

SILVIA ROSANE COLODETI YOKOTA

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DESCRITIVA DE CACHAÇA ENVELHECIDA
POR 18 A 24 MESES: CONTRIBUIÇÃO PARA UM PROTOCOLO DE
QUALIDADE DA BEBIDA**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de
Alimentos, para obtenção do título
de “Doctor Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Y54a
2005

Yokota, Silvia Rosane Colodeti, 1975-

Avaliação sensorial descritiva de cachaça envelhecida por 18 a 24 meses : contribuição para um protocolo de qualidade da bebida / Silvia Rosane Colodeti Yokota. – Viçosa : UFV, 2005.
xvi, 104f : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Valéria Paula Rodrigues Minim.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 85-97

1. Cachaça - Qualidade. 2. Cachaça - Avaliação sensorial. 3. Cachaça - Controle de qualidade. 4. Qualidade dos produtos. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

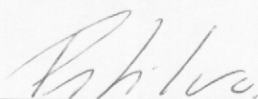
CDD 22.ed. 663.16

SILVIA ROSANE COLODETI YOKOTA

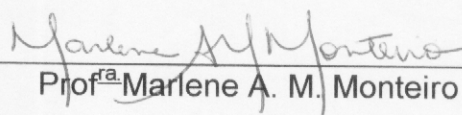
**AVALIAÇÃO SENSORIAL DESCRITIVA DE CACHAÇA ENVELHECIDA POR
18 A 24 MESES: CONTRIBUIÇÃO PARA UM PROTOCOLO DE QUALIDADE
DA BEBIDA**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
para obtenção do título de "Doctor
Scientiae".

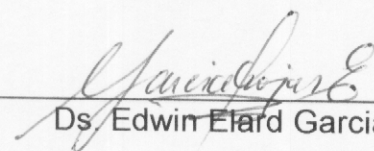
Aprovada em: 30 de maio de 2005.



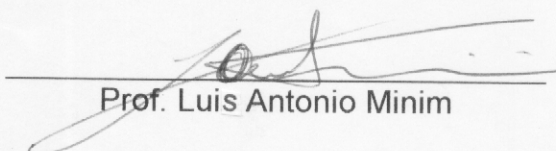
Prof. Paulo Henrique Alves da Silva
(Conselheiro)



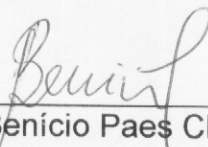
Prof^{ra} Marlene A. M. Monteiro



Ds. Edwin Elard Garcia Rojas



Prof. Luis Antonio Minim



Prof José Benício Paes Chaves
(Presidente da banca)

“O senhor é meu pastor.

Nada me falta.

Em verdes pastagens me faz repousar;

Para fontes tranqüilas me conduz,

E restaura minhas forças.

Ele me guia por bons caminhos,

Por causa de seu nome.

Embora eu caminhe por um vale tenebroso,

Nenhum mal temerei, pois junto a mim estás;

Teu bastão e teu cajado me deixam tranqüilo.

Diante de mim preparas a mesa,

À frente de meus opressores;

Unges minha cabeça com óleo,

E minha taça transborda.

Sim, felicidade e amor me acompanham

Todos os dias de minha vida.

Minha morada é a casa do Senhor, por dias sem fim.”

(Salmo 23)

A Deus:

O princípio e o fim

A Antenor e Rafaela:

Pelo ancoradouro para chorar e acalmar

A Ayumí e Mayumí:

Por suas simples existências

A Haruo:

Por toda angústia e espera

*A Timóteo, Clélia, Anselmo, Calixto, Wagner
e Uendel:*

Pelos risos, lágrimas e orações

A

José Benício Paes Chaves e Valéria

Paula Rodrigues Minimi:

Pela confiança

A Wellington, Leandro e Elton:

Pelo companheirismo

AGRADECIMENTOS

Como o espaço é curto, de antemão sei que prejudicarei algumas pessoas. Mas saibam que em minhas orações irei agradecê-los.

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que me concedeu os dons da sapiência, paciência e coragem para resolver os problemas. Quando eu não sentia estes dons presentes, ele me enviava braços que me auxiliavam na caminhada. A meus pais e irmãos que, muitas vezes, me carregaram neste árduo período.

Agradeço a meu marido Haruo e minhas filhas Ayumi e Mayumi, pelas horas vazias que lhes proporcionei para que este trabalho fosse realizado.

Antes de fazer qualquer agradecimento aos que me acompanharam neste doutorado, gostaria de expressar o meu sincero agradecimento à pessoa que me acolheu em 1999 e continua sendo um verdadeiro pai nesta longa e difícil caminhada. Nestes anos professor José Benício Paes Chaves foi meu orientador (Mestrado), conselheiro (Doutorado), fonte financiadora, amigo, companheiro. Ao senhor minha eterna gratidão.

À professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela orientação e companheirismo. Realmente, um verdadeiro companheirismo, principalmente quando eu não conseguia mais me expressar com palavras, mas somente com lágrimas. Sempre oportuna e dedicada.

A Anderson (Dando), Aline Fonseca, Leandro, Regiane, Socorro, pelo socorro nas horas de maior angústia.

À tia Cecília, por ser minha companheira em uma etapa importante desta caminhada.

Ao professor Paulo Henrique Alves da Silva, pelo aconselhamento, além da disponibilidade de seu laboratório para a realização deste trabalho.

Aos professores Nilda Soares e Luiz Minim, por possibilitarem eu estar defendendo esta tese.

A Prof^a Marlene Azevedo Magalhães Monteiro e ao Pesquisador Edwin Elard Garcia Rojas, pelas sugestões para melhoria deste trabalho.

De extrema importância são os agradecimentos a Aquiles (1ª fase) e Roberta e Beatriz (2ª fase), meus estagiários, sem os quais este trabalho seria muito mais árduo.

Aos meus queridíssimos estagiários-amigos de qualquer hora Wellington, Leandro, Elton, Nadia e Fabiana.

A Leandro e Aline Fonseca por todo o companheirismo nesta caminhada.

A querida Ivaneide por todo o apoio naqueles momentos cruciais.

Aos produtores das cachaças Reserva do Gerente, Bocaina, Guaraciaba, Rainha do Vale, Gota de Minas.

Aos meus amigos consumidores “treinados” de longa data Lester, Leandro, João de Deus, Ricardo (Slash).

Aos meus amigos consumidores “treinados” que me foram apresentados no Doutorado: Éricka, Joesse, Mariana, Diego Botrel, Diego Wackin, Herson, Rodrigo, Thiago (Pererê), Thiago (Guiri), Odilon, Luciano (Braz), Fábio, Felipe, André, Wellington, Alysson, Igor, Nikolas, além de todos os outros provadores que foram dispensados ao longo do treinamento deste experimento.

Aos irmãos Carneiro, por toda paciência, disponibilidade e amizade: Joel Camilo, João de Deus e Pedro Crescêncio. Que Suas vidas sejam sempre significativas.

Aos meus companheiros de angústias e alegrias do doutorado: Anderson (Dando), Aline Fonseca, Regiane, Joesse, Socorro, Milene e Marcelo.

Às queridas Teresa e companheiras da xerox.

Aos funcionários Geralda, Luiz, José Raimundo, Manuel, Ademir.

A Universidade Federal de Viçosa pela infra-estrutura proporcionando a realização do meu trabalho.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, na pessoa do professor Nélio José de Andrade, pela possibilidade de realização deste trabalho.

A CAPES, pelo financiamento de bolsa.

BIOGRAFIA

Silvia Rosane Colodeti Yokota, filha de Antenor Colodeti e Rafaela Bernabé Colodeti, nasceu em 13 de abril de 1975 em Castelo – ES. Gradou-se em Química (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal de Viçosa em março de 1999.

Concluiu Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos neste Departamento em abril de 2002.

Neste mesmo mês iniciou o doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, vindo a concluí-lo em 30 de maio de 2005.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE QUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Política e Legislação sobre cachaça	3
2.2. Composição da cachaça	5
2.3. Análise sensorial	7
2.3.1. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	8
Etapas da Análise Descritiva Quantitativa	10
1- Recrutamento de candidatos a provadores	11
2-Pré-seleção de provadores	12
3- Levantamento dos atributos	12
4- Treinamento de provadores para ADQ	13
5-Testes preliminares e seleção de provadores	15
6- Procedimento do teste ADQ	16
7- Tabulação e análise dos resultados	16
2.3.2. Análise de Componentes Principais	16
2.3.3. Análise de Agrupamento	18
2.3.4. Avaliação Sensorial de Cachaça	19
2.2.4. Protocolo de Qualidade	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Material experimental	29
3.2. Metodologia	31
3.2.1. Análises físico-químicas	31
3.2.2. Análise Descritiva Quantitativa	33
Condições do teste	33
Pré-seleção de equipe	33
Levantamento da terminologia descritiva e treinamento	34

Seleção final dos provadores	40
Avaliação das amostras	40
Análise dos resultados	41
3.3.3 Estudo do número de provadores por equipe para avaliação sensorial de cachaça envelhecida	42
3.3.4 Sugestão de características de um possível protocolo de qualificação sensorial da bebida cachaça envelhecida	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Análises físico-químicas	43
4.2. Análise Descritiva Quantitativa	49
Recrutamento e pré-seleção de provadores	49
Levantamento dos termos descritivos	49
Seleção dos julgadores	49
Avaliação das amostras	50
4.2.4. Representação gráfica	61
4.3. Estudo sobre o número de provadores para análise descritiva de cachaça envelhecida	66
5. CONCLUSÕES	84
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro		Página
1	Utilização da ADQ para avaliação de diferentes produtos	10
2	Origem das amostras de cachaça envelhecida	30
3	Definições e referências para os termos descritores levantados pelos provadores na fase de treinamento	37
4	Esquema da ANOVA para os dados da análise descritiva	42
5	Resultados das análises físico-químicas das amostras de cachaça envelhecida entre 18 e 24 meses	44
6	Desempenho dos 18 julgadores que avaliaram as amostras, para poder de discriminação	51
7	Desempenho dos julgadores que avaliaram as amostras para poder de repetibilidade	52
8	Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (18 provadores)	53
9	Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (8 provadores)	57
10	Escores médios dos atributos sensoriais significativos de cachaça envelhecida (8 provadores)	60
11	“Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (8 provadores)	64
12	Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (6 provadores)	67

13	Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (4 provadores)	69
14	Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (3 provadores)	71
15	Escores médios dos atributos sensoriais significativos de cachaça (6 provadores)	73
16	Escores médios dos atributos sensoriais significativos de cachaça (4 provadores)	73
17	Escores médios dos atributos sensoriais significativos de cachaça (3 provadores)	74
18	“Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (6 provadores)	78
19	“Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (4 provadores)	79
20	“Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (3 provadores)	80
21	Caracterização dos resultados obtidos do painel sensorial treinado	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Modelo de ficha utilizada para avaliar vinho, baseada no Sistema Score Card Davis	26
2	Sólido de Hunter	32
3	Modelo de ficha utilizada para a realização do teste triangular	34
4	Modelo de lista prévia para confirmação de atributos sensoriais de cachaça	35
5	Modelo de ficha utilizada para realização do teste preliminar dos provadores e da avaliação final das amostras	39
6	Taça utilizada para avaliação sensorial de cachaça	41
7	Exemplo de interação não grave para o termo descritor coloração amarela	55
8	Exemplo de interação grave para o termo descritor sabor de madeira inicial	55
9	Perfil sensorial de amostras de cachaça envelhecida (8 provadores)	62
10	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (8 provadores)	63
11	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (6 provadores)	75
12	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (4 provadores)	76
13	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (3 provadores)	77

RESUMO

YOKOTA, Silvia Rosane Colodeti, D.S., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2005. **Avaliação sensorial descritiva de cachaça envelhecida por 18 a 24 meses: contribuição para um protocolo de qualidade da bebida.** Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Conselheiros: José Benício Paes Chaves e Paulo Henrique Alves da Silva.

Este trabalho teve como objetivo quantificar sensorialmente os atributos freqüentemente percebidos pelos consumidores de cachaça envelhecida e determinar o número mínimo de provadores treinados que possibilitem uma avaliação sensorial descritiva confiável para a indústria da cachaça. Realizou-se a análise descritiva quantitativa modificada das amostras de cachaça envelhecida por um período entre 18 e 24 meses em tonéis de carvalho, amburana, jequitibá e angelim. Foram levantados e quantificados 13 atributos sensoriais: aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, coloração amarela e viscosidade. Por Análise de Componentes Principais (ACP) verificou-se que os dois primeiros componentes principais explicam 93,67% (79,06% pelo primeiro componente principal (CP1)) e 14,61% pelo segundo componente principal (CP2)) das variações entre as amostras em relação a seus atributos sensoriais. Por análise de correlação de Pearson foi constatada correlação significativa de aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, coloração amarela e viscosidade em relação ao CP1. Apesar de haver grupos com diferentes tendências quanto aos atributos sensoriais quantificados, o grupo majoritário se compôs de 3 cachaças envelhecidas em carvalho e 3 em amburana. Avaliou-se a eficiência dos resultados obtidos com a diminuição da equipe de provadores na análise sensorial descritiva das 14 amostras de cachaça envelhecida. Foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de Duncan a 5% de probabilidade, além do agrupamento das amostras e a explicação das

variáveis por ACP, levando-se em consideração os dois primeiros componentes principais. Foram avaliados os conjuntos de resultados com os escores de 8, 6, 4 e 3 provadores com os 13 atributos sensoriais. Além dos resultados já apresentados com 8 provadores, verificou-se 93,74% (91,0% por CP1 e 2,74% por CP2) de explicação das variações entre as amostras em relação a seus atributos sensoriais para a avaliação com 6 provadores. Para 4 provadores houve 92,52% (89,11% por CP1 e 3,41% por CP2) e para 3 provadores houve 91,60% (86,56% por CP1 e 5,04% por CP2). Os grupos variaram mais para a equipe de 3 provadores. Os atributos que se correlacionavam positivamente com a descrição sensorial das amostras se mantiveram constantes, sendo aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, coloração amarela e viscosidade. O atributo que se correlacionou negativamente com os outros atributos foi aroma alcoólico. Considerou-se 3 um número mínimo de provadores para uma equipe treinada que pode ser estudada para posterior utilização na indústria da cachaça com descrições sensoriais confiáveis.

ABSTRACT

YOKOTA, Silvia Rosane Colodeti, D.S., Universidade Federal de Viçosa, May 2005. **Descriptive sensory analysis of cachaça aged for 18 to 24 months: contribution to a quality protocol of beverage.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Committee members: José Benício Paes Chaves and Paulo Henrique Alves da Silva.

This work had the objective to quantify the sensory attributes frequently perceived by consumers of aged **cachaça**, through modified quantitative descriptive analysis. The descriptive analysis of **cachaça** samples aged for a time between 18 and 24 months in oak, **jequitibá**, **angelim**, **amburana** barrels was carried out. The following 13 sensory attributes were assessed and quantified: alcoholic aroma, wood aroma, vanilla aroma, sweet taste, acid taste, bitter taste, initial alcoholic flavor, residual alcoholic flavor, wood initial flavor, wood residual flavor, astringency, yellow color and viscosity. It was verified that the first two principal components explain 93,67% (79,06% for the first principal component (PC1) and 14,61% for the second principal component (PC2)) of the variations among the samples in relation to their sensory attributes. A correlation analysis was conducted between the main components of the descriptive analysis data and the sensory attributes of the samples. A significant correlation between alcoholic aroma, wood aroma, vanilla aroma, wood initial flavor, wood residual flavor, yellow color and viscosity was observed in relation to the PC1. The majoritary group was composed of 3 aged **cachaças** in oak e 3 in **amburana**. The efficiency of the results were evaluated with the diminution of the sensory panel in the descriptive sensorial analysis of the 14 samples of aged **cachaça**. Variance analysis was accomplished (ANOVA) and the averages were contrasted at 5% of probability by Duncan's test, besides of the grouping of the samples and the explanation of the variables

for ACP, taken in consideration the two principal components. The 13 sensorial attributes were evaluated with the scores of 8, 6, 4 and 3 panelists. The results with 6 panelists was explained 93,74% (91,0% for CP1 and 2,74% for CP2) of the variations among the samples in relation to your sensorial attributes. For 4 panelists explained 92,52% (89,11% for CP1 and 3,41% for CP2) while 3 panelists explained 91,60% (86,56% for CP1 and 5,04% for CP2). The group with 3 panelists showed major variation. The attributes: wood aroma, vanilla aroma, flavor of initial wood, flavor of residual wood, astringency, coloration yellows and viscosity were positively correlated with the sensorial description of the samples and maintained constants. The attribute that was negatively correlated with the other attributes was alcoholic aroma. It was considered 3, the minimum number of panelists for a group trained that can be used in the industry of the **cachaça** with reliable sensorial descriptions.

1. INTRODUÇÃO

A aguardente de cana é uma bebida destilada com graduação alcoólica entre 38% e 54% de etanol obtida pela destilação do caldo de cana fermentado. Nesta definição havia diferenciação entre caninha e cachaça. Em 2004, a cachaça foi definida pelo decreto federal 4875/2004 como a “denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38% a 48%, em volume a 20° graus Celsius e, com características sensoriais peculiares”.

A cachaça é um produto de importância econômica crescente, cuja grande aceitação no mercado nacional e internacional impõe uma melhoria na qualidade dos produtos, e assim o estabelecimento de um controle químico e sensorial bem superior ao existente.

Em Minas Gerais, este produto vem adquirindo substancial qualidade, tornando-se referência para todo o país, quanto à sua elaboração (desde a melhoria da matéria-prima, quanto ao processo, englobando fermentação, destilação e envelhecimento). O programa de desenvolvimento e valorização da cachaça mineira, entretanto, tem outras exigências. Iniciado na década de 1980 por um grupo de produtores (pioneiros) e apoiado pelo Instituto de Desenvolvimento Industrial de Minas Gerais, o INDI, com a criação da então Associação Mineira dos Produtores de Aguardente de Qualidade (AMPAQ), hoje sistema AMPAQ (SIS-AMPAQ), culminou com a criação, pelo Estado de Minas Gerais, do Programa Mineiro de Incentivo à Produção de Aguardente (Pró-Cachaça), por meio da Lei Estadual 10.853 de quatro de agosto de 1992.

Em literatura de cachaça (recém destilada ou envelhecida), encontram-se estudos das características químicas e alguns testes sensoriais simplificados, com exceção dos trabalhos desenvolvidos recentemente na Universidade Estadual Paulista (CARDELLO e FARIA, 1999; CARDELLO e FARIA, 1998), Universidade Estadual de Campinas

(JANZANTTI, 2004) e Universidade Federal de Viçosa (YOKOTA et al., 2003; YOKOTA et al., 2002; YOKOTA, 2002; CARVALHO, 2001).

Entretanto, ainda não há uma metodologia de classificação da bebida cachaça que seja cientificamente validada para avaliação do produto elaborado e cujos resultados sejam comparáveis entre laboratórios.

Há necessidade de um método de caracterização da qualidade sensorial da cachaça para verificar as diferentes classificações deste produto (recém destilada, composta, aromatizada, envelhecida, etc.). Além disto, em pesquisas com cachaça armazenada em barris de carvalho, verificou-se que o tempo de envelhecimento afeta a qualidade sensorial e a aceitação da bebida (BOSCOLO et al., 2003; YOKOTA, 2002; CARVALHO, 2001; CARDELLO e FARIA, 2000).

A descrição anterior justifica a necessidade de um estudo de protocolo de análise descritiva. Esta necessidade já foi sentida pelos produtores mineiros de cachaça, que trabalhando com melhoria da sua qualidade estão sem ter como avaliar cotidianamente se seu produto está qualificado para o consumo final.

Inicialmente, há necessidade de um levantamento e quantificação dos atributos sensoriais que qualifiquem uma cachaça envelhecida. Em seguida necessita-se avaliar o tamanho do painel de provadores treinados que resulte em uma avaliação confiável para a bebida cachaça.

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento dos atributos sensoriais e um estudo sobre o número mínimo de provadores por equipe sensorial necessários para elaboração e aplicação de um protocolo de qualidade sensorial para cachaça envelhecida.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Política e legislação sobre cachaça

A cachaça, aguardente de cana, caninha ou pinga é o destilado alcoólico mais consumido no Brasil (CAVALHEIRO et al., 2003).

O decreto nº 4.851, de 2 de outubro de 2003, altera dispositivos do regulamento aprovado pelo Decreto no 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Neste Decreto há separação de aguardente de cana e cachaça, tendo a cachaça especificação de origem brasileira, com graduação alcoólica entre 38 e 48% de álcool em volume (BRASIL, 2003).

Esta mudança visa, principalmente a inserção no mercado externo, visto que a cachaça já está incluída no “Projeto de Promoção de Exportação” do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Este setor também conta com o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC) (CAVALHEIRO et al., 2003).

Segundo PEREIRA et al. (2003) o Estado de Minas Gerais tem-se destacado como um dos grandes centros produtores de cachaça. Predominantemente, cachaça de alambique, cujos procedimentos para a produção encontram-se regulamentados. Neste Estado, o agronegócio da cachaça vem desempenhando um papel importante na estruturação de milhares de propriedades rurais.

O “plano de reestruturação da cadeia da cachaça de alambique de Minas Gerais” (SEBRAE, 2002) sugeriu as seguintes definições:

Cachaça de alambique – bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% v/v, à temperatura de 20 °C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, em alambique de cobre, sem adição de açúcar, corante ou outro ingrediente qualquer. Corresponde à fração denominada coração, que

vem a ser a parte destilada de mais ou menos 80% do volume total destilado, que fica entre as frações “cabeça” e “cauda” ou “água fraca”.

Caninha industrial - bebida com graduação alcoólica de 38% a 54% v/v, à temperatura de 20 °C, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até seis gramas por litro e adicionada de caramelo, para a correção da cor.

Aguardente de cana – termo usado para denominar, genericamente, os destilados brasileiros obtidos da cana-de-açúcar (cachaça e caninha industrial).

A Lei estadual 13.949 de 11 de julho de 2001 que estabelece o padrão de identidade e as características do processo de elaboração da “**Cachaça de Minas**”, em seu Artigo 1º. exige: “poderá denominar-se Cachaça de Minas a bebida fermento-destilada com graduação alcoólica de 38% a 48% v/v (volume por volume), à temperatura de 20 °C (vinte graus Celsius), produzida no Estado, e:

- I – fabricada em safras anuais, a partir de matéria-prima básica ou transformada;
- II – processada de acordo com as características históricas e culturais de cada uma das regiões de Minas;
- III – elaborada e engarrafada na origem.

O § único deste Artigo 1º. descreve: “as características físicas e químicas da *Cachaça de Minas*, obedecida à legislação federal pertinente, serão descritas na regulamentação desta Lei”. Esta regulamentação veio por meio do Decreto Estadual 42.644 de 5 de junho de 2002, que trouxe uma nova definição.

No item I de seu Artigo 1º. o referido Decreto descreve: “*Cachaça Artesanal de Minas*: bebida fermento-destilada com graduação alcoólica de 38% a 48% v/v (volume por volume), à temperatura de 20 °C (vinte graus Celsius), produzida no Estado e, fabricada em safras anuais, a partir de matéria-prima básica ou transformada; processada de acordo com as características históricas e culturais de cada uma das regiões de Minas e, elaborada e engarrafada na origem, obedecido ao disposto neste Decreto e na legislação federal pertinente”.

Quanto à maturação e ao envelhecimento o Artigo 70 do Decreto Estadual 42.644 de 5 de junho de 2002 estabelece: “a *Cachaça Artesanal de Minas* apresentará cinco tipos diferentes designativos da elaboração do produto final, os quais devem constar obrigatoriamente no rótulo de comercialização, assim denominados:

I – **Nova** – a bebida engarrafada logo após sua extração;

II – **Descansada** – a bebida mantida em descanso em tonel ou barril de madeira por um período mínimo de seis meses;

III – **Envelhecida** – a bebida submetida a processo de envelhecimento em tonel ou barril de madeira, por um período mínimo de 18 meses;

IV – **Matizada** – a bebida resultante da harmonização de um mínimo de 50% (cinquenta por cento) de cachaça “envelhecida” com cachaça “nova” ou “descansada”;

V – **Reserva especial** – a bebida resultante do processo de envelhecimento mínimo de 36 (trinta e seis) meses em tonel ou barril de madeira.

2.2- Composição da cachaça

Embora a cachaça esteja em um patamar de grande importância no setor agroindustrial, é um produto que ainda tem muito a melhorar (CARDELLO e FARIA, 1998), sendo necessário estudos que justifiquem a utilização de avaliações para classificar os diferentes produtos.

ALMEIDA e BARRETO (1971) caracterizaram os compostos aromáticos responsáveis pelo aroma e sabor da bebida alcoólica como sendo álcoois, aldeídos, ácidos orgânicos e ésteres. SCAMPARINI e ATTILIO (1992) relataram que a aguardente recém-destilada tem sabor acentuado de cana-de-açúcar e uma elevada concentração de álcoois e ácidos, e que o envelhecimento suaviza esta característica, diminuindo, em geral, as concentrações de álcoois e ácidos, com simultâneo aumento da concentração de ésteres, sem, no entanto, comprovar estas descrições com avaliações sensoriais (BOZA e OETTERER, 1999).

A mesma carência ocorre com o estudo para os compostos fenólicos que são os principais constituintes extrativos da madeira e que sofrem

translocação para a solução hidroalcoólica durante o período em que o destilado está envelhecendo. O estudo da variação da concentração de polifenóis totais juntamente com a determinação de compostos voláteis do destilado permite verificar a autenticidade do destilado envelhecido (DIAS e NELSON, 1998).

DIAS (1997) avaliou a variação da extração de alguns compostos fenólicos específicos por cromatografia líquida de alta eficiência em soluções hidroalcoólicas e amostras de cachaça armazenadas por seis meses. Foi constatado que houve predominância de ácidos vanílico e gálico no jequitibá para os extratos de madeira, sinapaldeído e ácido vanílico na amburana e ácidos gálico e elágico no carvalho. Apesar de estes constituintes químicos serem representativos da composição original de cada madeira, não refletiam os efeitos da madeira sobre a aguardente envelhecida nos barris, pois a incorporação de compostos da madeira à aguardente pelo contato com os barris, é muito mais lenta do que a observada na obtenção dos respectivos extratos.

Também foi constatado que o tratamento térmico oferece condições diferenciadas de extração de extratos para cada tipo de madeira. Cada madeira tem que ser estudada em separado para verificação da melhor forma de tratamento para elaboração dos recipientes de envelhecimento (DIAS, 1997).

CAMPOS (2000), avaliando a utilização de extratos de madeiras em bebidas destiladas constatou que as cachaças que receberam os extratos de amburana e bálsamo não apresentaram presença de vanilina e siringaldeído, enquanto a adicionada de extrato de carvalho apresentou 0,45 ppm destes dois compostos co-eluídos. Ainda, apesar da tostagem das madeiras, a retificação, o processo de envelhecimento, o processo de elaboração das engarrafadoras ou a adição de extratos influenciarem nos resultados físico-químicos e cromatográficos, os mesmos não foram capazes de influenciar na aceitação das cachaças. As cachaças passaram por um processo de retificação e apresentaram em sua maioria, grau alcoólico abaixo do limite mínimo para ser considerado aguardente.

Ao se estudar a composição da cachaça recém-destilada ou envelhecida em relação aos seus componentes voláteis (álcoois superiores,

aldeídos, ácidos orgânicos e ésteres), é necessário determiná-los e quantificá-los pelo método de cromatografia gasosa que fornecem maior confiabilidade na detecção e quantificação de compostos voláteis presentes no destilado. Entretanto são muito mais satisfatórios os resultados de estudos com cromatografia gasosa acoplada a detector sniffing, pois assim, verifica-se a influência dos compostos voláteis na caracterização sensorial (JANZANTTI, 2004; NETTO, MOREIRA e DE MARIA, 2003).

BOSCOLO et al. (2003) e BOSCOLO (1996) quantificaram a intensidade de cor e o conteúdo de compostos fenólicos totais em amostras de cachaça envelhecidas por 6 meses em 8 diferentes tipos de tonéis. Embora a quantificação da absorvância na região de 400-430 nm seja freqüentemente correlacionada com os compostos fenólicos presentes nas bebidas envelhecidas, não observou-se correlação direta entre as absorvâncias das amostras a 420 nm e suas respectivas concentrações de compostos fenólicos totais. Este resultado era o esperado em razão das madeiras terem diferentes perfis qualitativos e quantitativos de fração fenólica extraída (DIAS, NELSON e MAIA, 1998).

2.3– Análise sensorial

A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (IFT, 1981).

Análise sensorial é considerada uma análise subjetiva, uma vez que depende do julgamento de humanos por meio dos órgãos de sentido, sendo influenciada pela experiência e capacidade do julgador, além de fatores externos como local da análise, estado emocional e de saúde do julgador e condições e formas de apresentação da amostra-teste, dentre outros. Contudo, a utilização correta da tecnologia sensorial disponível leva à obtenção de resultados reprodutíveis, com precisão e exatidão comparáveis às dos métodos denominados objetivos (CHAVES e SPROESSER, 1993).

Os métodos disponíveis para o levantamento das causas de problemas de qualidade em alimentos são de três tipos: métodos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. A qualidade sensorial apropriada dos produtos deve ser um dos objetivos da indústria, pois contribui para assegurar a liderança do produto no mercado. O meio mais simples, rápido e direto de acesso às causas de defeitos da qualidade é a avaliação sensorial. Além disso, não há métodos analíticos isolados que possibilitem avaliar, satisfatoriamente, propriedades sensoriais como sabor, textura ou aparência (BODYFELT, TOBIAS e TROUT, 1988).

Nos últimos anos, a área de Análise Sensorial sofreu um importante impulso, como ferramenta utilizada para melhoria da qualidade dos alimentos. Mais especialmente, a Análise Sensorial Descritiva, sendo cada vez mais aplicada, tanto em pesquisas acadêmicas quanto no setor produtivo.

A Análise Sensorial Descritiva é um dos métodos mais sofisticados para avaliação de produtos, utilizando uma equipe de provadores que desenvolve descritores e emprega escalas para medida de suas intensidades, caracterizando e descrevendo atributos sensoriais das amostras estudadas (MURRAY, DELAHUNT e BAXTER, 2001).

2.3.1 – Análise descritiva quantitativa (ADQ)

A Análise Descritiva Quantitativa representa uma das mais sofisticadas dentre as metodologias de avaliação sensorial (DELLA MODESTA, 1994). É uma técnica valiosa quando se deseja obter melhores informações sobre aparência, aroma, sabor ou textura dos alimentos (MINIM, 1996).

Segundo STONE e SIDEL (1993) a análise descritiva enfatiza a base de conduta do processo do julgamento, combinada com uma metodologia rigorosa para avaliar confiabilidade da resposta e fornecer um nível de sofisticação não possível em testes comuns de sensorial.

A análise descritiva é um método de avaliação sensorial que identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais de um produto, isto é, descreve as propriedades sensoriais dos produtos e mede a intensidade em

que foram percebidas pelos provadores (GILLETTE, 1984). Permite a descrição das características sensoriais com precisão em termos matemáticos (MOSKOWITZ, 1983). Requer um painel de seis a doze provadores treinados (ZOOK e PEARCE, 1988). É desejável que estes provadores tenham familiaridade com as características sensoriais do produto, pois, desta forma terá maior desenvoltura quando da descrição das características que estarão sendo avaliadas. Além disso, facilitam a precisão e o detalhamento das percepções sensoriais (GILLETTE, 1984).

No Quadro 1 estão apresentados alguns trabalhos publicados que utilizaram a Análise Descritiva Quantitativa para determinar o perfil sensorial de diferentes alimentos.

Quadro 1 – Utilização da ADQ para avaliação de diferentes produtos.

Produto	Objetivos	Referência
Aguardente	Comparar aguardentes obtidas por destilação intermitente e contínua.	FURTADO (1995)
Chocolate	Avaliar chocolate ao leite formulado sem e com diferentes sucedâneos da manteiga de cacau em três diferentes concentrações.	MINIM (1996)
Doce de leite pastoso	Estudar cinco marcas comerciais de doce de leite pastoso vendidas em Minas Gerais.	MAGALHÃES (1996)
Vinho branco	Comparar vinho branco seco Sauvignon Blanc e licoroso doce Niagara.	PEREIRA e MORETTI (1997)
Café	Definir atributos sensoriais que pudessem avaliar o café em diferentes países.	McEWAN (1998)
Aguardente	Descrever o desenvolvimento sensorial de aguardente envelhecida até 48 meses em barris de carvalho.	CARDELLO e FARIA (1998)
Edulcorantes	Estudar edulcorantes em doçura equivalente a sacarose em solução a 10% em pH neutro e ácido.	CARDELLO, DA SILVA e DAMÁSIO (1999a)
Suco de abacaxi	Caracterizar quatro marcas de suco de abacaxi comercializadas no mercado brasileiro.	MORALES (1999)
Cerveja	Avaliar características sensoriais de cervejas provenientes de microcervejaria e de marcas líderes no mercado nacional.	ARAÚJO (2000)
Pão de queijo	Avaliar os efeitos dos ingredientes nas propriedades sensoriais do pão de queijo.	MINIM et al. (2000)
Pão de queijo	Comparar marcas comerciais de pão de queijo.	MONTEIRO et al. (2000)
Tomate seco em conserva	Avaliar os efeitos de diferentes variedades de tomate e líquidos de conserva no perfil sensorial de tomate seco.	COELHO (2001)
Salame tipo italiano	Avaliar os efeitos da adição de cravo sobre as características sensoriais de salame tipo italiano.	SCHEID (2001)
Aguardente de cana	Obter o perfil sensorial da aguardente de cana estocada durante 12 meses em tonéis de carvalho jequitibá e Angelim.	CARVALHO (2001)
Mel	Caracterizar sensorialmente méis de eucalipto e laranja.	BASTOS et al. (2002)
Café	Caracterizar sensorialmente bebida café (Coffea arabica L.) das classes mole, dura e rio, nas torras clara, expresso e escura.	MONTEIRO (2002)
Cachaça	Efetuar a caracterização sensorial de cachaças comercializadas envelhecidas por 24 meses.	YOKOTA (2002)
Leite UHT	Caracterizar físico-química e sensorialmente marcas de leite UHT da Argentina e do Brasil.	DELLA LUCIA et al. (2003)
Cachaça	Descrever diferenças sensoriais entre cachaças comerciais orgânicas ou convencionais.	YOKOTA et al. (2003)b

Quadro 1 – Continuação...

Produto	Objetivos	Referência
Cachaça	Descrever sensorialmente cachaça envelhecida por 18 meses em tonéis de diferentes madeiras brasileiras.	YOKOTA et al. (2003)a
Aguardente	Avaliar sensorialmente aguardente comparando com cromatografia de detecção por sniffing.	JANZANTTI (2004)
Café	Caracterizar sensorialmente café orgânico.	SILVA et al. (2003)
Feijão	Determinar o perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	CARNEIRO et al. (2005)
Mel	Desenvolver um vocabulário sensorial para descrever mel floral do sul da Espanha.	GÁLLAN- SOLDEVILLA et al. (2005)

Etapas da Análise Descritiva Quantitativa

1- Recrutamento de candidatos a provadores

O recrutamento de candidatos a provadores pode ser feito de duas maneiras: entre o próprio pessoal da empresa ou entre a vizinhança, principalmente quando a empresa é pequena e não se tem um número suficiente de provadores. É necessário recrutar de duas a três vezes o número de candidatos que se deseja treinar (ZOOK e PEARCE, 1988).

Para o recrutamento dos provadores aplica-se um questionário que deverá conter perguntas a respeito das condições de saúde que possam limitar a percepção, disponibilidade de tempo (já que o provador será muito solicitado), verificar o quanto esse futuro provador é familiarizado com os termos descritivos e sua habilidade para usar escalas de intensidade. Serão recrutados aqueles que não possuam problemas de saúde, tenham disponibilidade de tempo, tenham se saído bem nos testes de descrição dos atributos sensoriais (80%), tenham se saído bem nos testes de escala (10% dos valores corretos) e aqueles que gostarem do produto utilizado no treinamento (MEILGARD, CIVILLE e CARR, 1988).

Para uma equipe de 15 provadores treinados, tipicamente 40 a 50 candidatos devem ser recrutados. Assim, destes, geralmente 20 a 30 são qualificados para a fase seguinte de pré-seleção (DELLA MODESTA, 1994).

2- Pré-seleção de provadores

Vários métodos são recomendados para a seleção de um painel sensorial. MOSKOWITZ (1988) recomenda dois métodos do tipo discriminatório: o triangular e o duo-trio. No método triangular, os provadores recebem três amostras e são informados de que duas delas são iguais. Pede-se, então, a identificação da amostra diferente. Neste método, a probabilidade de acertar por acaso é reduzida para um terço, quando comparada com o método duo-trio, que é de um meio. O método duo-trio consiste em apresentar três amostras, uma delas como referência, e se pergunta qual das duas é igual à referência (COSTELL e DURAN, 1981). Nestes dois métodos, os candidatos são selecionados por meio de porcentagens mínimas de respostas corretas, dependendo da complexidade do produto-teste. CHAVES e SPROESSER (1993) descrevem outros dois métodos para seleção de provadores, amplitude-escala e seqüencial. Independente do método escolhido, além do desempenho, a disponibilidade dos julgadores é fator que não pode ser desprezado. Um provador com excelente desempenho, mas sem disponibilidade, pode trazer problemas para o bom andamento dos trabalhos.

3- Levantamento dos atributos

Os atributos sensoriais percebidos e que definem o produto são referidos por termos como características, termos descritivos, descritores ou terminologia (DELLA MODESTA, 1994).

Esta etapa consta de várias sessões preliminares, em que os provadores trabalham como em grupo e definem os termos descritivos a serem analisados (COSTELL e DURAN, 1981).

Entre os métodos para obtenção de termos descritivos, os mais importantes são a discussão aberta em presença de um moderador, descrição entrecruzada (Kelly's Repertory Grid), associação controlada e lista prévia (DAMÁSIO e COSTELL, 1991).

No método de discussão aberta os provadores avaliam várias amostras e indicam os termos que consideram mais adequados para descrevê-las.

O método de descrição entrecruzada foi descrito por MOSKOWITZ (1983). Neste método as amostras são apresentadas aos provadores de duas em duas, formando todos os pares possíveis. Em cada par, o provador deverá indicar similaridades e diferenças entre as amostras. Esta técnica força o provador a variar a lista de atributos, para cada par de produtos, gerando uma rica lista de termos descritivos. A vantagem desse método é facilitar a descrição comparativa entre as amostras.

O método de associação controlada solicita ao provador a confecção de uma lista de palavras as quais estejam associadas às características ou atributos de um produto. Ao final, somente os termos citados, em um número pré-determinado de vezes constarão da lista final de descritores (DAMÁSIO e COSTELL, 1991).

A lista prévia utiliza uma lista de termos descritores que o produto já possui em literatura em sua totalidade ou parcialidade, ou a partir dela, desenvolver uma lista com menor número de termos descritivos. Isto é feito solicitando aos provadores que classifiquem os termos descritivos já existentes em "crítico" ou "não crítico". No fim somente os termos classificados como "críticos" por uma percentagem de provadores previamente estabelecida, passarão a fazer parte da lista definitiva (MOSKOWITZ, 1983).

4-Treinamento de provadores para ADQ

O objetivo principal da etapa de treinamento é melhorar as habilidades naturais dos provadores em reconhecer e descrever os atributos e, ao mesmo tempo, familiarizá-los com as técnicas sensoriais de degustação. Os membros da equipe devem ser informados dos propósitos e

do alcance do estudo. Deve ser clara a importância dos provadores que, através de suas avaliações, permitirão alcançar o objetivo proposto pelo pesquisador.

O treinamento dos membros da equipe sensorial, que coletivamente irão descrever e quantificar as características do produto, é uma etapa muito importante da Análise Descritiva Quantitativa.

O papel do líder da equipe é ainda maior embora não participe na descrição do produto, ele deve manter o grupo funcionando como tal e, ao mesmo tempo, considerar a individualidade de cada um. O líder da equipe durante as sessões de treinamento irá esclarecer dúvidas, orientar os trabalhos de descrição das características do produto e de quantificação das intensidades dessas características, conduzir o preparo dos padrões de referência requeridos e apresentá-los a equipe, testar e monitorar o desempenho dos provadores. O líder deve preparar um plano de treinamento que poderá variar de acordo com o objetivo do trabalho. Porém, deverá sempre incluir questões como: quais amostras serão utilizadas para o treinamento e como serão codificadas, quais perguntas deverão ser feitas em relação às amostras e quais padrões de referência poderão ser requeridos. Certamente, esses planos devem ser flexíveis e revisados ao final de cada dia de sessão com os membros da equipe (MOSKOWITZ, 1983).

DELLA MODESTA (1994) cita que muitos programas de treinamento da equipe descritiva requerem entre 40 a 120 horas, e que esta quantidade de tempo varia de acordo com a complexidade do produto e do número de atributos a serem cobertos. O primeiro estágio do treinamento deverá envolver o desenvolvimento da terminologia descritiva e a introdução às escalas. Pode-se requerer até 20 horas, com a equipe, antes que toda a lista de descritores esteja montada. O método de escala pode então ser introduzido, baseado em uma série de amostras que apresentam intensidades fraca e forte dos atributos (sistema modelo). Neste estágio, que pode ser de 15 a 40 horas, a equipe deve adquirir habilidades básicas e confiança. As amostras discrepantes permitem, à equipe, perceber que os termos e as escalas são efetivos como descritores e discriminadores. No estágio seguinte, por meio de amostras que apresentam diferenças

pequenas, a equipe é encorajada a refinar o processo de descrição, buscando detectar e descrever diferenças nos produtos. Este estágio representa um tempo de 10 a 15 horas com a equipe. Finalmente, a equipe deve continuar a testar e a descrever as amostras por mais 15 a 40 horas, e as amostras finais devem se aproximar das situações reais dos testes para os quais a equipe está sendo treinada.

O aspecto fundamental de qualquer seqüência de treinamento é fornecer um trabalho estruturado para aprendizagem, com base em fatos demonstrativos, e permitir aos provadores crescimento em habilidade e confiança. Durante o treinamento, deseja-se não somente aumentar a sensibilidade e reprodutibilidade dos provadores, mas também fazer com que a equipe trabalhe como um bloco homogêneo e exato. O fato de as classificações médias da equipe se reproduzirem em nível aceitável não é suficiente, pois pode ser comprovado por meio de análise de variância é preciso, portanto, que estes representem realmente o comportamento médio dos provadores, e não simplesmente um valor numérico (COSTELL, 1983).

Com bom treinamento, pode-se conseguir notável aumento da precisão, tanto em nível individual como coletivo. Quando o líder da equipe sentir que todos os atributos estão adequadamente definidos e memorizados pelos provadores será aplicado o teste preliminar consumidores.

5- Testes preliminares e seleção de provadores

De posse da ficha de respostas definitiva, o líder da equipe simulará um teste em cabines individuais para averiguar o desempenho dos provadores. O teste consiste em fazer com que cada provador avalie cada atributo em uma série de amostras, com repetição (DAMASIO e COSTELL, 1991). Durante a prova de desempenho dos provadores devem ser consideradas: (1) capacidade discriminatória, (2) reprodutibilidade das respostas, e (3) concordância entre os provadores (COSTELL et al., 1989; DAMASIO e COSTELL, 1991).

6- Procedimento do teste ADQ

É realizado o teste desejado em condições que garantam a individualidade e os demais requisitos de uma boa análise. Quando o número de amostras é pequeno, permitindo a apresentação aos provadores de todas as amostras em uma mesma seção, se usa o delineamento em blocos completos. Se não for possível servir todas as amostras em uma mesma seção, usa o delineamento em blocos incompletos, ou apresentação monádica para amostras extremamente estressantes (YOKOTA, 2002; CARDELLO e FARIA, 1998).

7- Tabulação e análise dos resultados

De posse de todas as fichas de resposta já preenchidas pelos provadores, estas devem ser organizadas e separadas por provador. A obtenção dos escores é feita medindo-se a distância que vai desde a extremidade esquerda até a marca feita pelo provador, em uma escala não-estruturada de 15 cm de comprimento (com 14 centímetros úteis). Os resultados são tabulados em forma de escores para cada característica sensorial avaliada, para cada tratamento, em um quadro de dupla entrada de provadores versus tratamentos. A hipótese de nulidade (hipótese de que não há diferença entre os efeitos dos tratamentos) é testada por meio de análise de variância. Para melhor visualização dos resultados pode ser feita uma representação gráfica dos resultados (gráfico teia de aranha - radial), ou utilizar uma Técnica de Análise Multivariada, como por exemplo, Análise de Componentes Principais.

2.3.2 – Análise de componentes principais

A técnica Análise Componentes Principais (ACP) foi descrita originalmente por Pearson em 1901 e posteriormente aplicada por Hotelling em diversas áreas da ciência (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004). Esta técnica consiste em transformar um conjunto original de variáveis (X) em outro conjunto de dimensão equivalente, sendo cada componente principal

(Y) uma combinação linear das variáveis originais e independentes entre si. São estimados com o objetivo de reter (em ordem de estimação) o máximo da informação em termos de variação total contida nos dados originais.

Algebricamente a ACP é uma particular combinação linear de variáveis aleatórias, sendo o primeiro componente principal a combinação linear de variância máxima. Dependendo do tipo de dado, a ACP pode ser feita a partir da matriz de covariância ou de correlação das variáveis originais (JOHNSON e WICHERN, 1998).

A análise dos componentes principais é associada à idéia de redução da massa de dados. Procura-se redistribuir a variação observada nas variáveis (eixos originais) de forma a obter um conjunto ortogonal de eixos não correlacionados.

Considere a situação na qual se observam as variáveis X_1, X_2, \dots, X_p . Então o objetivo é transformar esse conjunto de variáveis, que apresenta uma estrutura de interdependência complicada, em um conjunto de variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_p , que sejam não correlacionadas e suas variâncias ordenadas para que seja possível comparar os indivíduos usando apenas aquelas que apresentam maior variância.

A este novo conjunto de variáveis dá-se o nome de componentes principais. Essa transformação deve ser feita de forma que (REGAZZI, 1997):

1) Cada componente principal (Y_i) seja obtido da combinação linear das p variáveis originais e que o somatório dos coeficientes seja igual a 1;

$$Y_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p = \sum_{j=1}^p a_{ij}X_j ;$$

$$\text{com } i = 1, 2, \dots, p \text{ e } \sum_{j=1}^p a_{ij}^2 = 1$$

2) Os componentes principais são estimados a fim de reter em ordem de estimação, o máximo da variância total contida nos dados originais. Assim, o primeiro componente principal obtido retém a maior variância e esta decresce nos demais componentes;

$$\text{Var}(Y_1) \geq \text{Var}(Y_2) \geq \dots \geq \text{Var}(Y_p)$$

3) Os componentes principais são ortogonais e independentes entre si;

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = 0 \text{ para } i \neq j$$

4) A variância total retida nos Y_i componentes principais é igual à variância total das p variáveis originais;

$$\sum_{i=1}^p \text{Var}(Y_i) = \sum_{i=1}^p \text{Var}(X_i)$$

A estrutura de interdependência das p variáveis é representada pela sua matriz de Covariância S (é a matriz de variâncias e covariâncias ou também chamada de matriz de dispersão) ou pela sua matriz de Correlação R . A análise de componentes principais pode ser feita a partir de uma dessas matrizes. Geralmente se usa a matriz S , já que neste caso trabalha-se com as p variáveis originais. Quando as variáveis são medidas em unidades muito diferentes entre si, ou se usa diferentes escalas, é conveniente padronizar as variáveis $X_j (j = 1, 2, \dots, p)$. Assim a estrutura de dependência de X_j é dada por R , e a ACP é feita a partir dessa matriz. A padronização pode ser feita com média zero e variância um, ou padronização com variância um.

Análise de componentes principais é uma ferramenta que está sendo muito utilizada em análise sensorial, como nos estudos de MINIM (1996), ELMORE et al. (1999), ARDITTI (1997), HELGESEN et al. (1997), BEHRENS et al. (1999), POLIGNANO et al. (2000), CARVALHO (2001), CARNEIRO (2001), MONTEIRO (2002), CARNEIRO (2002), REIS (2002), YOKOTA (2002), CORREA (2002), DA SILVA (2003) e DELLA LUCIA (2004).

2.3.3 – Análise de agrupamento

Segundo CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO (2004) a análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por critério de classificação qualquer tipo de unidade amostral em vários grupos de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. As técnicas de agrupamento objetivam dividir um grupo original de observações

em vários grupos segundo um critério de similaridade ou dissimilaridade.

O processo de agrupamento envolve basicamente duas etapas: estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre as unidades amostrais e, adoção de uma técnica de agrupamento para a formação dos grupos (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

Para as medidas de dissimilaridade tem sido utilizada a distância Euclidiana média ou a distância generalizada de Mahalanovis (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

Para o agrupamento, existem muitos métodos que podem levar a diferentes padrões de agrupamentos. Dentre esses métodos cita-se o de Otimização de Tocher em que o critério adotado é que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor do que as distâncias médias entre quaisquer grupos. O método requer a obtenção da matriz de dissimilaridade, sobre a qual é identificado o par de unidades amostrais mais similares. Estas unidades formarão o grupo inicial. A partir daí é avaliada a possibilidade de inclusão de novas unidades amostrais, adotando-se o mesmo critério (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

Ao se inserir uma unidade amostral, eleva-se o valor médio da distância dentro. Decide-se incluir a unidade amostral em um grupo por meio da comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo permitido pode ser estabelecido arbitrariamente ou, (geralmente utilizado) adota-se o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada unidade amostral (CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

2.3.4 – Avaliação sensorial de cachaça

A literatura sobre qualidade sensorial de cachaça e o comportamento do consumidor é escassa (YOKOTA, 2002).

FURTADO (1995) realizou um estudo comparativo entre 9 amostras de aguardentes, sendo cinco obtidas de destilação fracionada em alambique de cobre (duas correspondendo a 5% da cabeça, uma de 80% do corpo e duas de 5% de cauda), duas obtidas da destilação não fracionada (uma em

alambique de cobre e outra em alambique de aço inoxidável e bandeja de cobre) e duas amostras comerciais (uma proveniente de Campinas-SP e a outra de Natal-RN). Após realizar Análise Descritiva Quantitativa, as amostras foram caracterizadas por cinco atributos de aroma: melão de cana, melão de cana fermentado, erva, compostos orgânicos e perfume; e três de sabor: álcool, madeira, e encorpado. As amostras diferiram ($p < 0,05$) entre si em relação a todos os atributos, exceto para os aromas de melão e melão fermentado. As frações da cabeça apresentaram valores mais elevados para os atributos aroma de perfume, aroma de compostos orgânicos e sabor de álcool, provavelmente pelas presenças de concentrações mais elevadas de ésteres, aldeídos e álcoois superiores que encontram-se na fração cabeça.

Em 1998, ISIQUE et al. considerando as indesejáveis características sensoriais dos compostos sulfurados e o papel negativo que podem representar na qualidade sensorial das aguardentes, realizaram um estudo para verificar uma possível correlação entre os teores de enxofre presentes em amostras de aguardentes de cana e sua qualidade sensorial. Os autores determinaram os teores de enxofre de sete amostras de aguardentes de cana, sendo quatro adquiridas no comércio local de Piracicaba - SP, e três obtidas em laboratório, utilizando-se alambiques de cobre, de aço inoxidável e de alumínio. As amostras foram também submetidas a testes de aceitabilidade quanto ao aroma, sabor e impressão global realizados por uma equipe de 30 provadores, em cabines individuais, utilizando-se escala hedônica de nove centímetros. Os resultados revelaram haver correlação negativa significativa ($p < 0,05$) entre os teores de enxofre e a aceitabilidade das amostras de aguardentes em relação a todas as características avaliadas, ressaltando o papel negativo representado pelos compostos sulfurados presentes nas aguardentes de cana.

Na primeira pesquisa em descrição sensorial de cachaça envelhecida, CARDELLO e FARIA (1998) analisaram aguardente envelhecida durante 48 meses em tonel de carvalho de 200 litros e duas amostras comerciais, sendo uma delas envelhecida. Dezesesseis provadores pré-selecionados através de testes triangulares e análise seqüencial geraram pelo método rede (Kelly's Repertory Grid Method) os termos descritores das aguardentes. As

amostras foram apresentadas e avaliadas por 10 provadores treinados, em cabines individuais, de forma monádica com quatro repetições. Os termos descritores escolhidos em consenso pelos membros da equipe sensorial foram: coloração amarela, aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, doçura inicial, doçura residual, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, sabor agressivo, adstringente e ácido. Constataram-se mudanças significativas ($p < 0,05$) das características sensoriais da aguardente ao longo do envelhecimento. Após 48 meses em tonel de carvalho, a bebida apresentou aroma de madeira, doçura inicial e residual, aroma de baunilha, coloração amarela, sabores inicial e residual de madeira pronunciados, sendo os descritores o aroma alcoólico, agressividade, sabor inicial e residual de álcool significativamente inferiores aos das amostras envelhecidas em tempos mais curtos.

Sete amostras de aguardente de cana (5 comerciais e 2 destiladas no laboratório, uma em alambique de cobre e outra em aço inoxidável) foram avaliadas por Análise Descritiva Quantitativa por 12 provadores treinados. Os termos levantados foram coloração amarela, aroma adocicado, aroma alcoólico, aroma sulfuroso, agressividade ou ardência, gosto adocicado, amargo, sabor sulfuroso e sabor alcoólico. Pelos dados da análise de componentes principais, verificou-se que as amostras foram localizadas em regiões bem distintas do gráfico. Três amostras comerciais foram caracterizadas pelos atributos sabor e aroma adocicado, concordando com os dados físico-químicos, pois foram as únicas amostras com teor de açúcar. As amostras destiladas em alambique de aço inox foram caracterizadas pelos atributos de aroma e sabor sulfuroso. Uma outra amostra comercial foi caracterizada por atributos sensoriais desagradáveis (amargo, ardente, sabor e aroma alcoólico) (MARCELLINI, 2000).

CARVALHO (2001) realizou estudo sensorial descritivo de aguardente de cana durante seu envelhecimento por um ano em tonéis de angelim, jequitibá e carvalho de 30 litros e avaliou a aceitação dos consumidores por estas amostras pela técnica de Mapa de Preferência Interno. Foram levantados e quantificados 15 termos descritores: viscosidade, cor amarela, cor marrom, aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de melaço de cana,

gosto amargo, gosto ácido, gosto doce, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira, sabor de melão, sabor adstringente e sabor agressivo. A bebida envelhecida apresentou decréscimo da intensidade do aroma e sabor de melão nos quatro primeiros meses de estocagem e intensidade zero após 4 meses de envelhecimento, devido à incorporação de extratos de madeira que conferem aroma e sabor de madeira na aguardente. Ainda, diferentemente do trabalho posterior, a madeira de Angelim apresentou coloração marrom com o envelhecimento, diferenciando-se das demais, que apresentaram coloração amarela.

YOKOTA (2002) quantificou 14 atributos sensoriais em cachaças comerciais envelhecidas por 24 meses em barril de carvalho e tonéis de algumas madeiras brasileiras. Constatou-se que as amostras envelhecidas em barril de carvalho e tonéis de angelim e canela de mesma marca apresentavam características semelhantes. As amostras bálsamo e amburana de mesma marca agruparam-se em relação ao primeiro componente principal, diferindo em relação ao segundo componente principal.

YOKOTA et al. (2003) quantificaram 14 atributos sensoriais em amostras de cachaça orgânica e convencional, a saber: aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, aroma de ervas aromáticas, gosto doce, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, gosto amargo, gosto ácido, coloração amarela e viscosidade. Foi constatado que as amostras eram estatisticamente iguais em relação aos atributos aroma alcoólico, aroma de ervas aromáticas, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual e gosto amargo (independente de serem de origem orgânica e convencional). A amostra orgânica envelhecida por 24 meses em barril de carvalho apresentou maior intensidade de aroma de baunilha. A amostra orgânica estocada em garapeira e a orgânica envelhecida em carvalho apresentaram menor intensidade de aroma de madeira.

NETTO, MOREIRA e DE MARIA (2003), quantificando 49 compostos voláteis de caninha não envelhecida e envelhecida em barris de carvalho e bálsamo utilizaram análise de diluição do extrato de aroma acoplada com cromatografia gasosa e detecção de sniffing. Esta técnica indicou menores

proporções de notas de off flavour na caninha envelhecida (31-35%) quando comparada com a não envelhecida (57%). Notas importantes de odor de madeira e caninha foram identificadas em todas as amostras na média de 70 a 78 minutos a um fator de diluição máxima de 2³. O metilbutanol, octanoato de etila e 2-feniletanol pareceram serem importantes contribuintes para o aroma global em todas as caninhas envelhecidas estudadas. Somente o 3-metilbutanol e octanoato de etila foram considerados como odorantes importantes para o aroma da caninha não envelhecida.

JANZANTTI (2004) correlacionou dados sensoriais e instrumentais visando apontar os possíveis compostos voláteis que possam ser responsáveis pela qualidade da cachaça. Foi realizada análise de aceitação de 13 cachaças comerciais em Campinas por trinta consumidores familiarizados com a bebida. Em relação ao sabor, as cachaças 2, 4, 6, 7, 8 e 13 foram as de maior aceitação, e diferiram significativamente ($p < 0,05$) da cachaça 9, de menor aceitação, sendo que as demais, não diferiram significativamente das amostras mais e menos aceitas. Na avaliação da impressão global, as cachaças 2 (mais aceita) e 9 (menos aceita) diferiram significativamente entre si. A seguir, foi realizada a Análise Descritiva Quantitativa de quatro amostras (2, 3, 6 e 9) por uma equipe de 9 provadores selecionados e treinados. Os resultados demonstraram que a cachaça 2 (mais aceita) apresentou maior intensidade dos atributos aroma adocicado, ardência inicial, sabor e gosto adocicado enquanto a cachaça 9 (menos aceita) apresentou maior intensidade dos atributos ardência final, aroma irritante e gosto amargo. A autora concluiu também por meio da análise de correlação que a aceitação das cachaças em relação ao aroma parece estar relacionada principalmente à presença de lactonas e alguns terpenos, enquanto a baixa aceitação em relação ao sabor, à presença de fenóis, principalmente 4-vinilfenol e 4-vinilguaiacol.

2.2.4 - Protocolo de qualidade

A atribuição de notas que representam os níveis qualitativos e quantitativos de qualidade sensorial, ou os que representam um valor de

conjunto é uma questão delicada. A primeira dificuldade para a pontuação é o estabelecimento de adaptações feitas dos múltiplos caracteres percebidos e ainda o fato de a maioria das escalas ser de valor subjetivo e não objetivo (PEYNAUD, 1986).

Segundo Nelson e Trout (1964) citados por BODYFELT (1981), um score card é uma lista tabulada de fatores que contribuem para a qualidade de um produto com um valor numérico marcado para cada fator. Os fatores típicos para scoring ou avaliação dos produtos incluem: aroma, sabor, corpo, textura, cor, aparência; ainda podendo ser incluídos aparência da embalagem e aspectos de microbiologia. Estes fatores usualmente são organizados em score cards em ordem de sua importância relativa para a qualidade global de dado produto. Por exemplo, um score card de um produto lácteo se torna um padrão numérico pelo qual a qualidade de variados produtos lácteos pode ser quantificada.

Segundo O'MAHONY (1979) em avaliação de um produto lácteo considera-se uma média de sabores indesejáveis, a saber: adstringência, silagem, cozido, estábulo, oxidado, metálico, ranço, etc., com a intensidade de cada sabor indesejável ancorada como suave, definida ou pronunciada. Esta é uma escala ordinal, de modo que alguma comparação estatística das propriedades sensoriais das amostras de leite possa ser elaborada; necessitando este tipo de escala análises não paramétricas (O'MAHONY, 1979).

Em 1935, William Cruess propôs três score cards de 100 pontos para classificar vinhos de mesa brancos, tintos e doces. Partindo destes score cards de 100 pontos, pesquisadores desenvolveram um sistema de 20 pontos com a seguinte distribuição: aparência 2, cor 2, aroma e bouquet 4, acidez volátil 2, acidez total 2, açúcar 1, corpo 1, flavour 2, adstringência 2 e qualidade global 2 (NOBLE, 1980). Entretanto, pesquisadores sensoriais alegam que um sistema de 20 pontos requer treinamento de até 5 anos para os provadores utilizarem consistentemente a escala, enquanto que scoring de vinhos com escala de 9 pontos requereria menos treinamento (KWAN e KOWALSKI, 1980).

Segundo OUGH e WINTON (1976), o score card de vinho mais amplamente utilizado é o score card Davis, desenvolvido pelo

Departamento de Viticultura e Enologia da Universidade da Califórnia em Davis, com os dados obtidos da avaliação sensorial de vinho usualmente submetidos à análise estatística univariada. Raramente são fatores, sendo usados como descritores, examinados primeiramente para determinar se eles são verdadeiramente críticos para a avaliação (KWAN e KOWALSKI, 1980). Os trabalhos atuais para avaliação sensorial de vinhos por especialistas (enólogos), como, por exemplo, o de MANFROI (2002), em que se avaliou a qualidade de vinhos provenientes de diferentes espécies de *Saccharomyces*, *Oenococcus* e *Lactobacillus*, utilizam escalas de avaliação derivadas destes score cards (Figura 1).

DATA:

DEGUSTADOR:

AMOSTRA:

EXAME VISUAL	1. LIMPIDEZ	Turvo	Velado	Brilhante
	2. INTENSIDADE	Fraca	Média	Forte
	3. TONALIDADE	Verm.-Violáceo	Verm.-Vivo	Verm.-Tijolo
EXAME OLFATIVO	4. INTENSIDADE	Fraca	Moderada	Intensa
	5. EQUILÍBRIO	Baixo	Médio	Alto
	6. QUALIDADE	Nenhuma	Média	Alta
	7. AROMAS INDESEJÁVEIS	Inexistente	Moderado	Acentuado
EXAME GUSTATIVO	8. INTENSIDADE	Fraca	Moderada	Intensa
	9. CORPO	Delgado	Moderado	Denso
	10. ADSTRINGÊNCIA	Inexistente	Moderada	Forte
	11. ACIDEZ	Chato	Fresco	Ácido
	12. EQUILÍBRIO	Baixo	Médio	Alto
	13. QUALIDADE	Nenhuma	Média	Alta
	14. GOSTOS INDESEJÁVEIS	Inexistente	Moderado	Acentuado
EXAME OLFATO-GUSTATIVO	15. EQUILÍBRIO	Baixo	Médio	Alto
	16. PERSISTÊNCIA	Fugaz	Média	Prolongada
EXAME OLFATO-VARIETAL	17. TIPICIDADE	Nenhuma	Média	Alta
QUALIDADE GERAL	DEFEITUOSO	1-2		
	ABAIXO DA MÉDIA	3-7		
	MÉDIA	8-13		
	ACIMA DA MÉDIA	14-18		
	ALTA	19-20		
COMENTÁRIOS:				

Figura 1 – Modelo de ficha utilizada para avaliar vinho, baseada no Sistema Score Card Davis (MANFROI, 2002).

Atualmente os trabalhos utilizando-se score cards abrangem variadas áreas, principalmente a de humanas. DONNELLY, DONNELLY e THONG (1987), avaliando um sistema de score cards para manutenção de tratamento de asma em crianças, introduziram a análise multivariada de cluster para avaliação dos dados, por esta permitir uma avaliação mais compreensiva dos resultados.

Ainda como problema a ser contornado há a característica dos sistemas de score cards geralmente utilizados apresentarem aspectos afetivos, que os descaracterizam como um método sensorial descritivo. Como exemplo, cita-se BUTEAU, DIUTSCHAEVER e ASHTON (1979) que avaliaram o atributo impressão global, variando de desgostei extremamente a gostei extremamente por um painel treinado. Ainda OUGH e WINTON (1976) avaliaram a qualidade global pelo painel treinado MANFROI (2002) avaliou a qualidade geral de vinhos e GUINARD et al. (1999) classificaram a qualidade de cervejas, também avaliando atributos que consideram a afetividade. Entretanto, este estudo sobre qualidade sensorial de cerveja já é uma tentativa de melhoria da metodologia utilizada para classificação da bebida.

Para solucionar este problema apresentam-se como possibilidade a mistura do sistema score card com Análise Sensorial Descritiva Quantitativa. Pois a característica marcante de uma análise descritiva quantitativa é identificar, descrever e quantificar qualidades sensoriais (visual, textural, auditiva, olfatória e gustatória) (GILLETTE, 1984). Há necessidade da utilização desta metodologia juntamente, mas com a restrição de formarem-se grupos de julgadores treinados, para atuarem nas empresas, que sejam fixos e passem por periódicos treinamentos. Estudos recentes na área de vinhos e laticínios já estão tentando consolidar mudanças (OLARTE, GONZALES-FANDOS e SANZ, 2001; ZEPPA et al., 2000; BEHRENS e SILVA, 2000).

Ainda não se chegou a um consenso sobre qual a melhor forma de apresentação dos dados a serem avaliados. Somente alguns trabalhos publicados já experimentaram modificações em métodos descritivos convencionais (MECREDY, SONNEMANN e LEHMANN, 1974).

São poucas as citações sobre o número de provadores treinados. Em

literatura especifica-se de 10-12 provadores para ADQ (STONE e SIDEL, 1974), 5-8 provadores segundo Organização Internacional para Padronização (1985), a Norma ISO/DIS 8586 sugere de 6-12. Em geral se fala em um limite mínimo de 5 a um máximo de 20 (KING, ARENTS e MOREAU, 1995).

Como sugerido por COSTELL (2002), um método de controle de qualidade segue alguns passos comuns, entre eles citam-se principalmente, definições de especificações ou padrões de qualidade e desenvolvimento, e teste de métodos para avaliar de maneira confiável, se um produto apresenta ou não as características dos padrões especificados. Mas não há estudos que avaliem se um método de qualificação é efetivo em variados laboratórios.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Material experimental

Foram utilizadas amostras de cachaças envelhecidas em barris de carvalho e tonéis de amburana, jequitibá e angelim por um período entre 18 a 24 meses (tempo com maior índice de comercialização). Estas foram doadas por produtores de cachaça envelhecida ou adquiridas no mercado local (Quadro 2).

Quadro 2 - Origem das amostras de cachaça envelhecida.

Origem	Amostra	Madeira	Nome científico	Tipo de reservatório	Volume (L)	Forma de coleta
ES (Região de Guarapari)	1C	Carvalho	<i>Quercus alba</i>	Barril	200	Adquirida engarrafada
MG – Zona da Mata	2AN	Angelim	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Tonel	5000	Adquirida engarrafada no mercado
MG – Metropolitana B Horizonte	3J	Jequitibá	<i>Cariniana</i> sp.	Tonel		Diretamente do reservatório*
MG – Tarumirim	4AM	Amburana	<i>Amburana cearensis</i> (Fr. Allem) A. C. Smith	Tonel	11000	Adquirida engarrafada no mercado
MG – Norte de Minas	5AM	Amburana	<i>Amburana cearensis</i>	Tonel		Adquirida engarrafada no mercado
MG – Metropolitana B Horizonte	6C	Carvalho	<i>Quercus alba</i>	Barril	200	Adquirida engarrafada no mercado
MG – Sul de Minas	7C	Carvalho	<i>Quercus alba</i>	Barril	200	Adquirida engarrafada
MG – Zona da mata	8AM	Amburana	<i>Amburana cearensis</i>	Tonel		Adquirida engarrafada
MG – Vale do Jequitinhonha	9J	Jequitibá	<i>Cariniana</i> sp.	Tonel		Adquirida engarrafada no mercado
MG – Norte de Minas	10AM	Amburana	<i>Amburana cearensis</i>	Tonel		Adquirida engarrafada no mercado
ES (região de Santa Teresa)	11J	Jequitibá	<i>Cariniana strellensis</i> Kuntze	Tonel	8000	Adquirida engarrafada no mercado
MG – Zona da Mata	12C	Carvalho	<i>Quercus alba</i>	Barril	200	Diretamente do reservatório*
MG – Metropolitana B Horizonte	13J	Jequitibá	<i>Cariniana</i> sp.	Tonel		Adquirida engarrafada no mercado
MG – Metropolitana B Horizonte	14C	Carvalho	<i>Quercus alba</i>	Barril	200	Diretamente do reservatório*

*Transportadas em galões de água mineral de polietileno de 20 litros e, em seguida, armazenadas em garrafas de vidro utilizadas para comercialização de cachaça. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana

3.2 - Metodologia

O trabalho de avaliação foi dividido em três etapas: análises físico-químicas; Análise Descritiva Quantitativa, objetivando realizar um levantamento do perfil sensorial da cachaça envelhecida pelo período de 18 e 24 meses em barris de carvalho e tonéis de amburana, jequitibá e angelim; e avaliação do número de provadores treinados para avaliação sensorial descritiva.

3.2.1 - Análises físico-químicas

Foram realizadas as seguintes análises: grau alcoólico (% em v/v), acidez total, acidez fixa, acidez volátil, ésteres totais e álcoois superiores totais, conforme metodologias descritas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 19 --). A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada por método espectrofotométrico com leitura a 700 nm e prévia reação com reagente Folin Ciocalteu, adaptado de Kloster (1972), citado por CARDELLO e FARIA (1998).

A cor foi determinada em um colorímetro modelo Colorquest II, do sistema Hunter, com leitura dos valores “L*” (luminosidade na escala até preto), “a*” (escala de verde a vermelho) e “b*” (escala de azul a amarelo) (Figura 2). Foi utilizado um volume de 50 mL de amostra.

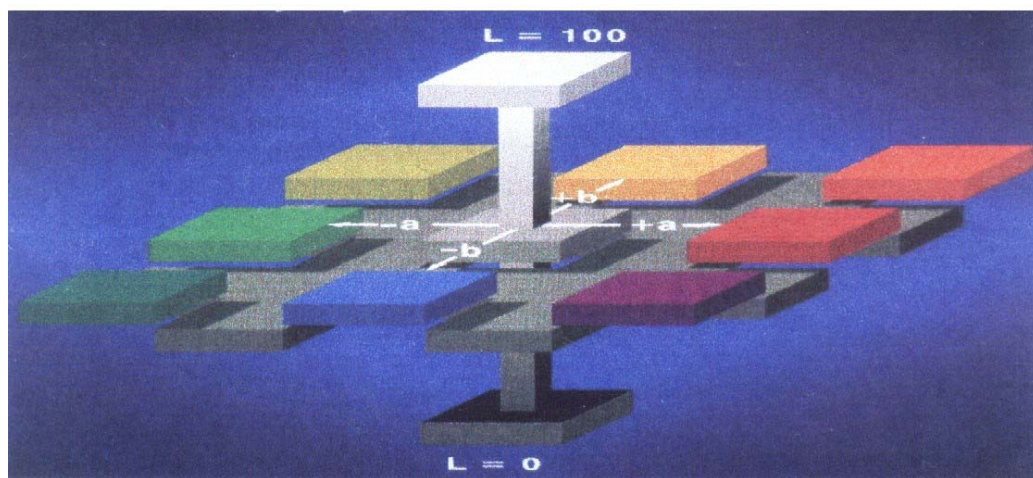
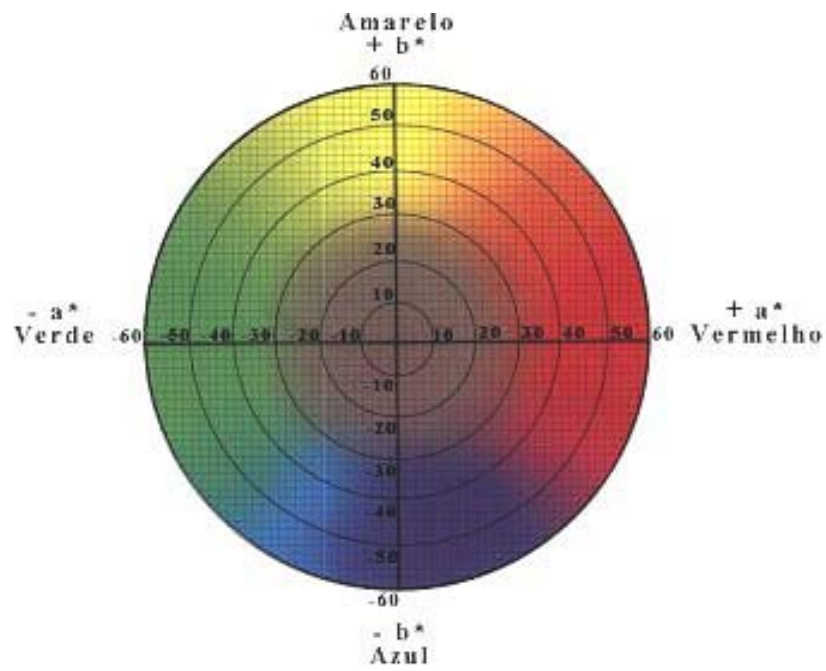


Figura 2 – Sólido de Hunter.

3.2.2 - Análise descritiva quantitativa

Condições do teste

Os testes foram realizados no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (DTA/UFV).

As avaliações foram realizadas em cabines individuais. As discussões abertas para obtenção da lista de atributos e treinamento dos provadores foram realizadas na sala de discussão, também localizada no laboratório de Análise Sensorial/UFV.

Pré-seleção da equipe

Inicialmente foram distribuídos 80 questionários (adaptados de YOKOTA, 2002) de identificação de apreciadores de cachaça e sua respectiva disponibilidade de tempo, a partir do qual foram selecionados 50 candidatos a provadores. Em seguida, foi realizada uma pré-seleção dos candidatos, por meio de teste sensorial de discriminação (teste triangular) (Figura 3), com duas amostras de aguardentes que apresentaram diferença significativa a 0,1% de probabilidade. Foram selecionados os provadores que tiveram um mínimo de cinco acertos em oito testes (62,5%), totalizando 30 provadores.

TESTE TRIANGULAR		
Nome: _____	Data: _____	
<p style="text-align: center;">Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código daquela que lhe pareça diferente em cada série. Enxágüe a boca após a degustação e espere trinta segundos.</p>		
	152	325
Comentários: _____		

Figura 3 - Modelo de ficha utilizada para a realização do teste triangular.

Levantamento da terminologia descritiva e treinamento

Antes da etapa de levantamento dos termos descritores realizou-se uma reunião com todo o grupo pré-selecionado para apresentação do trabalho. Explicou-se sobre definições essenciais para o desenvolvimento do trabalho, além da apresentação de alguns termos descritores já levantados em pesquisas anteriores realizadas com aguardente de cana (YOKOTA et al., 2003; YOKOTA, 2002; CARVALHO, 2001; CARDELLO e FARIA, 1998; FURTADO, 1995).

Nesta etapa de identificação dos descritores sensoriais, os provadores receberam todas as amostras que seriam analisadas em forma monádica e listaram na ficha apropriada (adaptada com utilização dos atributos sensoriais mais relevantes dos trabalhos descritivos de cachaça realizados anteriormente), os atributos críticos e não críticos em relação à aparência, ao aroma e ao sabor. Na mesma ficha apresentou-se ainda, a oportunidade de descrição de atributos listados e que seriam importantes para caracterização da amostra segundo o parecer do provador (Figura 4).

Prezado provador, prove a amostra e verifique se o atributo abaixo relacionado está presente.

Amostra:

Provador:.....Data:.....

Atributos	Presente	Ausente
Aparência		
Coloração amarela		
Viscosidade		
Aroma		
Aroma alcoólico		
Aroma de melação de cana		
A. de m. de c. fermentado		
Aroma de madeira		
Aroma de baunilha		
Aroma de e. aromáticas		
Aroma de frutas		
Aroma de c. orgânicos		
Aroma de perfume		
Sabor		
Gosto doce		
Gosto ácido		
Gosto amargo		
Sabor alcoólico inicial		
Sabor alcoólico residual		
Sabor de madeira inicial		
Sabor de madeira residual		
Sabor de ervas		
Sabor metálico		
Sabor encorpado		
Sabor adstringente		
Sabor de melação de cana		

Se houver algum atributo sensorial presente na amostra avaliada não foi citado na tabela acima, mencione-o aqui:

Aparência:.....

Aroma:.....

Sabor:.....

Figura 4 – Modelo de lista prévia para confirmação de atributos sensoriais de cachaça (Fonte: YOKOTA et al., 2003; YOKOTA, 2002; CARVALHO, 2001; CARDELLO e FARIA, 1998; FURTADO, 1995).

Após o levantamento dos atributos sugeridos, elaborou-se uma ficha de identificação com suas respectivas definições e referências mínimos e máximos de identificação dos mesmos em uma amostra (Quadro 3).

Ainda em grupo montou-se uma ficha de avaliação, com escalas não-estruturadas de 15 centímetros, com os pontos extremos à esquerda representando fraco ou nenhum e à direita forte (para cada atributo) (Figura 5).

O treinamento dos provadores foi realizado seguindo recomendações de STONE et al. (1974) para ADQ.

Quadro 3 - Definições e referências para os termos descritores levantados pelos provadores na fase de treinamento.

Termo descritor	Definição	Referências
Coloração amarela	Coloração amarela translúcida característica de cerveja tipo "pilsen" sem gás e sem espuma, em um cálice transparente	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% com 0,0005% de corante caramelo Forte: solução hidroalcoólica a 30% com 0,10112% de corante tartrazina e 0,0104% de corante caramelo
Viscosidade	Resistência ao deslocamento de um fluido	Pouca: etanol a 10 °GL Muita: etanol a 51 °GL contendo 10% de glicerina
Aroma alcoólico	Aroma característico de etanol	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 51%
Aroma de madeira	Aroma característico da madeira utilizada no tonel para envelhecimento da cachaça	Nenhum: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30%, contendo 17% de extrato de madeira (carvalho), marca Duas Rodas
Aroma de baunilha	Aroma exalado por uma solução alcoólica de baunilha	Nenhum: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30%, contendo 1% de vanília PA
Sabor alcoólico inicial	Sabor de álcool percebido no instante em que a amostra entra em contato com a mucosa oral	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 51%
Sabor alcoólico residual	Sabor de álcool que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 51%
Sabor de madeira inicial	Sabor característico promovido pela madeira utilizada no tonel para envelhecimento da cachaça	Nenhum: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30%, 17% de extrato de madeira (carvalho), marca Duas Rodas
Sabor de madeira residual	Sabor característico de madeira que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância	Nenhum: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30%, 17% de extrato de madeira (carvalho), marca Duas Rodas
Adstringência	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por certas frutas verdes, como o caqui e a banana	Fraca: solução hidroalcoólica a 30%, contendo 0,005% de ácido tânico Forte: solução hidroalcoólica a 30%, contendo 0,150% de ácido tânico
Gosto doce	Gosto percebido pela mucosa oral semelhante aquele provocado pela sacarose	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30%, contendo 1,5% de sacarose
Gosto amargo	Gosto de quinina, característico de água tônica	Nenhum: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30% contendo 0,005% de quinina
Gosto ácido	Gosto associado ao ácido acético (que lembra vinagre)	Fraca: solução hidroalcoólica a 30% Forte: solução hidroalcoólica a 30% contendo 0,1% v/v mL de ácido acético p. a.

* a elaboração das soluções hidroalcoólicas foi feita com as porcentagens de água e etanol PA consideradas antes de misturá-las na solução

Análise Sensorial Descritiva de Cachaça Envelhecida

Nome _____ Data ____/____/____

Por favor, faça um traço vertical na escala no ponto que melhor descreve a intensidade de cada característica da amostra de CACHAÇA.

AMOSTRA: _____

AROMA

AROMA ALCOÓLICO

|_____|
Fraco Forte

AROMA DE MADEIRA

|_____|
Nenhum Forte

AROMA DE BAUNILHA

|_____|
Nenhum Forte

SABOR

GOSTO DOCE

|_____|
Fraco Forte

GOSTO ÁCIDO

|_____|
Fraco Forte

GOSTO AMARGO

|_____|
Nenhum Forte

SABOR ALCOÓLICO INICIAL

|_____|
Fraco Forte

SABOR ALCOÓLICO RESIDUAL		
Fraco		Forte
SABOR DE MADEIRA INICIAL		
Nenhum		Forte
SABOR DE MADEIRA RESIDUAL		
Nenhum		Forte
ADSTRINGÊNCIA		
Fraco		Forte
APARÊNCIA		
COLORAÇÃO AMARELA		
Fraco		Forte
VISCOSIDADE		
Pouca		Muita
Obrigada!		

Figura 5 – Modelo de ficha de avaliação de cachaça.

Seleção final dos provadores

Após o treinamento foi realizado um teste piloto para verificar o desempenho dos provadores. Foram avaliadas 3 amostras de cachaça (envelhecidas em carvalho – 1C, 6C e 12C) em apresentação monádica com 5 repetições, utilizando a ficha descritiva definitiva, anteriormente elaborada. Os provadores foram selecionados de acordo com a sua habilidade em discriminar as amostras e com a repetibilidade dos resultados.

Com o objetivo de se obter informações sobre a repetibilidade e o poder de discriminação dos provadores foram realizadas análises de

variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição), por provador e para cada atributo (POWERS, CENCIARELLI e SHINHOLSER, 1984). As características que definiram a seleção final dos provadores foram o poder de discriminação entre as amostras ($p(F) < 0,50$) e a repetibilidade ($p(F) > 0,05$) (STONE et al., 1974) e análise gráfica das interações dos resultados obtidos para os provadores para cada atributo sensorial.

Avaliação final das amostras

Os 18 provadores selecionados e treinados participaram da avaliação das amostras no laboratório de análise sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. As amostras eram servidas em cabines individuais, utilizando-se taças de cristal, codificadas com três dígitos aleatórios e luz branca, para avaliação dos atributos (20 a 30 mL). As taças eram recobertas com vidro de relógio (retirados somente no momento da avaliação dos atributos relacionados ao aroma) (Figura 5). A aparência foi avaliada (50 mL) também nas cabines, sendo padronizada a utilização da cabine com luz branca de lâmpada fluorescente. As amostras provenientes das quatro madeiras de envelhecimento por períodos de 18 a 24 meses (14 marcas) foram apresentadas em delineamento inteiramente casualizado, de forma monádica, com cinco repetições, totalizando 70 sessões por provador.



Figura 6 – Taça utilizada para avaliação sensorial de cachaça.

Análise dos resultados

Após a coleta dos dados, a avaliação estatística foi efetuada com os dados delimitados inteiramente casualizados.

Foi realizada análise de variância dos escores dos 18 provadores selecionados. Fez-se verificação gráfica das interações entre os provadores que influenciaram nas descrições sensoriais das amostras. Após eliminação dos dados dos provadores que apresentaram interações, foi realizada análise do perfil das amostras por nova análise de variância com interação de amostra versus provador com os escores de 8 provadores. Esta análise foi realizada para avaliar a diferença sensorial entre as amostras estudadas (amostra – Trat e provadores – Prov) com interação $\text{Trat} * \text{Prov}$ para cada atributo (Quadro 3) e gráfico radial. A comparação das médias foi realizada mediante teste de Duncan. A verificação da dispersão das amostras e correlação dos atributos sensoriais foi realizada por análise de componentes principais e correlação de Pearson entre as amostras e os escores dos atributos sensoriais avaliados. Estas análises estatísticas foram realizadas utilizando-se procedimentos do ambiente estatístico SAS (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., North Carolina, USA), versão 8.0, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa (2005).

Foi realizada análise de agrupamento utilizando procedimentos do pacote estatístico Genes (UFV, 2001).

Quadro 4 - Esquema da ANOVA para os dados da análise descritiva

FV	GL
Tamos	13
Prov	7
Trat*Prov	91
Res	448
Total	559

3.3.3 – Estudo do número de provadores por equipe para avaliação sensorial de cachaça envelhecida

A avaliação do tamanho das equipes sensoriais para uma Avaliação Sensorial Descritiva de cachaça envelhecida foi realizada a partir dos escores dos 8 provadores. Esta avaliação, que visa comparar os perfis sensoriais da bebida cachaça por equipes de 3, 4, 6 e 8 julgadores treinados, foi construída com análises de variâncias e testes de médias, além de análise de componentes principais.

Foi realizada a mesma análise estatística já citada para a descrição sensorial da cachaça envelhecida.

3.3.4 – Sugestão de características de um possível protocolo de qualificação sensorial da bebida cachaça envelhecida

Com todos os dados e características levantadas neste estudo, montou-se um esqueleto do que seria um provável protocolo de qualificação sensorial da bebida cachaça envelhecida nas condições estudadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas a fim de verificar as condições das amostras em relação às exigências do serviço de inspeção do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MARA) (BRASIL, 1997). No Quadro 5 estão registrados os valores encontrados para as amostras avaliadas neste experimento.

Quadro 5 - Resultados das análises físico-químicas das amostras de cachaça envelhecidas entre 18 e 24 meses.

Amostras	Grau alcoólico	Álcoois superiores	Acidez fixa	Acidez total	Acidez volátil	Ésteres totais	Cobre	Compostos fenólicos totais	cor			pH
									L*	a*	b*	
1C	42,4	245,37	151,92	195,27	43,34	115,77	6,813	76,25	56,90	4,30	27,24	3,11
2AN	44,4	279,14	73,58	93,07	19,49	50,04	4,423	82,03	56,16	6,42	28,48	6,07
3J	44,5	281,43	34,49	48,70	14,21	96,55	2,175	6,25	61,33	-0,74	4,80	4,22
4AM	44,0	240,23	113,26	144,27	41,21	76,17	4,353	44,22	59,89	1,17	17,27	5,26
5AM	44,1	145,66	70,08	97,99	21,91	48,55	1,343	105,47	55,63	5,87	30,31	4,47
6C	37,5	283,44	105,98	154,70	48,72	112,09	2,684	6,72	56,40	4,27	20,81	3,88
7C	40,0	195,81	46,81	56,66	9,85	21,68	1,848	44,06	61,34	-0,68	7,97	4,09
8AM	37,6	172,44	203,32	301,15	97,83	130,65	3,640	34,22	56,63	2,01	16,58	4,92
9J	41,1	166,57	52,32	69,76	17,44	32,12	3,758	23,28	62,82	-1,37	2,06	4,21
10AM	41,4	207,51	100,13	130,68	30,55	60,22	1,174	78,59	58,58	2,04	17,77	4,19
11J	44,9	220,31	101,33	138,25	36,92	102,33	0,244	46,41	58,79	0,05	9,32	4,12
12C	42,5	210,36	88,41	125,02	36,61	86,56	2,862	64,84	59,96	0,78	14,24	4,03
13J	38,2	225,23	77,89	121,14	43,25	40,07	0,382	8,75	60,36	-0,38	5,08	5,47
14C	40,4	212,53	81,68	114,52	32,84	70,39	1,446	88,44	56,14	4,14	24,90	4,42
Mín (Leg. Bras.)	38,0					10,00						
Máx (Leg. Bras.)	48,0	470,00			150,00	200,00	5,00					

O grau alcoólico é dado em volume; álcoois superiores, aldeídos totais, acidez fixa, acidez total, acidez volátil e ésteres totais são expressos em mg/100 mL de álcool anidro e o cobre e compostos fenólicos totais são em ppm. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM - amburana

As amostras apresentaram grande variação quanto aos limites de compostos secundários exigidos pelo Ministério da Agricultura, mas o que se percebe em geral, é que elas estão com a qualidade físico-química dentre dos limites especificados.

Em relação a trabalhos anteriores a este, constata-se diminuição na graduação alcoólica. Isto se deve ao mercado consumidor mais jovem que está exigindo uma graduação alcoólica mais suave (YOKOTA, 2002). A legislação para aguardente de cana limitava a graduação alcoólica entre 38 e 54%. Atualmente, a nova legislação define cachaça artesanal como aquela que, dentre outras características, apresenta grau alcoólico entre 38 e 48%.

PINHEIRO (1999) constatou que as aguardentes elaboradas no Estado do Ceará apresentavam variações muito grandes de grau alcoólico. Algumas amostras nem poderiam ser classificados como aguardente, pois apresentavam grau alcoólico abaixo de 35 GL.

No estudo de CAMPOS (2000) sobre adição de extratos de madeiras visando o possível envelhecimento acelerado de cachaça, foi observada também grande variação no grau alcoólico das aguardentes do Ceará.

Em estudos sobre aguardente de cana ou cachaça, nota-se que os produtos elaborados nos Estados de Minas Gerais e São Paulo apresentam uma menor variação de graduação alcoólica (NASCIMENTO, 1998; NÓBREGA, 1995).

Observando as concentrações de álcoois superiores (Quadro 4) verifica-se que estavam dentro dos limites especificados pela legislação vigente, mas sugere-se que sejam realizadas análises cromatográficas para outras determinações destes compostos, em razão da determinação de álcoois superiores totais não especificar qual álcool superior se apresenta em maior concentração. FURTADO (1995) utilizando cromatografia gasosa para quantificação de álcoois superiores constatou que aguardentes de cana comerciais não apresentavam o n-butanol. YOKOTA (2002), utilizando cromatografia gasosa, quantificou 1-propanol, 2-metil-1-propanol e 3-metil-1-butanol, sendo a maior concentração de 3-metil-1-butanol (álcool isoamílico). Esta classe de compostos, em geral, em elevadas concentrações acarretam odor desagradável e sabor pungente.

Em relação à acidez volátil, neste trabalho se repete a mesma tendência observada por NÓBREGA (1994), em que as amostras avaliadas, em geral, apresentavam uma concentração muito menor do que o limite máximo permitido pela Legislação Brasileira (150 mg/ 100 mL de álcool anidro).

Segundo REAZIN (1981) o teor de acidez fixa não sofre modificações durante o envelhecimento, já acidez volátil aumenta em consequência de uma maior ou menor dissolução de compostos precursores encontrados na madeira como ácido tânico, e pela oxidação lenta dos álcoois por ação oxidante do ar que se infiltra pelos poros do reservatório.

Apesar de uma grande variação de concentração de ésteres totais, nenhuma amostra excedeu a faixa limite (entre 10 e 200 mg/ 100 mL de a. a.).

Estes compostos voláteis são muito importantes na qualificação de cachaça devido às suas características químicas e sensoriais de baixa volatilidade e baixo limiar de detecção, que permitem serem estes compostos relacionados com o aroma da cachaça (NÓBREGA, 2003).

CARVALHO (2001) avaliando envelhecimento de aguardente de cana durante 1 ano, constatou que uma amostra envelhecida em angelim apresentou concentração de ésteres totais acima do limite máximo permitido pela legislação brasileira. NÓBREGA (1994) constatou que algumas marcas apresentaram concentrações inferiores de ésteres totais que o permitido pela legislação.

A amostra 1C apresentou teor de cobre acima do permitido pela legislação brasileira vigente. Apesar de importante em certas funções biológicas do organismo como absorção e uso de ferro para formação da hemoglobina, o excesso de cobre no organismo pode causar sérios danos como mal de “Wilson” que ocorre pelo acúmulo de cobre nos tecidos (PINHEIRO, 1999).

BEZERRA (1995) relata que, como a ingestão diária de cobre de 10 mg é ainda tida como segura, mesmo considerando as aguardentes como única fonte deste metal, seriam necessários em torno de 2 litros de aguardente que apresenta o teor de cobre dentro do limite especificado pela legislação brasileira para que ele manifestasse sua toxidez. Entretanto,

neste volume ingerido de aguardente, o etanol já teria feito sentir seus efeitos tóxicos.

CAVALHEIRO et al. (2003) concluíram que o processo de envelhecimento promoveu redução considerável (média $74,1 \pm 6,7$) no teor de cobre das cachaças. Tal processo pode constituir uma das formas para a redução dos níveis de contaminação desse componente na cachaça.

Para determinação da concentração de compostos fenólicos totais CARDELLO e FARIA (2000) utilizaram água destilada como branco na construção da curva-padrão, quantificando assim, o teor de polifenóis presentes na cachaça recém destilada. YOKOTA (2002) considerou a cachaça recém destilada como branco (mesmo procedimento aplicado neste trabalho).

Segundo CARDELLO e FARIA (2000) e PUECHE (1988), os compostos fenólicos provêm da degradação da lignina da madeira constituinte do barril (principalmente taninos). Os taninos são compostos extremamente complexos formados por materiais fenólicos com grupamentos de hidroxila, carbonila, éster, éter, que normalmente apresentam elevado peso molecular, responsáveis pela sensação de adstringência (CAMPOS, 2000).

As amostras 1C (carvalho – 76,25 ppm), 2AN (angelim – 82,03 ppm), 5AM (amburana – 105,47 ppm), 10AM (amburana – 78,59 ppm), 14C (carvalho – 88,44 ppm) apresentaram as maiores concentrações de compostos fenólicos totais. Já as amostras 3J, 6C e 13J (envelhecidas em jequitibá) apresentaram concentrações entre 6 e 8 ppm.

As variadas concentrações de compostos fenólicos totais não provêm somente das diferenças nas estruturas das madeiras, mas também das variações nas capacidades volumétricas dos recipientes de envelhecimento (YOKOTA, 2002).

Os produtores de cachaça não apresentam um consenso sobre a capacidade volumétrica nem sobre madeiras, existindo variadas relações de superfície de contato (capacidades de 180 a 40000 litros), tipos de madeiras e tratamentos térmicos para montagem dos recipientes para envelhecimento.

Para as amostras envelhecidas em carvalho, constata-se discrepância quanto à concentração de compostos fenólicos totais. YOKOTA (2002) quantificou em torno de 141,86 ppm, CARDELO e FARIA (2000) 113,73 ppm em amostras envelhecida por 24 meses.

Segundo BOSCOLO (1996) esta determinação não pode ser utilizada para predizer envelhecimento, pois também o caramelo reage de forma semelhante com o Folin Ciocalteu, vindo a interferir nas concentrações de compostos fenólicos totais reais de bebidas comerciais declaradas armazenadas. Também esta seria uma forma liberada de alterar a composição da bebida, pois é permitida a adição de caramelo pela legislação brasileira para correção de cor de cachaça envelhecida (BRASIL, 2001; BRASIL, 1997).

Com relação à leitura de intensidade de coloração amarela (cor predominante na maioria das amostras avaliadas) verificou-se que as amostras 1 C, 2AN e 5AM (27,24; 28,48 e 30,31, respectivamente) apresentaram intensidades de coloração amarela marcadamente superiores à maioria das amostras. Já as amostras 3J (4,80), 7C (7,97), 9J (2,06) e 13J (5,08) apresentaram intensidades de coloração amarela extremamente baixa.

DIAS (1997) constatou que em extratos de madeiras, a amburana apresentava menor intensidade de coloração amarela que o carvalho e o jequitibá apresentava coloração vermelho-escura. Em estocagem de aguardente em diferentes madeiras, esta mesma autora verificou que a cor intensificou-se exceto para o jequitibá.

Com exceção da amostra 1C com pH 3,11 e a amostra 6C 6,07, a maioria das amostras apresentou valores de pH medianos entre 4 e 5. CARDELLO e FARIA (1998) observaram uma maior variação de queda de pH de 9,5% e 18,5% em aguardente envelhecida em tonel de carvalho (*Quercus Alba* L) durante 12 e 48 meses, respectivamente. Segundo CARVALHO (2001), uma discreta diminuição de pH com o tempo de envelhecimento pode estar associada ao aumento de acidez que ocorre devido a fatores como incorporação de substratos da madeira na aguardente (ácidos fenólicos) e oxidação de álcool a ácido acético.

4.2 - Análise descritiva quantitativa

Recrutamento e pré-seleção dos provadores

Foram recrutados 80 voluntários para participarem da equipe sensorial. Destes, 30 provadores acertaram pelo menos 62,5% dos testes triangulares. Assim, estes 30 provadores pré-selecionados participaram do levantamento dos termos descritores para as 14 amostras de cachaça. Os termos descritores foram levantados por provadores ainda não treinados.

Levantamento dos termos descritores

Treze atributos foram selecionados como os que melhor caracterizavam as amostras de cachaça. Também foram definidos pela equipe sensorial os materiais de referência (Quadro 3) e os extremos da escala não estruturada de cada termo descritor para ser utilizado na ficha de avaliação das amostras (Figura 5).

Nas referências dos atributos as soluções hidroalcoólicas estão em porcentagem de álcool. Esta etapa foi relativamente demorada, em razão da falta de consenso entre alguns provadores quanto a atributos mais complexos a serem avaliados. Como exemplo, cita-se viscosidade e adstringência, que foram facilmente identificados, mas foi demorada a definição de seus limites mínimo e máximo.

Visando um possível protocolo para utilização em variados laboratórios foram elaborados materiais de referência que não eram provindos do material em estudo. Padrões formulados por variações de compostos sintéticos são mais facilmente reproduzidos em diferentes locais.

Seleção dos julgadores

Foram selecionados 20 provadores que apresentaram $p(F)_{amostra} < 0,50$ e $p(F)_{repetição} > 0,05$. Por indisponibilidade de tempo, os provadores 3 e

27 não terminaram a última etapa do trabalho, sendo esta portanto, realizada por 18 provadores (Quadros 6 e 7).

O resumo da Análise de Variância Univariada (ANOVA) dos dados da Análise Descritiva Quantitativa de acordo com os atributos pré-estabelecidos anteriormente para as amostras de cachaça encontra-se no Quadro 8.

Os resultados da ANOVA demonstraram haver efeito significativo ($p \leq 0,005$) da interação amostra*provador para todos os atributos avaliados, exceto para os atributos gosto doce e gosto ácido. Entretanto, após realizar a análise gráfica das médias de cada provador, para os 11 atributos separadamente foi possível verificar que houve interação grave em alguns atributos (verificada por análise gráfica das interações). Nas Figuras 7 e 8 estão apresentados exemplos de atributos em que ocorreu interação não grave e grave, respectivamente. Os provadores 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 21, 25 e 26 estavam avaliando as amostras de maneira diferente da equipe e causaram as interações graves. Desta forma, os dados destes provadores foram excluídos da análise final, sendo novamente realizada a ANOVA com os dados dos oito provadores que não causaram interação grave em nenhum dos atributos avaliados.

STONE e SIDEL (1993) sugerem para análise final de entre 10 e 12 provadores. Como ZOOK e PEARCE (1988), STONE, SIDEL e BLOOMQUIST (1981) citam a utilização de 6 a 8 provadores para avaliação sensorial descritiva.

Avaliação das amostras

No presente trabalho utilizou-se os escores dos 8 provadores que não causaram interação grave em nenhum dos atributos avaliados.

Os resultados da análise de variância dos escores dos oito provadores para as 14 cachaças avaliadas estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 6 - Desempenho dos 18 julgadores que avaliaram as amostras para discriminação entre as amostras (probabilidade F < 0,50 para o julgador que está contribuindo para a discriminação entre as amostras).

Prov\atr	AALC	ARMA	ABAU	DOCE	ACID	AMAR	SALI	SALR	SMAI	SMAR	ADST	COLA	VISC
2	0,11	<0,0001	0,06	0,26	0,47	0,12	0,31	0,31	0,00	0,00	0,33	0,02	0,44
5	0,00	0,15	0,33	0,02	0,20	0,29	0,06	0,21	0,47	0,42	0,27	<0,0001	0,25
6	0,33	0,06	0,09	0,00	0,05	0,17	0,40	0,45	0,16	0,22	0,22	0,01	0,00
8	0,53	0,03	0,01	0,05	0,35	0,15	0,24	0,77	0,01	0,01	0,05	0,00	0,12
9	0,45	0,01	0,43	0,16	0,05	0,15	0,02	0,27	0,01	0,08	0,14	0,00	0,27
11	0,16	0,06	0,76	0,19	0,35	0,40	0,10	0,47	0,25	0,10	0,42	0,01	0,17
12	0,08	0,09	0,43	0,13	0,02	0,42	0,09	0,48	0,18	0,28	0,13	<0,0001	0,24
13	0,09	<0,0001	0,43	0,44	0,28	0,30	0,13	0,27	0,49	0,15	0,41	<0,0001	0,08
14	0,00	0,14	0,14	0,10	0,00	0,23	0,30	0,06	0,01	0,00	0,02	<0,0001	0,06
16	0,01	0,00	0,08	0,00	0,07	0,02	0,07	0,31	0,28	0,06	0,00	0,01	0,39
17	0,18	0,02	0,26	0,42	0,16	0,23	0,07	0,33	<0,0001	0,00	0,08	0,00	0,16
19	0,02	0,00	0,06	0,45	0,10	0,11	0,13	0,33	0,00	<0,0001	0,06	0,00	0,06
21	0,27	0,41	0,17	0,09	<0,0001	0,27	0,33	0,00	0,00	0,01	<0,0001	<0,0001	0,14
22	0,01	0,06	0,40	0,46	0,25	0,24	0,22	0,10	0,15	0,09	0,19	0,00	0,00
23	0,02	<0,0001	0,00	0,02	0,01	0,37	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,40
25	0,20	0,00	0,11	0,22	0,43	0,42	0,18	0,29	0,07	0,01	0,38	0,00	0,07
26	0,49	0,01	0,37	0,15	0,24	0,07	0,37	0,01	0,01	0,14	0,46	0,00	0,37
30	0,30	0,25	0,45	0,10	0,09	0,05	0,33	0,21	0,14	0,08	0,12	0,10	0,25

AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade.

Quadro 7 - Desempenho dos 18 julgadores que avaliaram as amostras para repetibilidade entre as amostras (probabilidade de $F > 0,05$ indica que o julgador está tendo repetibilidade de suas respostas para as amostras).

Prov/atr	AALC	ARMA	ABAU	DOCE	ACID	AMAR	SALI	SALR	SMAI	SMAR	ADST	COLA	VISC
2	0,27	0,60	0,83	0,92	0,80	0,52	0,78	0,17	0,38	0,14	0,76	0,99	0,94
5	0,61	0,54	0,55	0,15	0,91	0,10	0,79	0,99	0,95	0,88	0,64	0,36	0,72
6	0,42	0,45	0,11	0,73	0,75	0,96	0,24	0,38	0,57	0,37	0,054	0,92	0,96
8	0,45	0,42	0,23	0,16	0,31	0,27	0,73	0,24	0,60	0,49	0,12	0,24	0,56
9	0,65	0,15	0,56	0,66	0,18	0,90	0,72	0,75	0,50	0,78	0,60	0,50	0,64
11	0,12	0,50	0,73	0,96	0,37	0,60	0,40	0,19	0,73	0,79	0,17	0,80	0,11
12	0,20	0,37	0,0515	0,62	0,23	0,74	0,36	0,54	0,86	0,85	0,46	0,84	0,15
13	0,51	0,76	0,41	0,50	0,21	0,09	0,56	0,15	0,87	0,21	0,40	0,71	0,33
14	0,56	0,70	0,88	0,28	0,37	0,41	0,40	0,51	0,89	0,93	0,09	0,98	0,14
16	0,73	0,54	0,77	0,40	0,66	0,31	0,51	0,64	0,70	0,35	0,24	0,14	0,91
17	0,78	0,48	0,55	0,46	0,26	0,21	0,52	0,48	0,10	0,19	0,18	0,38	0,47
19	0,24	0,29	0,58	0,06	0,38	0,08	0,66	0,80	0,13	0,09	0,64	0,11	0,31
21	0,30	0,78	0,14	0,85	0,39	0,59	0,62	0,36	0,29	0,15	0,46	0,07	0,09
22	0,27	0,86	0,19	0,61	0,56	0,27	0,68	0,27	0,62	0,50	0,81	0,39	0,39
23	0,53	0,69	0,74	0,67	0,57	0,39	0,23	0,38	0,07	0,19	0,20	0,86	0,98
25	0,68	0,90	0,46	0,17	0,70	0,62	0,67	0,49	0,77	0,32	0,60	0,16	0,16
26	0,25	0,24	0,76	0,44	0,73	0,49	0,77	0,37	0,78	0,99	1,00	0,50	0,62
30	0,09	0,10	0,50	0,88	0,74	0,99	0,21	0,09	0,34	0,37	0,86	0,95	0,60

AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade.

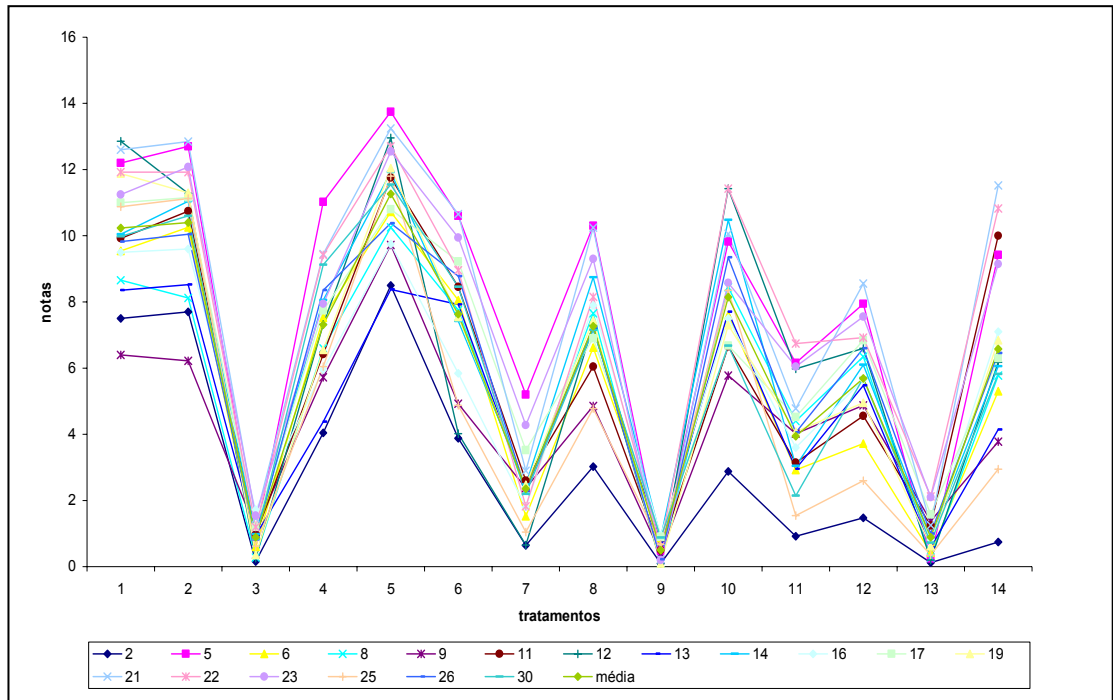
Quadro 8 - Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (18 provadores).

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo	
				F	Prob
AALC (aroma alcoólico)	Trat	13	18,65	3,12	0,0001
	Prov	17	299,43	50,06	<0,0001
	Trat *Prov	221	9,60	1,6	<0,0001*
	Res	1008	5,98		
ARMA (aroma de madeira)	Trat	13	348,42	68,52	<0,0001
	Prov	17	316,38	62,22	<0,0001
	Trat *Prov	221	15,70	3,09	<0,0001*
	Res	1008	5,08		
ABAU (aroma de baunilha)	Trat	13	38,16	9,49	<0,0001
	Prov	17	357,04	88,79	<0,0001
	Trat *Prov	221	10,43	2,60	<0,0001*
	Res	1008	4,02		
DOCE (gosto doce)	Trat	13	10,28	2,04	0,0154*
	Prov	17	761,35	151,14	<0,0001
	Trat*Prov	221	5,04	1,11	0,1582n.s.
	Res	1008	5,89		
ACID (gosto ácido)	Trat	13	31,0	3,92	<0,0001
	Prov	17	406,18	51,39	<0,0001
	Trat*Prov	221	9,30	1,18	0,0546n.s.
	Res	1008	7,90		
AMAR (gosto amargo)	Trat	13	17,23	2,60	0,0015
	Prov	17	317,21	47,85	<0,0001
	Trat*Prov	221	9,18	1,38	0,0006*
	Res	1008	6,63		
SALI (sabor alcoólico inicial)	Trat	13	20,83	5,14	<0,0001
	Prov	17	483,51	119,19	<0,0001
	Trat*Prov	221	5,10	1,26	0,0119*
	Res	1008	4,06		
SALR (sabor alc. residual)	Trat	13	23,91	4,98	<0,0001
	Prov	17	248,71	51,79	<0,0001
	Trat*Prov	221	6,74	1,40	0,0004*
	Res	1008	4,80		
SMAI (sabor mad. inicial)	Trat	13	284,11	36,12	<0,0001
	Prov	17	441,29	56,10	<0,0001
	Trat*Prov	221	15,90	2,02	<0,0001*
	Res	1008	7,86		

Quadro 8 - Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo	
				F	Prob
SMAR (sabor m. residual)	Trat	13	317,13	63,56	<0,0001
	Prov	17	320,08	64,15	<0,0001
	Trat*Prov	221	14,03	2,81	<0,0001*
	Res	1008	4,99		
ADST (adstringência)	Trat	13	22,39	3,64	<0,0001
	Prov	17	505,02	82,02	<0,0001
	Trat*Prov	221	8,60	1,40	0,0005*
	Res	1008	6,16		
COLA (coloração amarela)	Trat	13	1219,12	352,13	<0,0001
	Prov	17	10,7,49	31,05	<0,0001
	Trat*Prov	221	7,16	2,07	<0,0001*
	Res	1008	3,46		
VISC (viscosidade)	Trat	13	25,52	5,42	<0,0001
	Prov	17	470,66	99,96	<0,0001
	Trat*Prov	221	6,52	1,38	0,0006*
	Res	1008	4,71		

*Significativo a de 5% de probabilidade. Trat – amostra; Prova – provador; Trat*Prov – interação amostra versus provador; Res – resíduo



Legenda: números de 2 a 30 indicam os provadores. A média é relacionada às médias das notas de todos os provadores

Figura 7 – Exemplo de interação não grave para o termo descritor coloração amarela (provadores 2 e 9).

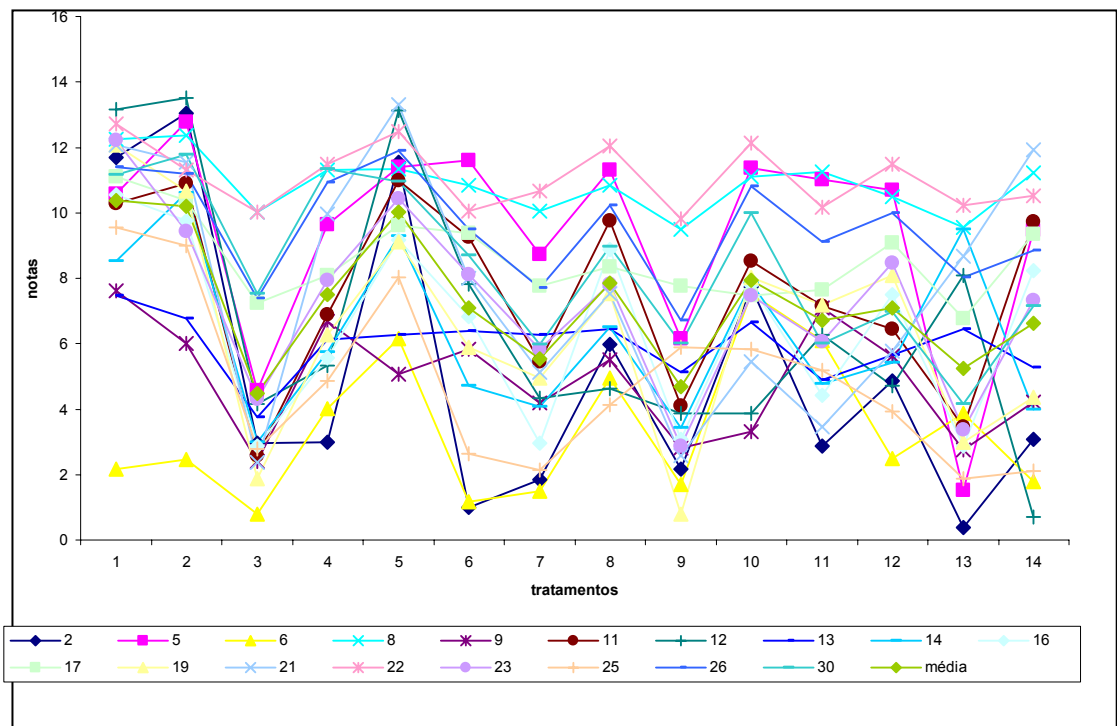


Figura 8 – Exemplo de interação grave para o termo descritor aroma de madeira (provadores 2, 6 e 9).

Os provadores 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 21, 25 e 26, avaliando as amostras de maneira diferente do restante da equipe causaram interações graves (necessitavam de mais treinamento que o restante da equipe).

A fonte de variação interação amostra versus provador, apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) para 11 dos 13 atributos quantificados. Esta interação está provavelmente relacionada, segundo STONE et al. (1974) e POWERS et al. (1984), ao fato dos provadores ao analisarem as amostras, utilizarem partes diferentes da escala.

O teste de efeito de amostras foi realizado novamente para os 11 atributos, utilizando-se como resíduo o quadrado médio da interação (Trat * Prov), conforme recomendado por STONE e SIDEL (1993) (Quadro 9).

Os valores médios dos atributos sensoriais significativos das amostras de cachaça envelhecida durante os períodos entre 18 e 24 meses em barril de carvalho e tonéis de amburana, jequitibá e angelim são apresentados no Quadro 10.

Quadro 9 - Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais da Análise Descritiva de cachaça envelhecida (8 provadores).

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
AALC (aroma alcoólico)	Trat	13	8,51	3,49	<0,0001	1,97	0,0322*
	Prov	7	399,90	164,00	<0,0001		
	Trat *Prov	91	4,32	1,77	<0,0001		
	Res	448	2,44				
ARMA (aroma de madeira)	Trat	13	151,46	60,90	<0,0001	17,67	<0,0001*
	Prov	7	229,82	92,40	<0,0001		
	Trat *Prov	91	8,57	3,45	<0,0001		
	Res	448	2,49				
ABAU (aroma de baunilha)	Trat	13	35,73	12,06	<0,0001	3,58	0,0002*
	Prov	7	442,51	149,42	<0,0001		
	Trat *Prov	91	9,98	3,37	<0,0001		
	Res	448	2,96				
DOCE (gosto doce)	Trat	13	10,02	2,19	0,0091*		
	Prov	7	552,83	121,04	<0,0001		
	Trat*Prov	91	5,55	1,21	0,1045		
	Res	448	4,57				
ACID (gosto ácido)	Trat	13	14,67	2,31	0,0058	1,44	0,1570n.s
	Prov	7	570,27	89,72	<0,0001		
	Trat*Prov	91	10,19	1,60	0,0010		
	Res	448	6,35				
AMAR (gosto amargo)	Trat	13	14,93	2,86	0,0006*		
	Prov	7	101,96	19,54	<0,0001		
	Trat*Prov	91	5,94	1,14	0,2005		
	Res	448	5,22				
SALI (sabor alcoólico inicial)	Trat	13	7,93	3,87	<0,0001	1,82	0,0520n.s
	Prov	7	496,16	241,92	<0,0001		
	Trat*Prov	91	4,37	2,13	<0,0001		
	Res	448	2,05				
SALR (sabor alc. residual)	Trat	130	8,46	3,89	<0,0001	1,80	0,0541n.s
	Prov	7	339,85	149,50	<0,0001		
	Trat*Prov	91	4,90	2,16	<0,0001		
	Res	448	2,27				
SMAI (sabor mad. inicial)	Trat	13	129,66	53,28	<0,0001	17,55	<0,0001*
	Prov	7	354,17	145,54	<0,0001		
	Trat*Prov	91	7,38	3,04	<0,0001		
	Res	448	2,43				

Quadro 9 - Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
SMAR (sabor m. residual)	Trat	13	152,56	55,19	<0,0001	15,83	<0,0001*
	Prov	7	268,55	97,15	<0,0001		
	Trat*Prov	91	9,64	3,49	<0,0001		
	Res	448	2,76				
ADST (adstringência)	Trat	13	11,49	3,19	0,0001	2,34	0,0098*
	Prov	7	381,42	105,71	<0,0001		
	Trat*Prov	91	4,92	1,36	0,0227		
	Res	448	3,61				
COLA (coloração amarela)	Trat	13	552,46	202,03	<0,0001	123,26	<0,0001*
	Prov	7	40,70	14,88	<0,0001		
	Trat*Prov	91	4,48	1,64	0,0006		
	Res	448	2,73				
VISC (viscosidade)	Trat	13	9,74	4,91	<0,0001	2,36	0,0091*
	Prov	7	247,27	124,63	<0,0001		
	Trat*Prov	91	4,12	2,08	<0,0001		
	Res	448	1,98				

* Significativo a de 5% de probabilidade. Trat – amostra; Prova – provador; Trat*Prov – interação amostra versus provador; Res - resíduo

Verificaram-se diferenças significativas entre as amostras para todos os termos descritores levantados, à exceção de gosto ácido ($p = 0,1570$), sabor alcoólico inicial e sabor alcoólico residual ($p = 0,0520$ e $0,3719$, respectivamente).

Aplicou-se o teste de amplitudes múltiplas de Duncan para comparar os escores médios dos 10 atributos significativos, pois os dados são qualitativos (diferentes marcas).

De acordo com os resultados obtidos (Quadro 10), verificou-se maior diferenciação entre as amostras quando se trata dos atributos aroma de madeira, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual e coloração amarela. Isto pode ser explicado pelas variadas composições dos diferentes tipos de madeira utilizados para a construção dos barris ou tonéis.

As amostras 1C, 2AN e 5AM apresentaram maior intensidade do aroma de madeira, sabor de madeira inicial e sabor de madeira residual. As amostras 7C, 13J, 9J e 3J apresentaram as menores intensidades destes

atributos relacionados à madeira. Para coloração amarela, a amostra 5AM apresentou maior intensidade e as 3J, 13J e 9J as menores intensidades.

Comparando-se com a intensidade colorimétrica instrumental de amarela, confirma-se que a 5 ($b^* = 30,31$) apresentou a tonalidade de amarelo mais intensa e as 3, 13 e 9 ($b^* = 4,80$; $5,08$ e $2,06$, respectivamente) apresentaram tonalidades de amarelo menos intensas (Quadro 5).

YOKOTA (2002) constatou que os atributos sensoriais que mais contribuíram para a descrição sensorial de amostras de cachaça envelhecidas por 24 meses foram gosto amargo e coloração amarela. O que foi atribuído a possível variação da composição das madeiras utilizadas para a construção dos barris ou tonéis.

Apesar de ser um atributo estatisticamente significativo na descrição sensorial das amostras, o aroma alcoólico não diferiu claramente entre as amostras. Os sabores alcoólico inicial e residual não foram significativos para distinguir as amostras. Este resultado que era o esperado, visto as amostras avaliadas apresentarem graus alcoólicos semelhantes em sua maioria.

YOKOTA (2002) verificou que os atributos relacionados ao alcoólico estavam mais acentuados na amostra envelhecida em jequitibá (aroma alcoólico, sabor alcoólico inicial e sabor alcoólico residual). Esta amostra apresentava um grau alcoólico bem diferente das outras avaliadas.

Quadro 10 - Escores médios dos atributos sensoriais significativos de cachaça envelhecida (8 provadores)

Atributos	AALC	ARMA	ABAU	DOCE	AMAR	SMAI	SMAR	ADST	COLA	VISC
Amostras										
1C	8,1c	11,5a	5,8a	6,1a	7,4ab	10,5a	10,9a	6,9abc	10,5a	10,6abc
2AN	7,7c	10,8a	3,9bc	4,8b	8,1a	10,2a	10,6ab	7,0abc	10,7a	10,9ab
3J	9,0ab	5,8f	2,5c	6,2a	6,7bc	5,3e	5,4f	5,9c	1,0f	10,1bc
4AM	8,5bc	8,6cd	3,4bc	6,0ab	6,6bc	8,8b	9,5abc	7,2a	7,5b	10,3abc
5AM	8,5bc	10,5ab	3,8bc	6,2a	6,7bc	10,2a	10,4ab	6,6abc	11,4a	11,2a
6C	8,6bc	8,6cd	3,6bc	5,9ab	6,0c	8,0bc	8,4cd	6,0bc	8,3b	9,7c
7C	8,9ab	6,7ef	3,0c	5,7ab	6,6bc	6,2de	6,4ef	6,4abc	2,6e	9,6c
8AM	8,1bc	9,3bc	4,1bc	6,2a	6,2bc	8,6b	9,1bcd	7,3a	7,6b	9,9bc
9J	8,8abc	5,5f	2,6c	6,0ab	5,9c	5,5e	5,2f	6,0bc	0,5f	9,6c
10AM	8,4bc	9,1c	4,0bc	6,9a	6,4bc	8,8b	9,2bc	6,3abc	7,9b	10,2abc
11J	9,6a	7,5de	3,0c	6,2a	7,5ab	7,1cd	7,6de	7,3a	4,3d	10,0bc
12C	8,9ab	8,6cd	4,9ab	6,2a	6,3bc	8,2bc	8,7cd	7,1ab	6,1c	10,1abc
13J	8,6abc	5,4f	2,9c	6,8a	6,5bc	5,4e	5,5f	5,9c	1,2f	9,5c
14C	8,5bc	8,5cd	4,8ab	6,5a	6,4bc	8,2bc	8,6cd	6,7abc	7,7b	10,4abc

Escores médios seguidos de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; DOCE – gosto doce; AMAR – gosto amargo; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

A caracterização sensorial feita por CARVALHO (2001) definiu como característica determinante da cor da aguardente envelhecida em angelim, a coloração marrom. O mesmo não ocorreu neste trabalho, apesar de se trabalhar atualmente com dois anos de envelhecimento e o anterior com até o limite máximo de 1 ano.

O que pode explicar esta diferença é a madeira utilizada para a construção dos barris ser nova e a relação de superfície de contato ser maior. Trabalhando com amostras de escala comercial, obteve-se amostra de cachaça envelhecida em tonel de angelim com capacidade volumétrica de 5000 litros, enquanto CARVALHO (2001) trabalhou com envelhecimento em escala laboratorial (capacidade volumétrica de 30 litros), ou seja, com uma superfície de contato muito maior. Um resultado semelhante a este foi obtido por YOKOTA (2002), que constatou serem as amostras envelhecidas

em angelim, carvalho e canela as que apresentavam coloração amarela mais intensa e as amostras envelhecidas em amendoim e carvalho menos intensas.

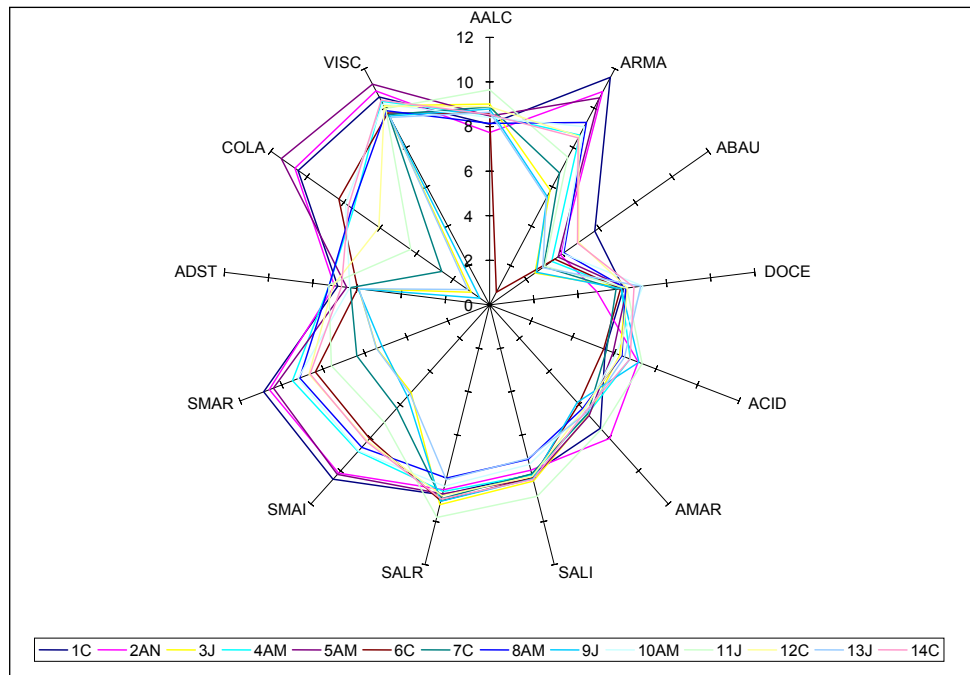
A 1C (envelhecida em barril de carvalho) foi superior às outras amostras em relação ao atributo sensorial aroma de baunilha (5,76). Esta característica é comprovada pela literatura com envelhecimento de uísque (REAZIN, 1983; CARDELLO e FARIA, 2000; DIAS, 1997), em que os autores verificaram a relação dos derivados da lignina do grupo da vanilina como preponderantes no de carvalho.

Os atributos relacionados à madeira (aroma de madeira, sabor de madeira inicial e sabor de madeira residual) são menos característicos de tratamentos que foram envelhecidos em tonéis de jequitibá.

Representação gráfica

Os perfis sensoriais das 14 amostras avaliadas, apresentados na Figura 9, sugerem diferenças entre as marcas de cachaças envelhecidas em relação a alguns atributos sensoriais. Estas diferenças podem ser visualizadas, por exemplo em relação à coloração amarela e sabores de madeira inicial e residual.

A Figura 10 representa a ACP das médias dos escores atribuídos aos atributos sensoriais e as correlações entre os valores médios dos atributos sensoriais e os dois componentes principais da ACP. Apresentam também uma projeção dos resultados dos componentes principais para os diferentes tipos de madeira, com suas respectivas marcas. A Análise de Componentes Principais (ACP) possui a vantagem de mostrar diferenças não observadas, quando se analisam os dados por análise estatística univariada (ANOVA), seguida de comparação de médias. Os valores para correlação de Pearson são apresentados no Quadro 11.



Legenda: AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

Figura 9 - Perfil sensorial de amostras de cachaça envelhecida (8 provadores).

Na representação gráfica da ACP (Figura 10), cada eixo explica uma porcentagem da variação total entre as amostras. O primeiro componente principal (eixo horizontal) explica 78,08% da variância entre as amostras, e está correlacionado significativamente aos atributos aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, coloração amarela e viscosidade ($p \leq 0,005$) (Figura 9 e Quadro 11). O segundo componente principal (eixo vertical) explica 14,81% da variação entre as amostras e está correlacionado significativamente ao atributo aroma de baunilha ($p \leq 0,005$) (Figura 9 e Quadro 11). Os dois primeiros componentes principais juntos explicaram 92,89% da variabilidade entre as amostras, demonstrando que os descritores empregados discriminam satisfatoriamente as amostras analisadas.

As amostras ficaram bem distintas no gráfico da ACP (Figura 10), observando-se que o grupo composto pelas amostras de carvalho, angelim e canela (todas da marca A) diferenciou-se das outras madeiras. É importante verificar que nas características físico-químicas, estas amostras também diferenciaram-se das demais (Quadro 5). O primeiro componente principal diferencia muito bem o grupo acima referido da amostra envelhecida em jequitibá (que apresenta os atributos relativos à sensação de madeira em valores muito baixos). Como a análise de agrupamento foi feita no Genes, com o método de agrupamento por otimização das aproximações de Touche (CRUZ, 2001), foram formados todos os grupos possíveis em relação às suas semelhanças sensoriais.

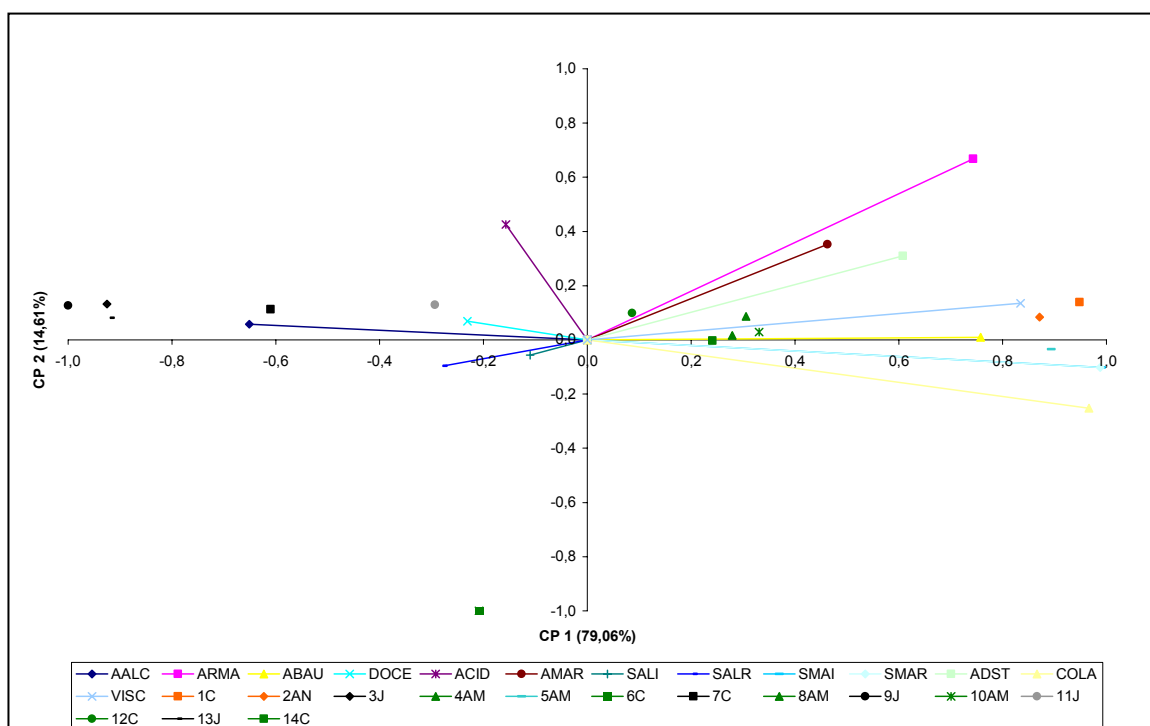


Figura 10 – Análise de Componentes Principais dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (8 provedores).

Legenda: AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

Quadro 11 - “Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (8 provadores).

Atributos	Componentes Principais			
	CP 1		CP 2	
	r	P	r	P
Aroma alcoólico	-0,65	0,0117*	0,05	0,8430
Aroma de madeira	0,74	0,0023*	0,67	0,0090*
Aroma de baunilha	0,76	0,0017*	0,01	0,9722
Gosto doce	-0,23	0,4273	0,07	0,8159
Gosto ácido	-0,16	0,5923	0,43	0,1290
Gosto amargo	0,46	0,0957	0,35	0,2167
Sabor alcoólico inicial	-0,11	0,7083	-0,06	0,8489
Sabor alcoólico residual	-0,28	0,3366	-0,10	0,7447
Sabor de madeira inicial	0,99	<0,0001*	-0,10	0,7283
Sabor de madeira residual	0,99	<0,0001*	-0,10	0,7293
Adstringência	0,61	0,0210*	0,31	0,2805
Coloração amarela	0,97	<0,0001*	-0,25	0,3847
Viscosidade	0,83	0,0002*	0,13	0,6459

r: coeficiente de correlação de Pearson; P: probabilidade. ($P \leq 0,05$)

Nesta análise, os vetores de tamanho reduzido indicam que os atributos pouco contribuem para diferenciação das amostras. Na Figura 10 e Quadro 11 confirma-se que os atributos sensoriais aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, coloração amarela e viscosidade são os atributos sensoriais que contribuem para a diferenciação entre as amostras.

Os vetores referentes ao sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, gosto ácido e gosto doce com tamanhos reduzidos não contribuem na explicação das variações entre as amostras.

Segundo MUÑOZ et al. (1992), em uma figura que representa a ACP, os vetores com medidas mais distantes de zero correspondem a variações com maior influência sobre o valor do componente principal, enquanto vetores mais próximos de zero indicam variável com pequena influência sobre o componente principal, ou seja, é possível verificar que alguns dos

atributos gerados para as amostras estudadas neste trabalho correspondem a variações com importante influência (Figura 10).

A Figura 10 e Quadro 11 sugerem correlação linear negativa entre os atributos aroma alcoólico em relação aos demais atributos quantificados significativos ($p \leq 0,005$). Também sugere forte correlação positiva para os atributos aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência e coloração amarela e viscosidade. O agrupamento precedeu a ACP para verificação dos grupos formados.

Verifica-se que as amostras 1C e 2AN pertencem ao mesmo grupo e são caracterizadas pelos atributos sensoriais aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, adstringência, coloração amarela e viscosidade. Já o grupo formado pelas amostras envelhecidas em jequitibá se correlacionam negativamente com estes atributos sensoriais. Estas referidas amostras apresentam somente o aroma alcoólico como atributo sensorial significativo.

FURTADO (1995), trabalhando com avaliação sensorial de aguardente de cana verificou que os dois primeiros componentes principais explicavam menos de 50% da variabilidade das amostras, alertando para o cuidado em interpretar os gráficos. Assim deveria ser considerada também a informação obtida pelo terceiro componente principal, em se tratando de ADQ.

No presente estudo os dois componentes principais explicaram mais de 90% da variação existente entre as amostras avaliadas, com o primeiro componente apresentando 79,06% da variação. Sendo assim, pode-se considerar o agrupamento das amostras e a correlação dos atributos sensoriais em relação ao primeiro componente suficiente para explicar as características sensoriais das amostras.

O grupo mais marcante é composto por 3 amostras envelhecidas em amburana (4AM, 8AM e 10AM) e 3 envelhecidas em carvalho (6C, 12C e 14C). Mas são amostras que não apresentam um posicionamento marcante, e sim se encontram no centro da dispersão (Figura 10), ou seja, não apresentam características sensoriais que as diferenciam.

Constatou-se que tanto no Teste de Duncan quanto na ACP foram os atributos aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, coloração amarela e viscosidade que

contribuíram para a descrição sensorial das amostras estudadas. Ao se analisar as características sensoriais destas amostras deve ser levado em consideração que elas são comerciais, ou seja, têm características diferentes derivadas das etapas de fermentação e destilação, e não da variação da madeira somente.

4.3 Estudo sobre o número de provadores na equipe para análise descritiva de cachaça envelhecida

Visando a avaliação dos resultados com um painel de menor número de provadores treinados para utilização na indústria da cachaça, efetuou-se a análise de variância, teste de amplitude múltipla de Duncan, análise de agrupamento e análise de componentes principais com os escores de equipes com 6, 4 e 3 provadores (Quadros 12 a 20 e Figuras 11 a 13).

Constatou-se que em todas as equipes os atributos aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual e coloração amarela contribuíram para a diferenciação dos perfis das amostras avaliadas.

Quadro 12 - Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (6 provadores).

Atributo	FV	GL	QM	Versus residuo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
AALC (aroma alcoólico)	Trat	13	9,64	3,20	0,0001	1,81	0,0602n.s
	Prov	5	253,79	78,29	<0,0001		
	Trat *Prov	65	5,33	1,77	0,0007		
	Res	336	3,01				
ARMA (aroma de madeira)	Trat	13	162,31	53,56	<0,0001	20,13	<0,0001*
	Prov	5	57,73	19,05	<0,0001		
	Trat *Prov	65	8,06	2,66	<0,0001		
	Res	336	3,03				
ABAU (aroma de baunilha)	Trat	13	45,65	17,12	<0,0001	5,51	<0,0001*
	Prov	5	164,91	61,84	<0,0001		
	Trat *Prov	65	8,28	3,11	<0,0001		
	Res	336	2,67				
DOCE (gosto doce)	Trat	13	7,39	1,73	0,0542	1,21	0,2943n.s
	Prov	5	298,81	69,79	<0,0001		
	Trat*Prov	65	6,12	1,43	0,0240		
	Res	336	4,28				
ACID (gosto ácido)	Trat	13	17,75	2,43	0,0003	1,40	0,1844n.s
	Prov	5	533,37	72,93	<0,0001		
	Trat*Prov	65	12,69	1,73	0,0010		
	Res	336	7,31				
AMAR (gosto amargo)	Trat	13	8,38	2,03	0,0180	1,34	0,2116n.s
	Prov	5	71,00	17,20	<0,0001		
	Trat*Prov	65	6,23	1,51	0,011		
	Res	336	4,13				
SALI (sabor alcoólico inicial)	Trat	13	6,94	2,82	0,0007	1,25	0,2659n.s
	Prov	5	261,80	106,45	<0,0001		
	Trat*Prov	65	5,56	2,26	<0,0001		
	Res	336	2,45				
SALR (sabor alc. residual)	Trat	13	8,85	3,20	0,0001	1,41	0,1774n.s
	Prov	5	176,79	63,90	<0,0001		
	Trat*Prov	65	6,26	2,26	<0,0001		
	Res	336	2,77				
SMAI (sabor de m. inicial)	Trat	13	138,39	48,64	<0,0001	20,27	<0,0001*
	Prov	5	192,02	67,49	<0,0001		
	Trat*Prov	65	6,83	2,40	<0,0001		
	Res	336	2,84				

Quadro 12 - Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
SMAR (sabor de m. residual)	Trat	13	166,93	49,65	<0,0001	18,61	<0,0001*
	Prov	5	115,32	34,30	<0,0001		
	Trat*Prov	65	8,97	2,67	<0,0001		
	Res	336	3,36				
ADST (adstringência)	Trat	13	8,77	2,35	0,0052	1,60	0,1073n.s
	Prov	5	357,79	95,87	<0,0001		
	Trat*Prov	65	5,47	1,47	0,0169		
	Res	336	3,73				
COLA (coloração amarela)	Trat	13	410,18	167,26	<0,0001	110,2	<0,0001*
	Prov	5	27,05	11,03	<0,0001		
	Trat*Prov	65	3,73	1,52	0,0100		
	Res	336	2,45				
VISC (viscosidade)	Trat	13	11,598	6,43	<0,0001	2,89	0,0024*
	Prov	5	285,27	158,08	<0,0001		
	Trat*prov	65	4,00	2,22	<0,0001		
	Res	336	1,804				

* Significativo a de 5% de probabilidade. Trat – amostra; Prov – provador; Trat*Prov – interação amostra versus provador; Res – resíduo.

Quadro 13 - Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (4 provadores)

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
AALC (aroma alcoólico)	Trat	13	8,64	2,47	0,0036	1,29	0,2583 n.s
	Prov	3	168,46	48,22	<0,0001		
	Trat *Prov	39	6,68	1,91	0,0019		
	Res	224	3,49				
ARMA (aroma de madeira)	Trat	13	133,06	41,39	<0,0001	18,40	<0,0001*
	Prov	3	56,42	17,55	<0,0001		
	Trat *Prov	39	7,23	2,25	0,0001		
	Res	224	3,21				
ABAU (aroma de baunilha)	Trat	13	44,61	15,52	<0,0001	4,40	0,0002*
	Prov	3	259,74	90,35	<0,0001		
	Trat *Prov	39	10,13	3,52	<0,0001		
	Res	224	2,87				
DOCE (gosto doce)	Trat	13	5,91	1,47	0,1314n.s		
	Prov	3	292,84	72,63	<0,0001		
	Trat*Prov	39	5,68	1,41	0,0655		
	Res	224	4,03				
ACID (gosto ácido)	Trat	13	13,53	1,76	0,0508n.s		
	Prov	3	752,43	97,84	<0,0001		
	Trat*Prov	39	9,43	1,23	0,1824		
	Res	224	7,69				
AMAR (gosto amargo)	Trat	13	8,77	3,47	<0,0001	1,94	0,0548n.s
	Prov	3	117,39	46,41	<0,0001		
	Trat*Prov	39	4,51	1,78	0,0051		
	Res	224	2,53				
SALI (sabor alcoólico inicial)	Trat	13	8,15	2,73	0,0013	1,12	0,3715n.s
	Prov	3	184,81	61,83	<0,0001		
	Trat*Prov	39	7,27	2,43	<0,0001		
	Res	224	2,99				
SALR (sabor alcoólico residual)	Trat	13	11,35	3,48	<0,0001	1,46	0,1776n.s
	Prov	3	183,42	56,29	<0,0001		
	Trat*Prov	39	7,78	2,39	<0,0001		
	Res	224	3,26				
SMAI (sabor de m. inicial)	Trat	13	125,64	40,22	<0,0001	19,42	<0,0001*
	Prov	3	276,80	88,60	<0,0001		
	Trat*Prov	39	6,47	2,07	0,0005		
	Res	224	3,12				

Quadro 13 - Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
SMAR (sabor de m. residual)	Trat	13	164,49	41,35	<0,0001	22,01	<0,0001*
	Prov	3	121,45	30,53	<0,0001		
	Trat*Prov	39	7,47	1,88	0,0025		
	Res	224	3,98				
ADST (adstringência)	Trat	13	7,60	1,76	0,0503	1,09	0,3957n. s
	Prov	3	572,99	132,80	<0,0001		
	Trat*Prov	39	6,98	1,62	0,0169		
	Res	224	4,31				
COLA (coloração amarela)	Trat	13	279,39	117,07	<0,0001	74,95	<0,0001*
	Prov	3	43,29	18,14	<0,0001		
	Trat*Prov	39	3,73	1,56	0,0247		
	Res	224	2,39				
VISC (viscosidade)	Trat	13	15,33	7,19	<0,0001	3,47	0,0013*
	Prov	3	350,20	164,37	<0,0001		
	Trat*Prov	39	4,41	2,07	0,0005		
	Res	224	2,13				

* Significativo a de 5% de probabilidade. Trat – amostra; Prov – provador; Trat*Prov – interação amostra versus provador; Res - resíduo

Quadro 14 - Resumo da ANOVA dos escores dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida (3 provadores)

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
AALC (aroma alcoólico)	Trat	13	5,68	1,47	0,1336	0,81	0,6485n.s
	Prov	2	99,98	25,89	<0,0001		
	Trat *Prov	26	7,03	1,82	0,0130		
	Res	168	3,86				
ARMA (aroma de madeira)	Trat	13	114,76	37,91	<0,0001	22,01	<0,0001*
	Prov	2	15,65	5,17	0,0066		
	Trat *Prov	26	5,21	1,72	0,0221		
	Res	168	3,03				
ABAU (aroma de baunilha)	Trat	13	48,83	15,10	<0,0001	4,45	0,0006*
	Prov	2	149,59	46,27	<0,0001		
	Trat *Prov	26	10,98	3,40	<0,0001		
	Res	168	3,23				
DOCE (gosto doce)	Trat	13	9,60	2,24	0,0100*		
	Prov	2	171,33	39,93	<0,0001		
	Trat*Prov	26	5,22	1,22	0,2291		
	Res	168	4,29				
ACID (gosto ácido)	Trat	13	19,49	2,04	0,0205*		
	Prov	2	86,15	9,01	0,0002		
	Trat*Prov	26	10,03	1,05	0,4074		
	Res	168	9,56				
AMAR (gosto amargo)	Trat	13	9,28	3,10	0,0004	1,72	0,1160n.s
	Prov	2	141,20	47,18	<0,0001		
	Trat*Prov	26	5,40	1,80	0,0144		
	Res	168	2,99				
SALI (sabor alcoólico inicial)	Trat	13	7,95	2,48	0,0040	1,12	0,3892n.s
	Prov	2	266,99	83,30	<0,0001		
	Trat*Prov	26	7,12	2,22	0,0013		
	Res	168	3,21				
SALR (sabor alcoólico residual)	Trat	13	10,31	2,82	0,0011	1,20	0,3311n.s
	Prov	2	4,80	1,31	0,2720		
	Trat*Prov	26	8,57	2,34	0,0006		
	Res	168	3,66				
SMAI (sabor de ma. inicial)	Trat	13	110,26	34,52	<0,0001	20,69	<0,0001*
	Prov	2	13,01	4,07	0,0187		
	Trat*Prov	26	5,33	1,67	0,0293		
	Res	168	3,19				

Quadro 14 - Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Versus resíduo		Versus interação	
				F	Prob	F	Prob
SMAR (sabor de m. residual)	Trat	13	145,29	33,77	<0,0001	20,67	<0,0001*
	Prov	2	7,19	1,67	0,1913		
	Trat*Prov	26	7,03	1,63	0,0349		
	Res	168	4,30				
ADST (adstringência)	Trat	13	10,58	1,89	0,0348	1,19	0,3406n.s
	Prov	2	814,11	145,21	<0,0001		
	Trat*Prov	26	8,90	1,59	0,0349		
	Res	168	5,61				
COLA (coloração amarela)	Trat	13	209,17	79,95	<0,0001*		
	Prov	2	60,00	22,93	<0,0001		
	Trat*Prov	26	3,14	1,20	0,2431		
	Res	168	2,62				
VISC (viscosidade)	Trat	13	18,48	6,67	<0,0001	3,83	0,0017*
	Prov	2	6,71	2,42	0,0917		
	Trat*Prov	26	4,82	1,74	0,0199		
	Res	168	2,77				

* Significativo a de 5% de probabilidade. Trat – amostra; Prov – provador; Trat*Prov – interação amostra versus provador; Res - resíduo

KING, ARENTS e MOREAU (1995) trabalhando com variação de tamanhos de painel sensorial constataram que o efeito da interação é claramente mais afetado quando o número de julgadores da equipe diminui. No referido experimento, 36,7% da informação foi mantida com número de julgadores igual a 10 e 10,0% quando igual a 5.

Alguns outros atributos contribuíram na avaliação dos escores de uma equipe específica para diferenciação das amostras. Sendo assim o teste de amplitudes múltiplas de Duncan (Quadros 15, 16 e 17) ilustrará se houve um agrupamento semelhante dos tratamentos quanto às suas definições sensoriais.

Quadro 15 - Escores médios dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida com equipe de 6 provadores

Atributo	ARMA	ABAU	SMAI	SMAR	COLA	VISC
Amostra						
1C	11,2a	5,6a	10,0a	10,5a	10,6a	10,5ab
2AN	10,5a	3,3bc	9,7a	10,3a	10,9a	10,6ab
3J	4,4e	1,3d	3,7d	3,9f	1,1b	9,6bcd
4AM	7,7bc	2,1cd	8,1b	8,8abc	7,3f	10,0abc
5AM	10,0a	2,7bcd	9,6a	10,1ab	11,4 ^a	11,0a
6C	8,0bc	2,2cd	7,3b	7,7cd	8,2b	9,2cd
7C	5,5de	1,7cd	4,9cd	5,2ef	2,8e	9,1cd
8AM	8,5b	2,8bcd	7,7b	8,4c	7,4b	9,5bcd
9J	4,1e	1,3d	4,1d	3,7f	0,6f	8,7d
10AM	8,2b	3,0bcd	7,9b	8,4bc	7,2b	9,7bcd
11J	6,4cd	1,9cd	5,9c	6,5de	3,9d	9,5bcd
12C	7,8bc	4,1ab	7,3b	7,9cd	5,9c	9,5bcd
13J	3,9e	1,8cd	4,0d	4,0f	1,2f	9,4bcd
14C	7,7bc	4,1ab	7,5b	7,9cd	7,5b	9,8bcd

Escores médios seguidos de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

Quadro 16 - Escores médios dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida com equipe de 4 provadores

Atributo	ARMA	ABAU	SMAI	SMAR	COLA	VISC
Amostra						
1C	11,5a	6,2a	10,1a	11,1a	10,6a	11,5ab
2AN	10,4a	3,9bcd	9,5ab	10,9a	10,9a	11,4ab
3J	4,1ef	1,2f	3,2e	3,8ef	1,1f	10,0bcd
4AM	7,8cd	2,4bcdef	8,0bc	9,4abc	7,4b	10,8abc
5AM	9,9ab	2,5bcdef	9,6ab	11,5a	11,5a	12,1a
6C	7,4cd	2,3bcdef	6,8cd	7,8cd	7,9b	9,6cd
7C	4,9ef	1,7def	3,9e	4,4e	2,7e	9,5cd
8AM	8,3bc	3,1bcdef	7,9bc	8,8bc	7,9b	10,0bcd
9J	3,2f	1,0f	2,8e	2,5f	0,5f	9,0d
10AM	8,3bc	3,7bcde	8,2bc	9,3abc	7,5b	10,4bcd
11J	5,9de	2,0cdef	5,5d	6,7d	4,0d	10,0bcd
12C	7,8cd	4,6ab	7,0cd	8,1cd	6,0c	10,0bcd
13J	3,4f	1,3ef	3,3e	3,6ef	1,1f	9,5cd
14C	6,8cd	4,3abc	7,1cd	7,8cd	7,2b	10,8abc

Escores médios seguidos de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

Quadro 17 - Escores médios dos atributos sensoriais de cachaça envelhecida com equipe de 3 provadores

Atributo Amostra	ARMA	ABAU	DOCE	ACID	SMAI	SMAR	COLA	VISC
1C	11,6a	7,9a	6,7bc	3,5b	10,1a	11,5a	10,9a	10,6ab
2AN	10,0ab	5,2b	6,0bc	7,0a	8,6ab	10,2ab	11,0a	10,6ab
3J	3,0gh	1,6cd	7,1abc	4,6ab	2,1fg	2,9fg	1,2f	8,9bcd
4AM	6,6de	3,2bcd	6,0bc	6,9a	6,7c	8,6bcd	6,8bc	9,7abc
5AM	9,6bc	3,4bcd	6,2bc	5,1ab	8,8 ^a	10,1abc	11,4a	11,4a
6C	6,9de	2,9bcd	6,5bc	4,3ab	5,9cd	7,2de	7,8b	8,2cd
7C	4,6fg	2,2cd	7,0abc	3,5b	3,1f	3,8f	2,8e	8,3cd
8AM	8,1cd	3,7bcd	6,4bc	4,3ab	6,7c	8,0cde	8,2b	8,9bcd
9J	2,2h	1,3d	5,8c	5,6ab	1,1g	1,3g	0,4f	7,5d
10AM	7,8cde	4,5bc	8,6 ^a	4,8ab	6,9bc	8,4bcde	7,8b	9,4bcd
11J	5,9ef	2,7bcd	6,0bc	6,1ab	4,7de	6,3e	4,6d	8,9bcd
12C	8,0cd	5,1b	6,4bc	5,0ab	6,3cd	7,7de	6,1c	8,9bcd
13J	3,1gh	1,8cd	7,8ab	5,0ab	2,2fg	2,5fg	1,2f	8,1cd
14C	6,6de	5,2b	6,6a	6,6a	6,1cd	7,0de	7,7b	9,8abc

Escores médios seguidos de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana.

Nas Figuras 11, 12 e 13 e no Quadro 21, pode-se concluir que os agrupamentos são semelhantes ao obtido com a análise estatística dos escores com 8 provadores. Em estudos sensoriais é importante esta propriedade, visto que particularidades de cada provador pode afetar a sua avaliação. A semelhança nos resultados com equipes menores supõe um bom treinamento destes e concordância entre os membros da equipe.

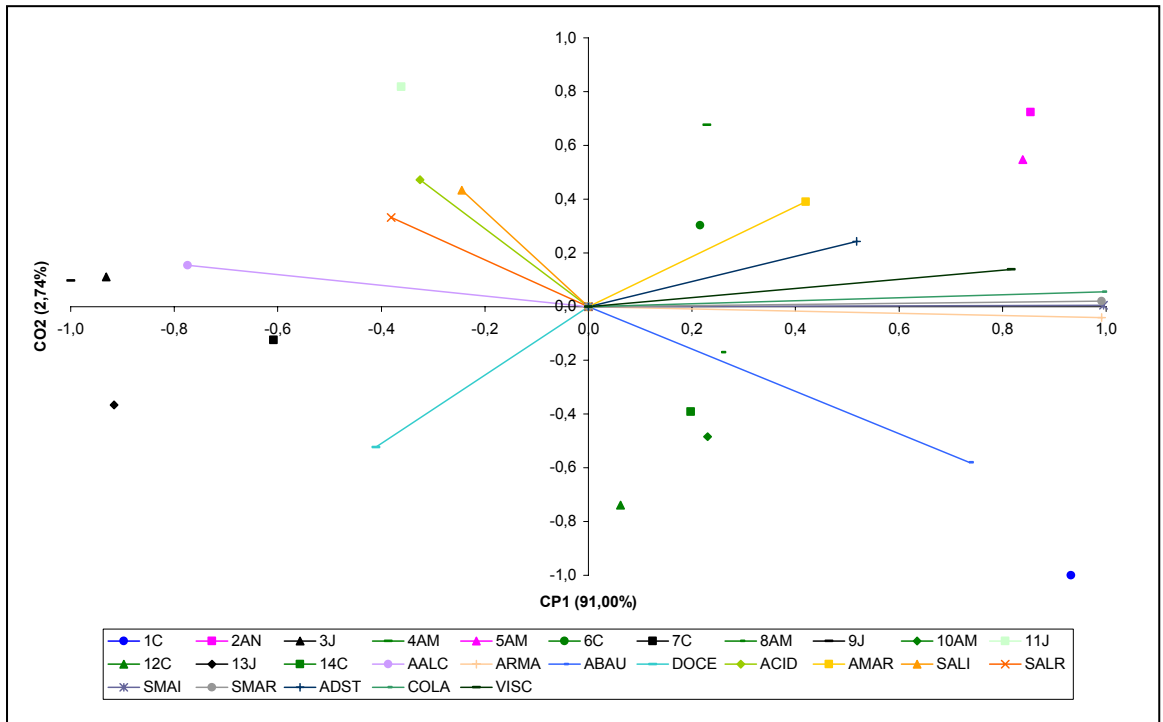


Figura 11 – ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (6 provadores).

Legenda: AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana

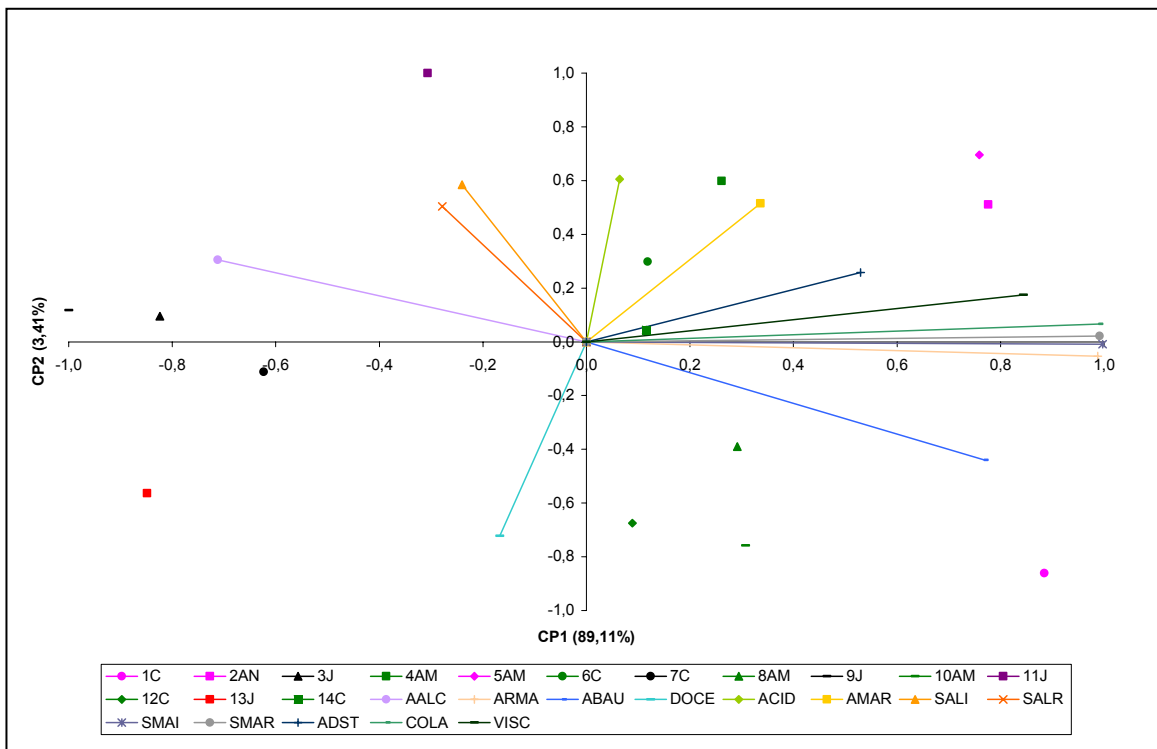


Figura 12 – ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (4 provadores).

Legenda: AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana

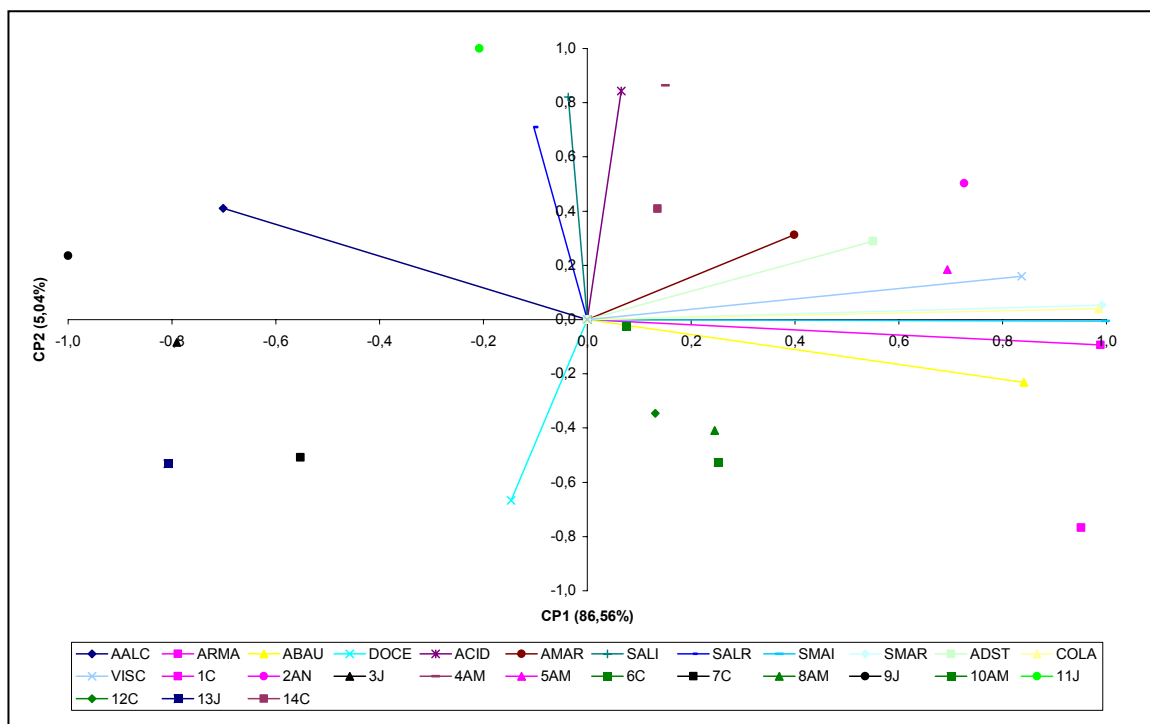


Figura 13 – ACP dos atributos sensoriais para as amostras de cachaça envelhecida (3 provadores).

Legenda: AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – angelim; J – jequitibá; AM – amburana

Em relação aos coeficientes de correlação de Pearson, verificou-se quais os atributos sensoriais que melhor se correlacionava com as amostras avaliadas (Quadros 18, 19 e 20).

Quadro 18 - “Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (6 provadores).

Atributos	Componentes Principais			
	CP 1		CP 2	
	r	P	r	P
Aroma alcoólico	-0,77	0,0012*	0,15	0,5999
Aroma de madeira	0,99	<0,0001*	-0,04	0,89
Aroma de baunilha	0,73	0,0027*	-0,58	0,0296*
Gosto doce	-0,41	0,1451	-0,52	0,0551
Gosto ácido	-0,32	0,2566	0,47	0,0884
Gosto amargo	0,42	0,135	0,39	0,1684
Sabor alcoólico inicial	-0,24	0,399	0,43	0,1214
Sabor alcoólico residual	-0,38	0,1794	0,33	0,2474
Sabor de madeira inicial	0,99	<0,0001*	0,00	0,9876
Sabor de madeira residual	0,99	<0,0001*	0,02	0,9467
Adstringência	0,52	0,0578	0,24	0,4035
Coloração amarela	0,99	<0,0001*	0,05	0,8513
Viscosidade	0,82	0,0004*	0,14	0,6376

r: coeficiente de correlação de Pearson; P: probabilidade.

* $P \leq 0,05$

Quadro 19 - “Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (4 provadores).

Atributos	Componentes Principais			
	CP 1		CP 2	
	r	P	r	P
Aroma alcoólico	-0,71	0,0042*	0,30	0,2882
Aroma de madeira	0,99	<0,0001*	-0,05	0,8548
Aroma de baunilha	0,77	0,0013*	-0,44	0,1149
Gosto doce	-0,17	0,5678	-0,72	0,0035*
Gosto ácido	0,06	0,8268	0,60	0,0218*
Gosto amargo	0,33	0,2404	0,51	0,0598
Sabor alcoólico inicial	-0,24	0,4079	0,58	0,0284*
Sabor alcoólico residual	-0,28	0,3347	0,50	0,0659
Sabor de madeira inicial	1,00	<0,0001*	-0,01	0,9756
Sabor de madeira residual	0,99	<0,0001*	0,02	0,9421
Adstringência	0,53	0,0515	0,26	0,3537
Coloração amarela	1,00	<0,0001*	0,07	0,8212
Viscosidade	0,84	0,0001*	0,17	0,5522

r: coeficiente de correlação de Pearson; P: probabilidade.

- $P \leq 0,05$

Quadro 20 – “Loadings” (cargas) – Correlações (Coeficientes de correlação de Pearson) entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (3 provadores).

Atributos	Componentes Principais			
	CP 1		CP 2	
	r	P	r	P
Aroma alcoólico	-0,70	0,0052*	0,41	0,1447
Aroma de madeira	0,99	<0,0001*	-0,09	0,7518
Aroma de baunilha	0,84	0,0002*	-0,23	0,4271
Gosto doce	-0,15	0,6164	-0,67	0,0092*
Gosto ácido	0,06	0,8250	0,84	0,0002*
Gosto amargo	0,40	0,1579	0,31	0,2756
Sabor alcoólico inicial	-0,04	0,9018	0,82	0,0003*
Sabor alcoólico residual	-0,10	0,7271	0,71	0,0045*
Sabor de madeira inicial	1,00	<0,0001*	-0,00	0,9842
Sabor de madeira residual	0,99	<0,0001*	0,05	0,8564
Adstringência	0,55	0,0415*	0,29	0,3149
Coloração amarela	0,98	<0,0001*	0,04	0,8931
Viscosidade	0,83	0,0002*	0,16	0,5851

r: coeficiente de correlação de Pearson; P: probabilidade.

* $P \leq 0,05$

Os resultados tendem a uma constância em relação aos atributos sensoriais que apresentam na análise de variância a mesma tendência que na explicação das variações pelos dois componentes principais. Ainda, percebe-se pelos gráficos das correlações que, em geral, são os mesmos atributos sensoriais que influenciava na caracterização das amostras, mesmo variando o número de provadores treinados.

Quadro 21 – Caracterização dos resultados obtidos com os escores de acordo com o tamanho da equipe sensorial treinado.

Equipe	Atributos Significativos na ANOVA	Grupos Formados por Touche	% de Explicação		Atributos Correlacionados Positivamente com CP1	Atributos Correlacionados Negativamente com CP2
			CP1	CP2		
8	AALC, ARMA, ABAU, DOCE, AMAR, SMAI, SMAR, ADST, COLA, VISC	(1C,2AN); (5AM); (11J); (6C,8AM,10AM,4AM,12C,14C); (3J,7J,9J,13J)	79,06	14,61	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, ADST, COLA, VISC	AALC
6	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, COLA, VISC	(3J,7J,9J,13J); (11J); (1C); (2AN,5AM); (4AM,6C,8AM,10AM,12C,14C)	91,00	2,74	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, COLA, VISC	AALC
4	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, COLA, VISC	(3J,7J,9J); (11J); (1C,2AN,5AM); (4AM,6C,8AM,10AM,12C,14C); (13J)	89,11	3,41	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, COLA, VISC	AALC
3	ARMA, ABAU, DOCE, ACID, SMAI, SMAR, COLA, VISC	(3J,7J,9J); (13J); (11J); (1J,2AN,5AM); (6C,8AM,10AM,12C); (4,14)	86,56	5,04	ARMA, ABAU, SMAI, SMAR, ADST, COLA, VISC	AALC

CP1- primeiro componente principal, CP2 – segundo componente principal, AALC – aroma alcoólico; ARMA – aroma de madeira; ABAU – aroma de baunilha; AREA – aroma de ervas aromáticas; DOCE – gosto doce; SALI – sabor alcoólico inicial; SALR – sabor alcoólico residual; SMAI – sabor de madeira inicial; SMAR – sabor de madeira residual; ADST – adstringência; AMAR – gosto amargo; ACID – gosto ácido; COLA – coloração amarela; VISC – viscosidade. C – carvalho; AN – anelím; J – jequitibá; AM – amburana

Avaliando o número de provadores em equipe treinada, KING, ARENTS e MOREAU (1995) constataram que as relações entre as amostras não foram afetadas pelo tamanho do painel, mas houve considerável perda de informação com menores painéis tentando explicar os efeitos dos tratamentos em termos de descritores sensoriais.

Segundo ZOOK e PEARCE (1988), se muito poucos julgadores forem utilizados, a variabilidade do teste pode ser tão grande, que grandes diferenças entre as amostras serão necessárias para mostrar significância estatística entre elas.

No presente estudo, os resultados das quatro equipes apresentam aroma alcoólico se correlacionando negativamente com os outros atributos, e os atributos aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial sabor de madeira residual, coloração amarela e viscosidade correlacionando-se positivamente.

Na análise de variância também foram estes mesmo atributos que sempre contribuíram para a descrição das amostras.

Como todo tipo de método de controle de qualidade segue alguns passos comuns, como, definições de especificações ou padrões de qualidade e desenvolvimento, e teste de métodos para avaliar, de maneira confiável se um produto apresenta ou não as características dos padrões especificados (COTELL, 2002), a partir do presente estudo apresenta-se um esqueleto de um possível protocolo de qualificação da bebida cachaça envelhecida.

No caso da bebida cachaça, com base nos resultados obtidos, caracterização sensorial na indústria é:

1. recrutamento de apreciadores de cachaça, por avaliação de disponibilidade, pois este será um trabalho constante;
2. pré seleção por teste triangular;
3. treinamento, com as referências elaboradas neste trabalho (avaliando-se as referências de fraco ou nenhum e forte) (Quadro 3);
4. teste final para formação da equipe, ou incorporação de novos provadores, avaliando-se o poder de repetibilidade e discriminação dos possíveis provadores utilizando-se a ficha de

avaliação de cachaça (Figura 5 - apresentação monádica de 3 amostras que apresentem características marcantes de fraco a intenso para os atributos de cachaça envelhecida, em 5 repetições). Avaliação do desempenho por análise de variância. Apesar de estudos concluírem como desnecessária a concordância entre os provadores, para este fim sugere-se avaliação deste quesito por se utilizar um pequeno número de provadores para Avaliação Sensorial Descritiva. Ainda sugere-se a formação de uma equipe treinada com pelo menos 10 provadores, em função de disponibilidade e rodízio de seus integrantes, evitando, assim, desgaste destes.

5. constante re-treinamento com as referências para manter a equipe de provadores sempre pronta para possíveis avaliações.
6. como a bebida cachaça é um alimento que estressa facilmente a mucosa oral, sugere-se apresentação monádica das amostras a serem avaliadas, em cinco repetições para garantir confiabilidade dos resultados.

Ainda há necessidade de estudos para consolidação deste protocolo de qualidade sensorial: testar a diminuição do painel sensorial com reavaliações das amostras, testar outras formas de treinamento, promover estudos in loco para validação em indústrias, testar o mesmo protocolo em variados locais com as mesmas amostras para verificação da reprodutibilidade dos resultados.

A validação é importante porque um analista sensorial deseja que seu painel seja bem conduzido. Um dos itens que deseja-se do painel é a reprodutibilidade. Se um experimento é repetido por outro painel sensorial, ou repetido pelo mesmo painel mais tarde, o ideal é que estes fatores não influenciassem nos resultados. Mas na prática não é fácil de checar (LEA, RODBOTTEN e NAES, 1995).

Os resultados deste trabalho estão sugerindo que as avaliações posteriores sejam realizadas com um painel de 3 provadores treinados.

5 - CONCLUSÕES

Conclui-se que a análise de componentes principais dos dados da Análise Descritiva apresentou boa explicação, uma vez que os dois componentes principais explicam 93,67% da variabilidade entre as amostras.

Houve a formação de um grupo formado por 3 amostras envelhecidas em jequitibá e 1 envelhecida em carvalho.

Houve a formação de um grande grupo de amostras com características sensoriais semelhantes englobando 3 amostras envelhecidas em amburana e 3 envelhecidas em carvalho.

Os atributos sensoriais que mais contribuíram para diferenciação das amostras na equipe de 8 provadores foram aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual e coloração amarela.

Ao se diminuir o número de provadores da equipe, manteve-se a explicação dos dois componentes principais acima de 90%, com o primeiro componente principal explicando quase que a totalidade das variações entre as amostras.

Os atributos que se mantiveram como caracterizadores das amostras foram os mesmos que caracterizaram as amostras quando a equipe era formada por 8 julgadores treinados.

No produto envelhecido os atributos sensoriais gosto ácido, sabor alcoólico inicial e sabor alcoólico residual não contribuíram para diferenciar as amostras estudadas nas variadas equipes.

Considerou-se 3 um número mínimo de provadores para uma equipe treinada que pode ser estudada para posterior utilização na indústria da cachaça com descrições sensoriais confiáveis.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ALMEIDA, M. E. W.; BARRETO, H. H. C. Álcoois superiores em aguardente de cana por cromatografia em fase gasosa. **Revista do Instituto Adolf Lutz**. 31:117-124, 1971.
2. AMERINE, M. A., PANGBORN, R. M., ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965.
3. ARAÚJO, F. B. **Perfil sensorial, cromatográfico e características físico-químicas de cervejas provenientes de dois segmentos de mercado**. 2000. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
4. ARDITTI, S. Preference mapping: a case study. **Food Quality and Preference**. 8(5/6):321-445, 1997.
5. BASTOS, D. H. M., FRANCO, M. R. B., DA SILVA, M. A. A. P., JANZANTI, N. S. e MARQUES, M. O.M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 22,(2):122-129, 2002.
6. BEHRENS, J. H. ; SILVA, M. A. A. P. . Perfil Sensorial de Vinhos Brancos Varietais Brasileiros Através de Análise Descritiva Quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, 20,(1):60-67, 2000.
7. BEHRENS, J.H.; DA SILVA, M. A. A .P. e WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 19 (02), Campinas. Maio/ago. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.com.br/>, capturado em 29/12/2000.
8. BEZERRA, C.W.B. **Caracterização química da aguardente de cana-de-açúcar: determinação de álcoois, ésteres e dos íons Li⁺, Ca²⁺,**

- Mg²⁺, Cu²⁺ e Hg²⁺**. 1995. p Dissertação (Mestrado em Química Analítica). Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.
9. BODYFELT, F. W. Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation? **Journal of Dairy Science**, 64: 2303-2308, 1981.
10. BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. **Sensory evaluation of dairy products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 598 p.
11. BOLINI-CARDELLO, H. M. A. ; SILVA, M. A. A. P. ; DAMASIO, M. H. . Análise tempo-intensidade dos estímulos doce e amargo de extrato de folhas de estévia (*Stévia rebaudiana* Bertoni) em doçura equivalente a sacarose em solução a 3 e 10%. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, São Paulo, SP, 19(1):8-13, 1999.
12. BOSCOLO, M. **Estudo sobre envelhecimento de aguardente de cana de açúcar**. 1996. 85 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Curso de Pós-graduação em Química Analítica, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos.
13. BOZA, Y e OETTERER, M. Envelhecimento de Aguardente de Cana. **Boletim da SBCTA**, 33(1):8-15, 1999.
14. BOZA, Y. E HORII, J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 18(04):391-396, 1998.
15. BRASIL. Decreto n^o 4062 de 21 de dezembro de 2001. Define expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil” como indicações geográficas e dá outras providências. **Diário Oficial**. Brasília. 3 de janeiro de 2002.
16. BRASIL. Decreto n^o 2314, de 04 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Diário Oficial**, Brasília, 05 setembro 1997. Seção 1.

17. BRASIL. Decreto nº 4.852, de 02 de outubro de 2003. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto no 2.314, de 4 de setembro de 1997. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Diário Oficial**, Brasília, 02 outubro de 2003.
18. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Vegetal (LANARV). **Metodologia de análises de bebidas e vinagres**. [S.L.]: [19--]. Paginação irregular.
19. BUTEAU, C.; DITSCHAEVER, C. L.; ASHTON, G. C. Vinification of three white grape varieties by three different methods. II. Sensory evaluation of the wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, 30(2):146-151, 1979.
20. CAMPOS, J.O.S. **Emprego de extratos aromáticos de madeiras regionais como agentes de envelhecimento acelerado de aguardente**. 2000. 102 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
21. CARDELLO, H. M. A. B e FARIA, J. B. Análise Descritiva Quantitativa da Aguardente de Cana Durante o Envelhecimento em Tonel de Carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 18(2), maio 1998. disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 15 março 2000.
22. CARDELLO, H. M. A. B. e FARIA, J. B. Perfil Sensorial e características Físico-Químicas de Aguardentes Comerciais Brasileiras Envelhecidas e Sem Envelhecer. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Jan/Abr., 20(1), 2000.
23. CARDELLO, H.M.A.B. e FARIA, J. B. Análise Tempo-Intensidade de Características Sensoriais de Aguardente Durante o Envelhecimento em Tonel de Carvalho (*Quercus* sp). **Boletim da SBCTA**, 33(1):27-34, jan/jun 1999.

24. CARNEIRO, J.C.S. **Processamento industrial de feijão, avaliação sensorial descritiva e mapa de preferência**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
25. CARNEIRO, J.D.S. **Impacto da Embalagem de Óleo de Soja na Intenção de Compra do Consumidor via *Conjoint Analysis***. 2002. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
26. CARVALHO, S. A. **Efeito do envelhecimento em tonéis de três espécies de madeira sobre a qualidade sensorial de aguardente de cana-de-açúcar**. 2001. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
27. CAVALHEIRO, S.F.L.; ANDRADE SOBRINHO, L.G.; FARIA, J.B. e CARDELLO, H.M.A.B. A influência do envelhecimento no teor de cobre em cachaças. **Boletim da CEPPA**, 21(01):99-108, 2003.
28. CHAVES, J.B.P. e SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 81p.
29. COELHO, N. R. A. **Perfil sensorial de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) seco em conserva**. 2001. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
30. CORRÊA, M. I. C. **Processamento de néctar de goiaba (*Psidium guajava* L. Var. Paluma): Qualidade físico-química, compostos voláteis e qualidade sensorial**. 98p. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

31. COSTELL, E. A comparison of sensory methods in quality control. **Food Quality and Preference**, 13:341-353, 2002.
32. COSTELL, E. El equipo de catadores como instrumento de análisis. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos** , 23(1):1-10, 1983.
33. COSTELL, E.; DAMÁSIO, M.H.; IZQUIERDO, L. DURÁN, L. Selection de un equipo de catadores para el análisis descriptivo de la textura no oral de geles de hidrocoloides. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, 29(3):375-383, 1989.
34. COSTELL, E.; DURAN, L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, 21(4):454-470, 1981.
35. CRUZ , C.D.; REGAZZI,A.J e CARNEIRO,P.C. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético – Volume 1**. 3ª ed. Viçosa: UFV. 2004
36. DA SILVA, A. F. **Perfil Sensorial da bebida de café (*Coffea arábica* L.) orgânico**. 2003. 93p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
37. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, 31(2):165-178, 1991.
38. DELLA LUCIA, F., MINIM, V. P. R., CHAVES, J. B. P., COIMBRA, J. S. R., MINIM, L. A., RIBEIRO, M. M. Perfil sensorial e aceitabilidade de leite U.A.T. (Ultra Alta Temperatura) produzido no Brasil e na Argentina. **Revista Instituto Candido Tostes**, 58(332):11-17, 2003.
39. DELLA LUCIA, S. M., GOMES, E. D., NACHTIGALL, A. M., CAVALCANTE, J. F. M., MINIM,V.P.R. Perfil sensorial de doce de leite pastoso. **Revista do Instituto Candido Tostes**, 58(335):21 - 26, 2003.

40. DELLA LUCIA, S.M., **Aplicação da *Conjoint Analysis* e de Redes Neurais Artificiais na Avaliação do Impacto da Embalagem de Café Orgânico na Intenção de Compra do Consumidor** 2005. p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
41. DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: geral.** EMBRAPA-CTAA. Rio de Janeiro. t.1.1994. 115 p.
42. DIAS, S. M. B. C. **Efeito de Diferentes Tipos de Madeira Sobre a Composição Química de Aguardente de Cana Envelhecida.** 1997. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
43. DIAS, S.; MAIA, A. e NELSON, D. Efeito de Diferentes Madeiras Sobre a Composição de Aguardente de Cana Envelhecida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Capturado em 15/03/00.
44. DONNELLY, W. J.; DONNELLY, J. E. and THONG, Y. H. Guidelines for maintenance treatment of childhood asthma: development of a score card system by multivariate cluster analysis. **Society of Science Medicine**, 25(9):1033-1038, 1987.
45. ELMORE, J. R.; HEYMANN, H.; JOHNSON, J.; HEWETT, J.E. Preference mapping: relating acceptance of “creaminess” to a descriptive sensory map of a semi-solid. **Food Quality and Preference**, 10:465-475, 1999.
46. FARIA, J.B.; CARDELLO, H.M.A.B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W.D.; ODELLO, L. e FRANCO, D.W. Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. **European Food Research and Technology**, 218:83-87, 2003.

47. FREITAS, M.Q. **Caracterização e aceitação sensorial de mortadelas produzidas com carne mecanicamente separada de frango**. 2002, 114p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
48. FURTADO S. M. B. **Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana: influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas**. 1995. 99p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
49. GILLETE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of Food Protection**, 47(5):403-409, 1984.
50. GUINARD, J.X.; PANGBORN, R.M. e SHOEMAKER, C.F. Computadorized procedure for the time-intensity sensory measurement. **Journal of Food Science**, 50(02):543-544, 1985.
51. HELGESEN, H.; SOLHEIM, R.; NAES, T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. **Food Quality and Preference**, 9(4):97-109, 1997.
52. IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Sensory evaluation Division-Institute of Food Technologists. **Food Technology**, 35(11):50-59, 1981.
53. ISIQUE, W. D; CARDELLO, H. M. A. B; FARIA, J. B Teores de enxofre e aceitabilidade de aguardentes de cana brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 18(3), agosto 1998. disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 15 março 2000.
54. JANZANTTI, N.S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça**. 2004. 179p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

55. JOHNSON, R. A. e WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4^a ed., USA, Upeer Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1998. 816p.
56. KING, B.M.; ARENTS, P.; MOREAU, N. Cost/efficiency evaluation of descriptive analysis panels-I. Panel size. **Food Quality and preference**, 6:245-261, 1995.
57. KWAN, W. O. and KOWALSKI, B. R. Data analysis of sensory scores. Evaluations of panelists and wine score cards. **Journal of Food Science**, 45:213-216, 1980.
58. LEA, P; RODBOTTEN, M. e NAES, T. Measuring validity in sensory analysis, **Food Quality and Preference**, 6(04):321-326, 1995.
59. MAGALHÃES, F.A.R. **Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso**. Viçosa, 1996, 83p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Tecnologia de Alimentos. UFV.
60. MANFROI, L. **Avaliação do Processo Fermentativo e da Composição de Vinho Merlot elaborado com diferentes espécies de *Saccharomyces*, *Oenococcus* e *Lactobacillus***. 2002. 119p. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
61. MARCELLINI, P. S. **Análise Descritiva Quantitativa de aguardente de cana (*Saccharum ssp*) comerciais e destilados em alambiques de cobre e aço inoxidável**. 2000. 77 p. Dissertação. (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual de São Paulo. Araraquara.
62. MCEWAN, J.A. Harmonizing sensory evaluation internationally. **Food Technology**, 52(04):52-56, 1998.
63. MECREDY, J. M.; SONNEMANN, J. C.; LEHMANN, S. J. Sensory profile of beer by a modified QDA method. **Food Technology**, 36-41. nov. 1974

64. MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1988. 279 p.
65. MINIM, V. P. R. ; CARNEIRO, J. C. S. . Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, 2(25):18-24, 2005.
66. MINIM, V. P. R. **Metodologia para determinação de sucedâneos da manteiga de cacau em chocolate**. 1996.207p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
67. MINIM, V. P. R., MACHADO, P. T., CANAVESI, E. & PIROZI, M. R. Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 20(2):154-159, 2000.
68. MONTEIRO, M. A. M. **Caracterização sensorial da bebida de café (*Coffea arabica* L.): análise descritiva quantitativa, análise temp-intensidade e testes afetivos**. 2002. 157p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
69. MONTEIRO, M. A. M., DANTAS, M. I. S., COLEHO, N. R. A., MINIM, V. P. R. Perfil sensorial de marcas comerciais de pão de queijo. In: **XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. p.39, 2000.
70. MORALES, J. O. Z. **Processamento de suco de abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merrill]: qualidade sensorial e físico-química**. 1999. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
71. MOSKOWITZ, H. R. **Applied sensory analysis of foods**. Boca Raton: CRC Press, 1988. v. 1, 259 p.
72. MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Marketing and R&D approaches. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605.

73. MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V. e CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York. VAN NOSTRAND REINHOLD, 1992.
74. MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, 34(6):461-471, 2001.
75. NASCIMENTO, R. F. ; RODRIGUES, D. C. ; CERRONI, J. L. ; L NETO, B. S. ; FRANCO, D. W. . Comparação dos Métodos Oficiais de Análise e Cromatográficos para a Determinação dos Teores de Aldeídos e Ácidos Carboxílicos em Bebidas Alcoólicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 18(3):350-355, 1998.
76. NETTO, C.C.; MOREIRA, R.F.A. e DE MARIA, C.A.B. Note: volatile profile from caninha aged in oak (*Quercus* sp) and balsam (*Myroxylon* sp) barrels. **Food Science Technology International**, 9(05):359-364, 2003.
77. NOBLE, A. C. Wine tasting is a science. **California Agriculture**, July: 1980, 8-9.
78. NÓBREGA, I.C.C. Análises dos compostos voláteis de aguardente de cana por concentração dinâmica do “headspace” e cromatografia gasosa – espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 23(02):210-216, 2003.
79. NÓBREGA, I.C.C. **Características de qualidade de aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação**. 1994. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
80. O'MAHONY, M. Psychophysical aspects of sensory analysis of dairy products: a critique. **Journal of Dairy Science**, 62:1954-1962, 1979.
81. OLARTE, C; GONZALES-FANDOS, E. e SANZ, S. A proposed methodology to determine the sensory quality of a fresh goat's cheese

- (Cameros cheese): application to cheeses packaged under modified atmospheres. **Food Quality and Preference**, 12(03):1630170, 2001.
82. OUGH, C. S. and WINTON, W. A. An evaluation of the Davis wine-score card and individual expert panel members. **American Journal of Enology and Viticulture**, 27(03):136-144, 1976.
83. PEREIRA, I.M. e MORETTI, R.H. Caracterização física, química e sensorial do vinho branco seco Sauvignon Blanc tratado com polivinilpirrolidona (PVPP). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 17(02):192-195, 1997.
84. PEREIRA, N.E.; CARDOSO, M.G.; AZEVEDO, A.R.; FERNADES, W. e AGUIAR, P.M. Compostos secundários em cachaças produzidas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, 27(05):1068-1075, 2003.
85. PINHEIRO, S.H.M. **Perfil da qualidade da cachaça do Ceará**. 1999. 133 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
86. POLIGNANO, L. A. C.; CHENG, L. C. e DRUMMOND, F. B. Mapa de preferência: uma ponte entre marketing e P & D. **II Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto**. São Carlos, SP – 30-31. Agosto de 2000.
87. POWERS, J. J.; CENCIARELLI, S.; SCHINHOLSER, E. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, 24(4):469-484, 1984.
88. PUECH, J.L. Phenolic compounds in oak wood extracts used in the aging of brandies. **Journal of the Science and Food Agriculture**, 42:165-172. 1988.

89. REAZIN, G. H. Chemical Analysis of Whisky Maturation. In: PIGGOTT, J. R. **Flavour of Distilled Beverages: origin and development**. England: ELLIS HORWOOD, 1983. p. 225-240.
90. REGAZZI, A.J. INF 766 - **Análise Multivariada (notas manuscritas)**. DPI - UFV. Viçosa – MG, 1997.
91. REIS, R.C. **Avaliação dos Atributos de Qualidade Envolvidos na Desidratação de Manga (Mangifera indica L.) var. Tommy Atkins**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós_Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
92. SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Third version Cary, USA Institute, 1999.
93. SCHEID, G. A. **Avaliação Sensorial e Físico-Química de Salame Tipo Italiano com Diferentes Concentrações de Cravo-da-Índia (*Eugenia caryophyllus*)**. 2001. 83p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
94. SOLDEVILLA, H.G; CACHO, M.P.R.P.; JIMÉNEZ, S.S.; VILLAREJO, M.J. e MANZANARES, A.B. Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. **Food quality and preference**, 16(01):71-77, 2005.
95. STONE, H. and SIDEL, J., **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York. 1993.
96. STONE, H.; SIDEL, J.; BLOOMQUIST, J. Use and misure of sensory evaluation in research and quality control. **Journal of Dairy Science**, 64:2296-2302, 1981.
97. STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOSLEY, A. e SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, 28(11):24, 26, 28, 30, 32, 34. 1974.

98. YOKOTA, S. R. C. **Qualidade sensorial e físico-química de cachaças envelhecidas em recipientes de carvalho e de algumas madeiras brasileiras**. 2002. 140p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
99. YOKOTA, S.R.C.; CHAVES, J.B.P.; DA SILVA, A.F.; MINIM, V.P.R. e ARAÚJO, L.D. Perfil e aceitação sensorial de cachaça orgânica e convencional, **Anais do 5º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos** – UNICAMP, Campinas – SP. 2003.
100. YOKOTA, S.R.C.; CHAVES, J.B.P.; MINIM, V.P.R.; JHAM, G.N., e SILVA, P.H.A. Sensory quality of 24 months aged Brazilian sugar cane spirit – the Brazilian cachaça. **Anais do Congresso do IFT de 2002**, Califórnia – USA. 2002.
101. ZEPA, G.; ROLLE, L.; GERBI, V.; VALENTINI, N. e ME, G. Application of sensory analysis to characterize new selections of hazelnut. **Industrie Alimentari**, 39(397):1249-1257, 1265, 2000.
102. ZOOK, K.L. e PEARCE, J.H. Quantitative descriptive analysis. In: MOSKOWITZ, H. **Applied sensory of foods – volume 1**. 1st ed. Florida – USA. CRC Press. 1988. pag 43-71.

ANEXOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DA TESE

ANEXO 1 – FICHA DE RECRUTAMENTO DE DEGUSTADORES:

Você já deve ter ouvido falar de degustadores profissionais de vinho que analisam a bebida através de seu aroma, sabor e aparência. O que torna esses degustadores capazes de tal façanha é principalmente o treinamento que recebem.

Neste momento, o Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos-UFV, necessita formar uma equipe treinada de degustadores de cachaça. Se você deseja participar desta equipe, por favor, preencha este formulário e retorne-o a Secretaria de Pós-Graduação deste Departamento com a Geralda. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, por favor, não hesite em nos contatar (os contatos estão no final do questionário).

Nome:

E-mail:

Faixa etária: () 18-20 () 21-30 () 31-40 () 41-50 () 51-60

Endereço:

Telefone:

Residência: _____ Trabalho: _____

Horários e dias da semana em que trabalha ou tem aula:

1 – Além do relatado anteriormente, existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? Quais?

2 – Indique o quanto você aprecia este produto:

• Cachaça	Gosto	Nem gosto/Nem desgosto	Desgosto
	()	()	()

3 – Cite alimentos e/ou ingredientes que você desgosta muito:

4 – Cite um alimento que seja adstringente:

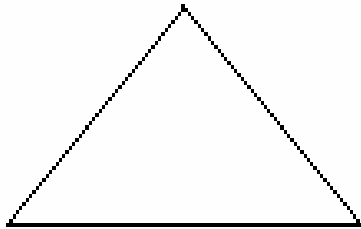
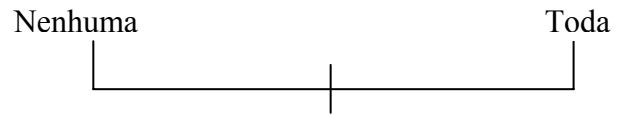
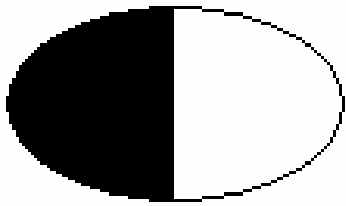
5 – Cite um alimento que seja pungente:

6 – Cite um alimento que seja amargo:

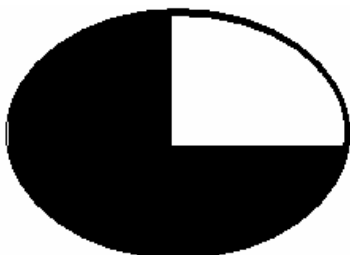
7 – Cite um alimento que seja ácido:

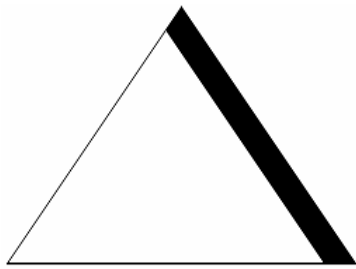
8 – Marque na linha à direita de cada figura, um trecho que indique a proporção da figura que foi coberta de preto (não use régua, use apenas sua capacidade visual de avaliar):

Exemplos:



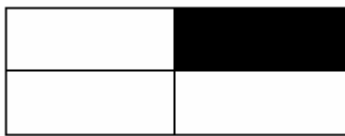
Agora é a sua vez:





Nenhuma

Toda



Nenhuma

Toda

9 – Possui habilidade em trabalhar com computador?

10 – Especifique e explique os alimentos que você não pode comer ou beber por razões de saúde:

11 – Você se encontra em dieta por razões de saúde? E m caso positivo, explique, por favor:

12 – Você está tomando alguma medicação que poderia influir em sua capacidade de perceber aromas e sabores? Em caso positivo, explique, por favor:

13 – Indique se você possui:

	Sim	Não
Diabetes	()	()
Hipertensão	()	()
Hipoglicemia	()	()
Alergia a alimentos	()	()
Enxaqueca	()	()
Dentadura	()	()
Doenças bucais	()	()

Obrigado por sua colaboração.

Prof^ª: Valéria Paula R. Minim

3899 1623

Prof. José Benício P. Chaves

3899 1758

Silvia Rosane C. Yokota

3899 1807/3892 9236

Leandro D. Araújo

3891 3044

ANEXO 2 – LISTA DE DEFINIÇÕES DE ATRIBUTOS SENSORIAIS JÁ ESTUDADOS EM CACHAÇA:

Coloração amarela: coloração amarela translúcida característica de cerveja tipo “pilsen” sem gás e sem espuma, em um cálice transparente.

Viscosidade: resistência ao deslocamento de um líquido.

Aroma alcoólico: aroma característico de etanol, ardido.

Aroma de melaço de cana: aroma característico de caldo de cana.

Aroma de melaço de cana fermentado: aroma de mosto fermentado.

Aroma de baunilha: aroma de uma solução alcoólica de baunilha.

Aroma de madeira: aroma característico da madeira utilizada no tonel para envelhecimento da cachaça.

Aroma de ervas aromáticas: aroma associado a ervas aromáticas, como temperos e condimentos.

Aroma de frutas: aroma associado a frutas em geral, incluindo banana.

Aroma de compostos orgânicos: aroma associado a compostos orgânicos tais como aldeídos, ésteres, cetonas.

Aroma de perfume: aroma associado a perfume de flores, incluindo os termos flor e floral.

Gosto ácido: gosto associado ao ácido acético (que lembra vinagre).

Gosto amargo: gosto associado à quinina, característico de água tônica.

Gosto doce: gosto percebido pela mucosa oral semelhante àquele provocado pela sacarose.

Sabor alcoólico inicial: sabor de álcool percebido no instante em que a amostra entra em contato com a mucosa oral.

Sabor alcoólico residual: sabor de álcool que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.

Sabor de madeira inicial: sabor de madeira percebido no instante em que a amostra entra em contato com a mucosa oral.

Sabor de madeira residual: sabor de madeira que permanece na boca por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.

Sabor de melaço de cana: sabor de caldo de cana-de-açúcar.

Sabor adstringente: sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por certas frutas verdes, como o caqui e a banana.

Sabor encorpado: sensação de preenchimento na boca associada à viscosidade.

Sabor metálico: sabor associado a metais tais como ferro e cobre.

Sabor de ervas: sabor associado a ervas, incluindo os termos planta verde, mate verde.

FONTE: YOKOTA, 2002; CARDELLO e FARIA, 1998; FURTADO, 1995.