembra flores. Ex: flores do campo, violeta.		solução de essência de violeta.	
Aroma de ácido acético	Aroma característico de vinagre de álcool.		3mL de vinagre + 50mL de água.		
GOSTO E SABOR	Gosto amargo	Gosto amargo característico presente em solução de cafeína.		solução aquosa de cafeína 1g/L.	
	Gosto ácido	Gosto característico de solução de ácido cítrico.	solução de ácido cítrico 10meq/L.	solução de ácido cítrico 25meq/L.	
	Gosto doce	Gosto doce característico de solução de sacarose em água.	solução a 0,5g de sacarose/L de água.	solução a 3g de sacarose/L de água.	
	Sabor fermentado	Sabor característico de bebida alcoólica fermentada.		solução de 10mL de cerveja Brahma + 50mL de água.	
	Sabor de maçã	Sabor característico de maçã.		Sidra gaseificada doce Valenciana (gelado).	

	Sabor de uva verde	Sabor característico de uva verde.		uva verde + água liquidificada.
	Sabor alcoólico	Sabor característico de bebida alcoólica, que provoca ardência, devido ao etanol.	6,5mL de cachaça + 50mL de água.	9,5mL de cachaça + 50mL de água.
SENSAÇÕES BUCAIS	Adstringência	Sensação bucal de “amarração”.		Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).
	Efervescência	Percepção de gás na boca.	Sidra gaseificada doce Valenciana (gelado).	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).
	Preenchimento na boca	Espalhamento do líquido na boca.	Sidra gaseificada doce Valenciana (gelado).	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).
	Corpo	Característica de densidade dos vinhos espumantes percebidos na boca. Sinônimo: denso, encorpado.	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).	Vinho Branco Canção.
	Maciez	Equilíbrio entre o teor alcoólico e teor de açúcar.	Vinho Espumante Extra brut George Aubert (gelado).	Vinho Branco Canção.

Alguns atributos como aroma floral, aroma de caramelo, gosto ácido, gosto amargo, gosto doce e sabor de maçã também foram levantados no trabalho realizado por Vannier *et al.* (1999). Neste trabalho, os autores utilizaram à análise descritiva quantitativa segundo normas da ISO 5496 (1992) e obtiveram uma discriminação satisfatória das amostras de “*champagne*”. Relatando o bom resultado obtido devido à boa repetibilidade e eficiente capacidade discriminatória da equipe como um todo. Neste caso, os autores não realizaram a Análise Univariada da Variância (ANOVA) impossibilitando a avaliação individual dos julgadores. Torrens *et al.* (2008) usou uma equipe de “experts” para avaliar a descrição sensorial de vinhos espumantes tipo “Cava” e esta equipe levantou 10 atributos, sendo que alguns atributos foram em comum com o presente trabalho como: aroma cítrico, aroma floral, aroma frutal e aroma fermentado.

Após a análise da interação amostra x julgador, realizada após o segundo treinamento, o julgador 6 discriminou todos os atributos levantados e obteve o melhor poder de repetibilidade da equipe de julgadores. Os resultados da tabela 2 mostram que o treinamento foi importante para aprimorar a capacidade discriminatória dos julgadores, sendo que mais que 90% da equipe de julgadores discriminou satisfatoriamente os atributos levantados, com base no valor de D que representa o número de vezes que o atributo não foi discriminado. Vannier *et al.* (1999) observaram em seu estudo que o treinamento de julgadores foi essencial para a discriminação de amostra de *Champagnes*.



A Tabela 3 traz o perfil sensorial das amostras de vinho espumante. Os atributos foram adequados para a discriminação das amostras com exceção do sabor de uva verde e efervescência.

A cor amarela foi o atributo mais importante na caracterização das amostras, pois todas as amostras diferiram significativamente entre si a  $p < 0,05$ . A amostra D (vinho espumante tipo *Brut*) apresentou a maior intensidade deste atributo (6,48).

O gosto doce e a transparência também foram importantes na diferença significativa dos tipos de vinhos. As amostras A e B diferiram estatisticamente das amostras C e D ( $p < 0,05$ ) e apresentaram as maiores médias para o atributo de gosto doce (5,26 e 5,53, respectivamente). Com relação à transparência, a amostra A apresentou a maior média (5,12) diferindo estatisticamente das amostras B e D.

**Tabela 3 – Média dos atributos sensoriais que caracterizam a amostra.**

Atributo	Amostras de Vinho Espumante				DMS
	A ( <i>Moscate</i> )	B ( <i>Moscate</i> )	C ( <i>Brut</i> )	D ( <i>Brut</i> )	
Quantidade de Espuma	1,76 <sup>b</sup>	2,58 <sup>b</sup>	2,71 <sup>b</sup>	5,56 <sup>a</sup>	1,23
Tamanho de Borbulha	2,22 <sup>b</sup>	3,02 <sup>a,b</sup>	3,20 <sup>a,b</sup>	4,11 <sup>a</sup>	1,34
Cor Amarela	1,16 <sup>d</sup>	3,14 <sup>c</sup>	4,3 <sup>b</sup>	6,48 <sup>a</sup>	0,98
Transparência	5,12 <sup>a</sup>	3,45 <sup>b,c</sup>	4,34 <sup>a,b</sup>	2,98 <sup>c</sup>	1,15
Brilhante	4,54 <sup>a</sup>	3,84 <sup>a,b</sup>	3,49 <sup>a,b</sup>	2,89 <sup>b</sup>	1,30
Aroma cítrico	2,33 <sup>a,b</sup>	2,43 <sup>a,b</sup>	2,31 <sup>b</sup>	3,40 <sup>a</sup>	1,08
Aroma de álcool	2,12 <sup>b</sup>	2,26 <sup>b</sup>	3,59 <sup>a</sup>	3,86 <sup>a</sup>	1,27
Aroma fermentado	3,03 <sup>a</sup>	1,84 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a,b</sup>	2,51 <sup>a,b</sup>	1,14
Aroma de caramelo	1,66 <sup>a,b</sup>	2,53 <sup>a</sup>	2,10 <sup>a</sup>	1,07 <sup>b</sup>	0,94
Aroma frutal	2,52 <sup>b</sup>	4,05 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a,b</sup>	3,42 <sup>a,b</sup>	1,44
Aroma de fruta estragada	2,10 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	1,03 <sup>b</sup>	0,95 <sup>b</sup>	0,90
Aroma floral	1,30 <sup>a,b</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a,b</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,66
Aroma de ácido acético	1,38 <sup>b</sup>	1,21 <sup>b</sup>	2,03 <sup>a</sup>	1,96 <sup>a</sup>	0,54
Gosto amargo	1,45 <sup>c</sup>	1,47 <sup>c</sup>	4,77 <sup>b</sup>	5,86 <sup>a</sup>	1,00
Gosto ácido	1,78 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>	3,96 <sup>a</sup>	4,33 <sup>a</sup>	0,87
Gosto doce	5,26 <sup>a</sup>	5,53 <sup>a</sup>	1,59 <sup>b</sup>	0,95 <sup>c</sup>	0,56
Sabor fermentado	4,33 <sup>a</sup>	4,51 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	1,16 <sup>b</sup>	0,90
Sabor de maçã	2,48 <sup>a</sup>	2,47 <sup>a</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,08
Sabor de uva verde	1,25 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	0,70
Sabor alcoólico	1,40 <sup>c</sup>	1,63 <sup>c</sup>	3,45 <sup>b</sup>	4,06 <sup>a</sup>	0,54
Adstringência	1,20 <sup>b</sup>	1,28 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a</sup>	3,68 <sup>a</sup>	0,98
Efervescência	2,63 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	3,18 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>	1,17
Preenchimento na boca	2,88 <sup>b</sup>	3,20 <sup>a</sup>	3,28 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	0,84
Corpo	4,77 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>	1,77 <sup>b</sup>	1,50 <sup>b</sup>	1,08
Maciez	5,09 <sup>a</sup>	4,29 <sup>a</sup>	1,72 <sup>b</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,88

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DMS: Diferença Mínima Significativa.

Foi possível observar pela comparação das médias de Tukey (Tabela 3) que as quatro amostras de vinho espumante poderiam ser divididas em 2 grupos (amostras A e B classificadas como *Moscatel* e C e D classificadas como *Brut*). Estes grupos seriam caracterizados por 18 atributos (quantidade de espuma, tamanho de borbulha, brilhante, aroma cítrico, aroma de álcool, aroma fermentado, aroma de caramelo, aroma frutal, aroma de fruta estragada, aroma floral, aroma de ácido acético, gosto ácido, sabor fermentado, sabor de maçã, adstringência, preenchimento na boca, corpo e maciez).

O atributo aroma de álcool apresentou maiores médias para os vinhos C (3.59) e D (3.86) (*Brut*) sendo comprovado realmente pelo maior teor alcoólico desses tipos de vinho, pois o processo de vinificação apresenta duas fermentações (método *Charmat*) tendo a maior produção de álcool do que as amostras A e B do tipo *Moscatel* produzidas pelo método *Asti* que apresenta somente uma fermentação alcoólica.

O atributo aroma de fruta estragada, definido como fruta entrando em processo de fermentação é um atributo não desejável para vinhos espumantes, sendo as amostras A e B apresentando maior intensidade deste descritor do que as amostras C e D.

O atributo aroma de ácido acético característico de vinagre de álcool representa outro atributo não desejável, sendo os quantitativos maiores de médias nos vinhos tipo *Brut* do que os moscatéis. Já o gosto de ácido (definido por solução de ácido cítrico), também, foi mais intenso nas amostras C e D.

Os vinhos C e D obtiveram maior intensidade de adstringência (sensação bucal de amarração) do que as amostras A e B. Provavelmente, as amostras de vinhos espumantes do tipo *Brut* do presente estudo apresentaram maiores concentrações de taninos do que os vinhos espumantes moscatéis, pois essa substância confere sensação de secura na boca (ZOECKLEIN *et al.* 1995). Correlacionando as médias de adstringência de vinhos espumantes com atributo de gosto amargo ( $r=0,997$  e  $p=0,003$ ) (Tabela 4), estas apresentaram correlação positiva muito forte, afirmando que a sensação de amarração é diretamente proporcional a percepção de gosto amargo.



A uva *Moscato* possui alto potencial de açúcar, sabor intenso (SOARES e LEÃO, 2009) o que justifica essa sensação percebida pelos julgadores nas amostras A e B deste estudo. Apesar da importância do corpo para qualidade global do vinho, a sua origem ainda é desconhecida. Nos vinhos doces, o corpo é aproximadamente correlacionado com o teor de açúcar e nos vinhos secos relacionado ao teor alcoólico, esta afirmação tem sido questionada recentemente (PICKERING *et al.*, 1998). O glicerol também pode aumentar a percepção do corpo e diminuir a percepção da acidez (JACKSON, 2002). No presente estudo houve alta correlação positiva entre as médias dos atributos corpo e gosto doce ( $r=0,0992$  e  $p=0,008$ ) (Tabela 4).

A maciez (equilíbrio entre o teor de açúcar e álcool) apresentou menores valores de média nos vinhos tipo *Brut*, pois estes possuem maior intensidade para sabor alcoólico e menor intensidade para sabor doce. Resultados contrários foram encontrados para as amostras de vinhos moscatéis. A maciez apresentou alta correlação negativa com o sabor alcoólico ( $r=-0,837$  e  $p=0,163$ ), e alta correlação positiva com o sabor doce ( $r=0,978$  e  $p=0,022$ ) (Tabela 4).

Com relação à aparência do vinho espumante, a partir da análise de correlação, tem-se uma correlação positiva muito forte entre a quantidade de espuma e tamanho de borbulha ( $r=0,969$  e  $p=0,031$ ) e negativa muito forte com transparência ( $r=-0,820$  e  $p=0,180$ ) e brilhante ( $r=-0,906$  e  $p=0,094$ ) podendo-se afirmar que quanto maior a quantidade de espuma, menor será a transparência percebida pelos julgadores.

A análise de componentes principais melhor representou as diferenças entre as amostras de vinhos espumantes, pois a distribuição das amostras no gráfico de ACP (Figura 1) mostra que as 4 amostras estão divididas em 4 quadrantes diferentes, sendo cada uma caracterizadas por diferentes atributos levantados pela equipe sensorial.

Lund *et al.* (2009) apresentaram relação satisfatória para atributos sensoriais de vinhos brancos base da varietal *Sauvignon Blanc* através da análise de componentes principais, comprovando ser uma eficiente metodologia estatística para interpretação de resultados sensoriais.



No gráfico ACP (Figura 1) cada amostra de vinho espumante é representada por um triângulo onde cada vértice corresponde ao valor médio atribuído pela equipe sensorial, em cada repetição.

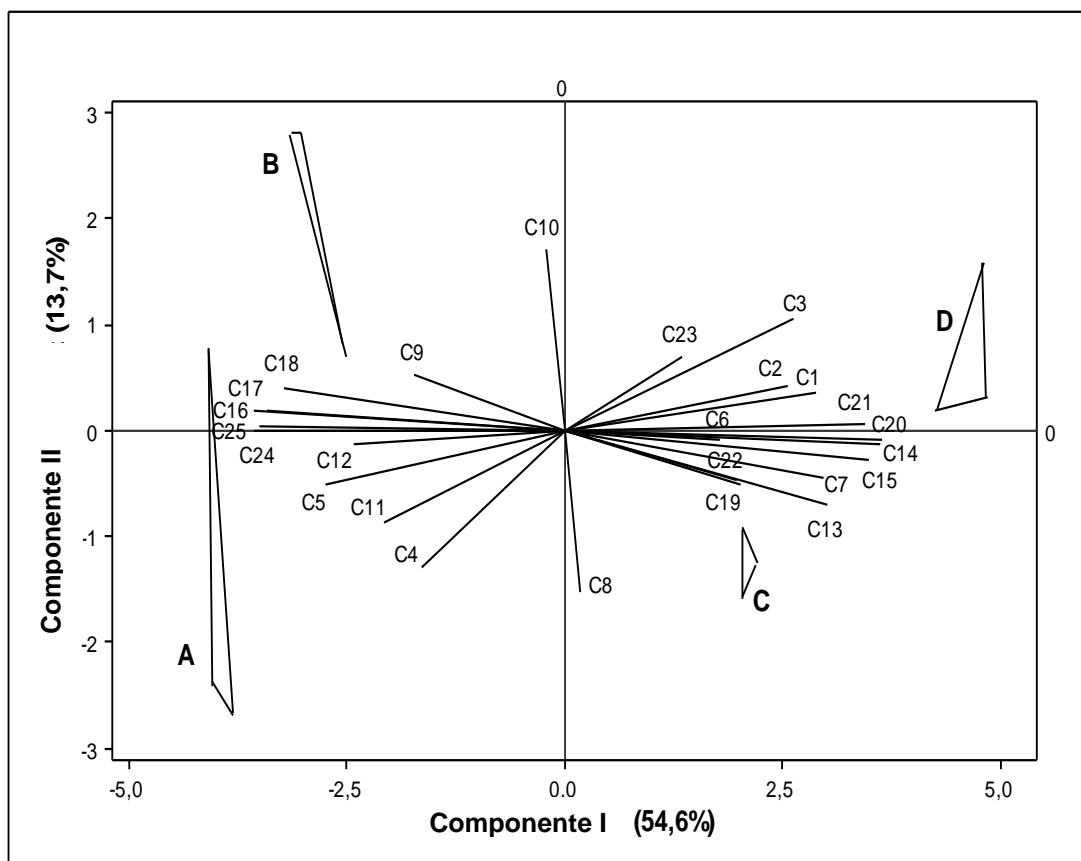


Figura 1 – Análise de Componentes Principais (ACP).

C1: quantidade de espuma; C2: tamanho de borbulha; C3: cor amarela; C4: transparência; C5: brilhante; C6: aroma cítrico; C7: aroma de álcool; C8: aroma fermentado; C9: aroma de caramelo; C10: aroma frutal; C11: aroma de fruta estragada; C12: aroma floral; C13: aroma de ácido acético; C14: gosto amargo; C15: gosto ácido; C16: gosto doce; C17: sabor fermentado; C18: sabor de maçã; C19: sabor de uva verde; C20: sabor alcoólico; C21: adstringência; C22: efervescência; C23: preenchimento na boca; C24: corpo e C25: maciez.

Através da ACP do novo treinamento é possível explicar 68,3% da variabilidade entre os vinhos (Figura 1). O primeiro componente principal explica 54,6% da variabilidade entre as amostras enquanto o segundo componente principal explica 13,7%.

A amostra A (tipo *Moscate*) foi caracterizada pela maior intensidade de transparência (C4), brilhante (C5), aroma de fruta estragada (C11), aroma floral (C12), corpo (C24) e maciez (C25). Já amostra B, também do tipo *Moscate*, foi caracterizada pela maior intensidade de aroma de caramelo (C9), aroma frutal (C10), gosto doce (C16), sabor fermentado (C18) e sabor de maçã (C19).

A amostra C (tipo *Brut*) foi caracterizada pela maior intensidade dos atributos aroma de álcool (C7), aroma fermentado (C8), aroma de ácido acético (C13), gosto amargo (C14), gosto ácido (C15), sabor de uva verde (C20) e efervescência (C22). Enquanto, a amostra D (tipo *Brut*) foi caracterizada pela maior intensidade da quantidade de espuma (C1), tamanho de borbulha (C2), cor amarela (C3), aroma cítrico (C6) adstringência (C17), sabor alcoólico (C21) e preenchimento na boca (C23).

A amostra A houve maior variação na repetibilidade dos julgadores, pois apresenta uma maior distância entre os pontos, enquanto a amostra C teve uma menor variação na repetibilidade dos julgadores, sendo representada no gráfico pelo menor triângulo entre as quatro amostras de vinho espumante. Segundo Vannier, Brun e Feinberg (1999), quanto mais próximos são os pontos que representam cada amostra, melhor é a repetibilidade dos julgadores.

#### **4. CONCLUSÕES**

O perfil sensorial de vinhos espumantes foi caracterizado por 18 atributos. Segundo a ANOVA, os atributos de cor amarela, aroma de álcool, aroma de fruta estragada, ácido acético, gosto amargo, gosto ácido, gosto doce, adstringência, sabor fermentado, sabor de maçã, sabor alcoólico, corpo e maciez foram os que melhores caracterizaram as amostras de vinho espumante estudadas. Os atributos de efervescência e sabor de uva verde não apresentaram diferença significativa entre as amostras de vinhos avaliados.

Através da ACP, foi possível observar melhora a caracterização das amostras que ocuparam distintos quadrantes em uma melhor distribuição. Sendo o componente I, o mais importante para a discriminação.

Foi possível distinguir características que correspondem a vinhos espumantes do tipo *Brut* e vinhos espumante do tipo *Moscatel*, onde a diferença das variedades da uva e o processo de fabricação destes vinhos têm influencia na sua caracterização.

## REFERÊNCIAS

AMERINE, M.A.; ROESSLER, E.B.. **Wines - Their Sensory Evaluation**. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1983. 432p.

BEHRENS, J. H.; AZEVEDO, M. A.; SILVA, P. Perfil sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Cienc. Tecnol. Alim.**, v. 20, n. 1, p. 60-67, 2000.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquím. Technol. Alim.**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

ESTÉVEZ, P.; GIL, M.L.; FALQUÉ, E. Effects of seven yeast strains on the volatile composition of Palomino wines. **International Journal of Food Science and Technology** v. 39, p. 61-69, 2004.

GOLLO, S. S. e CASTRO, A. W. V. Indicações geográficas: O caso da indicação de procedência do Vale dos Vinhedos – Serra Gaúcha/RS/Brasil. **Adm. rural e gestão de agroneg.**, 2006.

ISO 5496. **Sensory analysis-methodology-initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours**. Geneva, Switzerland: ISO, 1992.

JACKSON, R.S. **Wine Tasting. A professional Handbook. Food Science and Technology, International series**. Elsevier Academic Press. California, USA, 2002. 291p.

LILLY, M.; LAMBRECHTS, M.G.; PRETORIUS, L.S. Effect of increased yeast alcohol acetyltransferase activity on flavor profiles of wine and distillates. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, p. 744-753, 2000.

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

MINITAB® 15.1.0.0. Minitab Inc., 2006.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605p

PATEL, S.; SHIBAMOTO, T. Effect of different yeast strains on the production of volatile components in Symphony wine. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 469-476, 2003.

PICKERING, G.J.; HEATHERBELL, D.A.; VANHAENENA, L.P.; BARNES, M.F. The effect of ethanol concentration on the temporal perception of viscosity and density in white wine. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 49, n. 3, p. 306-318, 1998 .

TORRENS, J.; URPI, P.; RIU-AUMATELL, M.; VICHI, S.; LÓPEZ-TAMAMES, E.; BUXADERAS, S. Different commercial yeast strains affecting the volatile and sensory profile of cava base wine. **Inter Journal of Food Microb.**, v. 124, p. 48-57, 2008.

SAS - **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE**. *SAS Users guide*. V.8, Cary: The SAS Institute, NC, 2001.

SOARES J. M., LEÃO P. C. S. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Brasília, DF: Empraba Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-árido. p 677-690, 2009.

SOUZA, J. A.; ARRUDA, C. J. S. **Guia dos vinhos brasileiros**. São Paulo; Market Press, 2001, 93p.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.* 28 (11), p. 24-34.

STONE, H. J. e SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. (3 ed.). London: Academic press, p. 201 – 245, 2004..

UBEDA, J. F.; GONZALEZ, F.; VIÑAS, M. A. Evaluation of the formation of volatiles and sensory characteristics in the industrial production of White wines using different commercial strains of the genus *Saccharomyce*. **Food Control**, v. 11, p. 143-147, 2000.

VANNIER, A.; BRUN, O. X.; FEINBERG, M. H. Application of sensory analysis to champagne wine characterization and discrimination. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 101-107, 1999.

ZOECKLEIN, B.W.; FUGELSANG, K. C.; GUMP, B. H.; NURY, F. S. **Wine Analyses and Production**. NY, NY, 1995. 540p.

## CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados obtidos da análise físico-química referentes aos parâmetros estabelecidos pela legislação, foi observado que todas as amostras de vinho espumante estudadas estão dentro do Padrão de Identidade e Qualidade do Brasil.

A amostra que apresentou o maior teor de proteína foi a amostra D, sendo esta também a de maior intensidade do atributo quantidade de espuma pelos julgadores da equipe sensorial. Podendo supor a relação da proteína com a estabilidade da espuma em vinhos espumantes.

Os teores de compostos fenólicos encontrados nos vinhos espumantes brasileiros estão abaixo da média encontrados em outros estudos.

Em contrapartida, não foi observado uma relação direta dos valores de Cromo e  $+b^*$  (amarelo) para intensidade observada pela equipe sensorial para cor amarela. A amostra com maior valor de  $C^*$  e  $b^*$  foi a amostra B, seguida pela amostra D e a partir da análise sensorial a amostra que possuiu a maior média de cor amarela foi a amostra D. Logo, a relação entre a análise de cor instrumental e análise de cor por percepções sensoriais não pode ser observada.

A HS-SPME-CG-MS foi eficiente na extração, detecção e identificação de 23 compostos voláteis. Utilizando-se estudos de olfatométrica para descrever alguns compostos voláteis encontrados nas amostras de vinhos espumantes, observou-se a descrição de alguns compostos levantados pela equipe sensorial na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) como aroma frutal e de vinagre (ácido acético).

O perfil sensorial de vinhos espumantes foi caracterizado por 18 atributos. Segundo a ANOVA, os atributos de cor amarela, aroma de álcool, aroma de fruta estragada, ácido acético, gosto amargo, gosto ácido, gosto doce, adstringência, sabor fermentado, sabor de maçã, sabor alcoólico, corpo e maciez foram os que melhor caracterizaram as amostras de vinho espumante estudadas.

A Análise Multivariada da Variância (MANOVA) foi útil para observar a caracterização das amostras em 4 quadrantes distintos.