

SANDRA HELENA DE MESQUITA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS BEBIDAS AGUARDENTE
INDUSTRIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR E CACHAÇA DE
ALAMBIQUE: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO DE ANÁLISE**

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 *Doctor
Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

SANDRA HELENA DE MESQUITA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS BEBIDAS AGUARDENTE
INDUSTRIAL DE CANA-DE-AÇÚCAR E CACHAÇA DE
ALAMBIQUE: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO DE ANÁLISE**

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

APROVADA EM: 28 de setembro de 2010.

Profa. Valéria de Paula R. Minim
(Coorientador)

Prof^a José Antônio Marques Pereira

Prof. Paulo Henrique A. da Silva

Prof. Antônio Renato S. de Casimiro

Prof. José Benício Paes Chaves
(Orientador)

A Deus e à Santa Virgem Maria, meu equilíbrio espiritual.

A meu filho Samuel, razão de meu viver.

Aos meus pais Francisco (in memoriam) e à Florisa, meu porto seguro.

Aos meus irmãos Sávio, Sergio, Samara e Junior, exemplo de apoio total e incondicional. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Santa Virgem Maria, por sempre me manterem equilibrada espiritualmente, sobretudo nos momentos difíceis

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos

À Embrapa Agroindústria Tropical (Embrapa/Cnpq), pela disponibilização do Laboratório de Análise Sensorial para efetuar as análises das bebidas.

À Colonial Indústria de Bebidas, em nome do Dr. Cláudio Sidrin Targino, pelo total apoio e pela disponibilização das instalações.

Ao Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP), pela realização das análises físico-químicas das amostras de bebidas.

Ao Professor Dr. José Benício Paes Chaves, pela orientação, pela amizade e pelo crédito em minha pessoa.

À Dr^a Deborah do Santos Garrutti, pela coorientação, pela amizade, pelo apoio e pela competência na realização deste trabalho

Ao Professor Dr. Antônio Renato Soares de Casimiro, pela amizade, pela competência e pelo apoio de sempre.

Ao Professor Dr. Paulo Henrique Alves da Silva, pela contribuição na realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. José Antônio Marques Pereira, pela contribuição na realização deste trabalho.

À Professora Dr^a Valéria de Paula Rodrigues Minim, pelo apoio, pela competência e pelos conhecimentos transmitidos sobre análise sensorial.

À Fundação Cearense de Apoio e Amparo à Ciência e à Pesquisa (FUNCAP), pela concessão da bolsa de doutorado.

Aos meus amigos de sempre, os que conquistei e os que de alguma forma deixei de conquistar, Rosinha, Bessa, Cavour Jr., Marlene, Socorro Bastos, Maria, Otília Mônica, Patrícia, Elizabeth, Ingrid, Lucinha, Heliofábia, Jaysa, Sr. Demóstenes, Neuma, Cinthia, Bruna, Talita e Gerlândia, pelo companheirismo.

Ao engenheiro de alimentos Roney, por tanta ajuda nos dados estatísticos, durante as etapas finais deste trabalho.

Aos julgadores de aguardente de cana e cachaça da Embrapa/Cnpat e da Colonial Indústria de Bebidas, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.

Às marcas de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique, cedidas e adquiridas, pelo apoio.

A todos os funcionários da UFV, principalmente os do DTA, sempre disponíveis durante este trabalho.

À Universidade Federal do Maranhão, CCSST – *Campus II*, em nome do Diretor do Campus, Professor Dr. Antônio Jeferson de Deus Moreno, e de todos os professores do curso de Engenharia de Alimentos e aos meus alunos, pela compreensão na realização deste trabalho.

Às minhas amigas professoras do curso de Engenharia de Alimentos Ângela e Tatiana (UFMA/CCSST) e Márjory (UFC), pela força incondicional.

BIOGRAFIA

SANDRA HELENA DE MESQUITA PINHEIRO, filha de Francisco das Chagas Pinheiro (*in memoriam*) e de Florisa Maria de Mesquita Pinheiro, nasceu em Parnaíba, Piauí, em 3 de agosto de 1964.

Em julho de 1990, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Ceará (UFCE).

Em 1999, recebeu o título de Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFCE.

Atualmente, é Professora Assistente I do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão, no Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia (CCSST), em Imperatriz, Maranhão.

Em agosto de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da tese em setembro de 2010.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Histórico e evolução do negócio da aguardente e cachaça.....	3
2.2. Legislação da aguardente de cana e cachaça.....	5
2.3. Influência das etapas de produção nas características sensoriais da aguardente e cachaça	7
2.3.1. Fermentação da aguardente e cachaça.....	7
2.3.2. Destilação da aguardente e cachaça	8
2.3.3. Envelhecimento da aguardente e cachaça.....	10
2.4. Importância dos produtos secundários na qualidade sensorial da aguardente e cachaça	15
2.5. Influência dos contaminantes e defeitos na qualidade sensorial da aguardente e cachaça	18
2.6. Análise sensorial da aguardente e cachaça	20
2.6.1. Análise descritiva da aguardente e da cachaça	25
2.7. Compostos voláteis da aguardente e cachaça	27
2.8. Perfil sensorial de equipes com número diferente de julgadores.....	29
2.9. Análise multivariada em análise sensorial	30
2.10. Análise dos componentes principais.....	31

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1. Material	35
3.2. Métodos.....	36
3.2.1. Análises físico-químicas.....	36
3.2.2. Análise sensorial	39
3.2.2.1. Análise descritiva quantitativa	39
a. Condições do teste	39
b. Recrutamento e pré-seleção de julgadores	39
c. Desenvolvimento da terminologia descritiva.....	44
d. Avaliação do treinamento e seleção final de julgadores	49
e. Avaliação das amostras.....	50
f. Análise estatística da ADQ	50
3.2.3. Análise do número de julgadores por equipe	51
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1. Análises físico-químicas	53
4.2. Análise dos compostos voláteis.....	58
4.3. Análise descritiva quantitativa.....	61
4.3.1. Resultado da avaliação das amostras.....	61
4.4. Análise dos componentes principais.....	66
4.5. Análise do número diferente de julgadores por equipe.....	70
5. PROPOSTA PARA UM MODELO DE PROTOCOLO DE SELEÇÃO E TREINAMENTO	74
5.1. Protocolo para julgadores de aguardente de cana e cachaça.....	75
5.1.1. Equipamentos necessários	77
5.1.2. Copos para avaliação sensorial	77
5.1.3. Preparação da amostra.....	77
5.1.4. Concentração padrão: Teor alcoólico	78
5.1.5. Preparação para avaliação sensorial	78
5.1.6. Adição de água - diluição da amostra	78
5.1.7. Escala de atributos.....	78
5.1.8. Descrição dos atributos.....	79
5.1.9. Procedimentos para avaliação.....	80
a. Passo I- Aroma.....	80
b. Passo II- Sabor: finalização, acidez, corpo e equilíbrio	80
c. Passo III- Doçura: uniformidade e ausência de defeitos.....	81
d. Passo IV- Pontuação.....	81
5.1.10. Componentes individuais do resultado.....	81
5.1.11. Detalhamento dos atributos	81

i. aroma	81
ii. sabor	82
iii. finalização	82
iv. acidez.....	82
v. corpo.....	83
vi. equilíbrio	83
vii. doçura	84
viii. ausência de defeitos	84
ix. uniformidade	84
x. impressão global.....	84
5.1.12. Defeitos em aguardentes e cachaças	85
5.1.13. Resultado final	86
6. CONCLUSÕES	87
7. REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE	105

LISTA DE QUADROS

	Página
1 Limites máximos permitidos pelo MAPA dos compostos e contaminantes na aguardente de cana e cachaça	6
2 Literatura para aguardente de cana e cachaça que utilizaram ADQ.....	26
3 Características das amostras de aguardente e cachaça.....	35
4 Material necessário para utilização no protocolo de treinamento de julgadores de aguardente e cachaça	77
5 Descrição dos atributos sensoriais para o protocolo de aguardente e cachaça	79

LISTA DE TABELAS

1	Pontos utilizados na elaboração das curvas de calibração em (mg/L).....	39
2	Composição das soluções aquosas utilizadas no teste de gostos primários.....	42
3	Parâmetros físico-químicos, MAPA 2005, das amostras de aguardente de cana e cachaça	54
4	Compostos voláteis majoritários das amostras de aguardente de cana e cachaça	60
5	Resumo da análise de variância dos escores sensoriais da equipe de 12 julgadores	62
6	Resumo da análise de variância dos escores sensoriais da equipe de 7 julgadores	63
7	Valores médios dos atributos sensoriais das amostras de aguardente e cachaça para a equipe embrapa	64
8	Valores médios dos atributos sensoriais das amostras de aguardente e cachaça para a equipe colonial	65
9	Coeficientes de Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (12 julgadores)	69
10	Coeficientes de Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (7 julgadores)	69
11	MANOVA dos vetores de médias nos diferentes tratamentos entre as equipes	71
12	Escores médios das cinco equipes com número diferente de julgadores.....	71
13	Escala preliminar de notas atribuídas na avaliação de amostras de aguardente e cachaça	79
14	Escala final de notas atribuídas às amostras de aguardente de cana e cachaça	86

LISTA DE FIGURAS

1	Ficha de avaliação para o teste de reconhecimento do odor e memória sensorial	41
2	Referências dos aromas utilizados no teste de reconhecimento de odor	41
3	Ficha de avaliação utilizada no teste de gostos primários.....	42
4	Ficha de teste triangular para recrutamento de julgadores de aguardente e cachaça	43
5	Gráfico utilizado na análise sequencial para a pré-seleção de julgadores.....	44
6	Ficha de atributos para julgadores de aguardente de cana e cachaça.....	45
7	Definições para os termos descritores gerados consensualmente pelas equipes e suas concentrações.	46
8	Descrição dos atributos utilizados para elaboração da ficha consensual entre os julgadores de aguardente de cana e cachaça	47
9	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de aguardente e cachaça da equipe Embrapa	67
10	ACP dos atributos sensoriais para as amostras de aguardente e cachaça da equipe Colonial.....	67
11	ACP das amostras de aguardente de cana e cachaça da equipe Embrapa	68
12	ACP das amostras de aguardente de cana e cachaça da equipe Colonial.....	68

RESUMO

PINHEIRO, Sandra Helena de Mesquita, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2010. **Avaliação sensorial das bebidas aguardente industrial de cana-de-açúcar e cachaça de alambique: uma contribuição para o desenvolvimento de um protocolo de análise.** Orientador: José Benício Paes Chaves. Coorientadores: Deborah dos Santos Garrutti e Valéria Paula Rodrigues Minim.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil sensorial de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique por duas equipes sensoriais distintas. Foram selecionadas 16 marcas comerciais de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique no comércio de Viçosa, MG e Fortaleza, CE. Foram realizadas análises cromatográficas, utilizando cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massa, para determinar alcoóis superiores, furfural, ésteres totais, aldeídos totais, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, álcool metílico, acroleína e carbamato de etila, análises físico-químicas para determinar teor alcoólico, cobre e acidez volátil e análise descritiva quantitativa para caracterização sensorial das amostras de aguardente e cachaça. Para os resultados cromatográficos e físico-químicos, a maioria das amostras atendeu aos Padrões de Identidade e Qualidade segundo Legislação Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para teor alcoólico, alcoóis superiores, furfural, ésteres totais, cobre, aldeídos totais, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, álcool metílico, acroleína e acidez volátil. Para o carbamato de etila, algumas amostras não atenderam ao padrão legal exigido. Embora não

sendo contemplados pela Legislação, os compostos voláteis majoritários das bebidas (acetaldeído, acetato de etila, metanol, *sec*-butanol, *n*-propanol, Isobutanol e álcool isoamílico) também foram analisados e mantiveram-se dentro dos níveis esperados. A ADQ foi realizada com duas equipes sensoriais treinadas, a primeira, com 12 julgadores; a segunda, com sete julgadores, considerando 14 atributos sensoriais: cor, irritação, aroma alcoólico, aroma amadeirado, ardência, sabor alcoólico, sabor adocicado, gosto amargo, sabor amadeirado, sabor residual alcoólico, gosto residual amargo, sabor residual amadeirado, ardência residual e adstringência. Os resultados, analisados segundo os critérios propostos por Stone e Sidel (1974), indicaram que os atributos cor, aroma alcoólico, aroma amadeirado e sabor alcoólico apresentaram as maiores médias, sendo considerados os mais representativos pelos julgadores das duas equipes. As análises estatísticas foram realizadas usando o software SAS 9.1, estabelecendo o perfil sensorial das duas equipes. A análise dos componentes principais explicou os seguintes percentuais das variações entre as amostras em relação aos 14 atributos sensoriais analisados: 91,13% - 81,48% pelo CP1 e 9,65% pelo CP2, para a equipe com 12 julgadores; 78,54% - 55,56% pelo CP1 e 22,99% pelo CP2, para a equipe com sete julgadores. O resultado da análise para avaliar o número de julgadores de uma equipe sensorial para aguardente e cachaça, considerou pelo teste de Duncan $p > 0,05$, que uma equipe com até três julgadores pode ser utilizada para analisar sensorialmente estas bebidas. Com base nestes resultados, é proposto um modelo para um protocolo de treinamento de julgadores para análise sensorial de aguardente de cana e cachaça.

ABSTRACT

PINHEIRO, Sandra Helena de Mesquita, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2010. **Sensory evaluation of the beverages industrial sugarcane spirits and cachaça: a contribution to the development of a protocol analysis.** Adviser: José Benício Paes Chaves. Co-Advisers: Deborah dos Santos Garrutti and Valéria de Paula Rodrigues Minim.

This work aimed at developing a sensory protocol for the beverages industrial sugarcane spirit and alambique cachaça. Sixteen brands of sugarcane spirits and alambique cachaças commercialized in Viçosa (MG) and Fortaleza (CE) were selected. Chromatographic analyses through Gas Chromatography coupled with Mass Spectrometry (GPC-MS), physico-chemical analyses and Quantitative Descriptive Analyses (QDA) were performed. As for chromatographic and physico-chemical analyses, all samples complied with Quality Standards established by Federal regulations of MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), with regard to: Alcohol Degree, Total Higher Alcohols, Furfural, Total Esters, Copper, Ethyl Carbamate, Total Aldehydes, sec-buthyl Alcohol, n-buthyl Alcohol, Methanol, Acrolein and Volatile Acids. Although this is not a legal requirement, the major volatile compounds (Acetaldehyde, Ethyl-acetate, Methanol, sec-Butanol, n-Propanol, Isobutanol and isoamyl-alcohol) were also analyzed and were within the expected levels. QDA analyses were performed with two trained sensory panel (the first one, with 14 judges; the second one, with 7), considering 14 sensory descriptors: color, irritation,

alcoholic aroma, woody aroma, ardency, alcoholic taste, sweet taste, bitter taste, woody flavor, residual alcoholic flavor, residual bitter taste, residual woody, residual ardency and adstringency. The results, analyzed according to the criteria proposed by Stone e Sidel (1974), pointed the descriptors color, alcoholic aroma, woody aroma and alcoholic flavor as those with highest averages, indicating that were the attributes more easily perceived by both assayer panel. Statistical analyses were done using the SAS 9.0 software by establishing the sensory profile of the two teams and the lowest number of assayers of a sensory teams for sugarcane spirit and alambique cachaça evaluation. Principal component analysis explained the following percentages of the variations between the samples, considering the 14 sensory descriptors: 91,13% - 81,48% by CP1 and 9,65% by CP2 for the 12 assayers team ; 78,54% - 55,56% by CP1 and 22,99% by CP2 for the 7 assayers team. The Duncan test, with $p>0.05$, pointed out the 3 assayers team as that with the highest average, followed by 4 assayers one. Based on these results, a protocol model to the training of assayers for sensory evaluation of sugarcane spirit and cachaça is proposed in the end of this document.

1. INTRODUÇÃO

A aguardente de cana e a cachaça estão entre as bebidas que mais investiram em controle de qualidade e marketing para mudar de status, prospectar no mercado internacional, e sepultar de vez o preconceito que ameaçava a bebida. As empresas tornaram as garrafas e os rótulos mais sofisticados, detalhes que surtiram efeito na estratégia de internacionalização do produto. Segundo dados do Instituto Brasileiro da Cachaça (IBRAC-2009), a exportação de aguardente de cana e da cachaça em 2008 aumentou 20% em volume e 18% em valor, comparado com 2007.

São produtos de importância econômica crescentes, cuja grande aceitação no mercado nacional e internacional impõe uma melhoria na qualidade destes produtos, e assim o estabelecimento de um controle químico e sensorial bem superior ao existente. Verificando o volume de produção nacional da aguardente de cana e da cachaça, torna-se fácil entender sua importância sócio-econômica. Cerca de 1,3 bilhão de litros são produzidos anualmente (ABRABE, 2009), volume que tem sido constante durante os últimos anos. Deste volume produzido anualmente, 30% são de cachaça de alambique e 70% da aguardente industrial. A conquista de um espaço no mercado externo depende, porém, do estabelecimento de padrões de qualidade para essa bebida, assim como de métodos analíticos apropriados que permitam garantir a manutenção desses padrões.

A diferença entre cachaça e aguardente, ou seja, a diferença entre a bebida produzida com tecnologia tradicional e aquela produzida com tecnologia industrial é de há muito conhecida por produtores e consumidores destes destilados. Entretanto, a despeito das diversas pesquisas realizadas sobre produção e qualidade sensorial destas bebidas nos últimos 10 a 15 anos, ainda não se tem resultados que possam consolidar ou caracterizar científica e tecnicamente esta diferença. A evidência mais clara desta falta de diferenciação é que o próprio Ministério da Agricultura, em seu papel de fiscalizar a produção e a comercialização da bebida, do ponto de vista sanitário, ainda não conseguiu estabelecer padrões de identidade e qualidade diferenciados, para a cachaça e para a aguardente de cana, embora a definição das duas bebidas já esteja consumada.

Em pesquisas científicas sobre aguardente e cachaça, encontram-se estudos de composição química e alguns testes sensoriais simplificados, excetuando os trabalhos desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista (GUAGLIONONI, 2009; MAÇATELLI, 2006; CARDELLO; FARIA, 1999; CARDELLO; FARIA, 1998), Universidade Estadual de Campinas (JANZANTTI, 2004) e Universidade Federal de Viçosa (CARVALHO, 2001; YOKOTA, 2002; YOKOTA *et al.*, 2003; YOKOTA, 2005; ARAÚJO, 2010).

Há um interesse concreto dos produtores de cachaça, manifestado por todos os movimentos de liderança do setor, tanto no Estado de Minas Gerais quanto em outros Estados do país, nesta diferenciação de qualidade e, que os pontos positivos da cachaça em relação à aguardente industrial sejam levados ao conhecimento dos consumidores. Esta diferenciação deverá ser feita tendo em vista o processo e o ambiente de fabricação e os indicadores de qualidade química e sensorial das bebidas. Neste contexto, o objetivo desta proposta é contribuir para o estabelecimento do perfil comparativo entre equipes de julgadores treinados para avaliar a qualidade sensorial das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique, estabelecer o número de julgadores necessários para uma equipe avaliar sensorialmente essas bebidas, gerando desta forma um modelo para protocolo de recrutamento, seleção e treinamento de equipes de julgadores para qualificação do destilado genuinamente brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico e evolução do negócio da aguardente e da cachaça

A história da cachaça se confunde com a própria história do Brasil. Foi a primeira bebida destilada na América Latina, descoberta entre os anos de 1534 e 1549, a partir da produção do açúcar de cana. Ali surgia a aguardente de cana genuinamente brasileira, denominada cachaça. Hoje, é a terceira no mundo, com cerca de 5 mil marcas, 30 mil produtores no Brasil e volume anual em torno de 1,3 bilhão de litros/ano. A aguardente de cana e a cachaça são considerados o terceiro destilado mais consumido no mundo e no mercado nacional tem 86% do *market share* dos destilados. Estima-se que no Brasil exista 1,2 milhão de pontos de vendas de cachaça (ABRABE, 2009).

Hoje ocupam as gôndolas dos supermercados e hipermercados e *delikatessem* aguardentes e cachaças que variam de R\$3,00 a R\$250,00 o litro. Estima-se, também; que atualmente já temos cerca de 5.000 marcas registradas e disputando espaço no mercado o que torna a competição nas gôndolas uma luta acirrada. A média de crescimento desse mercado vem se mantendo em torno de 10% ao ano, desde a década de 1990. Em 1980, o consumo nacional *per capita* foi da ordem de 4,8 litros; em 1990 subiu para 7,0 litros; em 2000, chegou a 11,0 litros; havendo estimativas de que em 2015 alcance a marca de 15,0 litros anuais por consumidor. Alguns institutos indicam, todavia, um consumo na faixa de 5,2 litros *per capita* (IBRAC, 2009)

Segundo o Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 e que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas:

Aguardente de cana é a bebida com graduação alcoólica de 38 a 54% vol a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até 6 g/L, expressos em sacarose.

Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% vol a 20 °C, obtida do mosto fermentado de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2009).

As exportações brasileiras da aguardente de cana e da cachaça ganharam forte impulso nos últimos anos. Em 2003 e 2004, somados, foram negociados 17 milhões de litros com o exterior gerando uma renda de aproximadamente U\$ 20 milhões. Apenas nos oito primeiros meses de 2005 o volume de negócios chegou a aproximadamente 7 milhões de litros. O Brasil exporta este produto para 45 países, mas essas vendas não atingem 1% da produção nacional que varia de 1,3 bilhão a 2 bilhões de litros. Apesar desses números, o Brasil exporta pouco e de forma inadequada, pois se estima que um terço do produto é vendido a granel, o que torna difícil o controle de origem e a agregação de valor ao produto. Os principais clientes destas bebidas no mercado internacional são: Alemanha, Paraguai, Uruguai, Portugal, Angola, Estados Unidos, Argentina, Itália, Bélgica, Espanha, Chile, França e Holanda. A Alemanha é nossa principal importadora de destilado com 2 milhões de litros em 2004 (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2006).

Em geral, os produtores de aguardente de cana e cachaça tentam impor suas marcas e *lay out* aos consumidores estrangeiros em vez de, a partir de uma pesquisa de tendências do mercado, comportamento e expectativas dos consumidores, estabelecerem um padrão único para o produto. Isso decorre da errônea hipótese de que aquilo que nos agrada automaticamente agradará a qualquer um em qualquer lugar. Mesmo sendo um preceito básico em marketing, a maioria das empresas que se aventura

no mercado externo não dispõe dos recursos ou mesmo motivação necessária para “construir” adequadamente o perfil e imagem de seus produtos.

2.2. Legislação sobre aguardente de cana e cachaça

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou em junho de 2005 a Instrução Normativa nº 13 que reitera a definição de cachaça e de aguardente e estabelece novas classificações para o produto envelhecido. A cachaça *Premium* deve conter 100% de cachaça, ou aguardente, envelhecida por um período não inferior a um ano. Já a Extra *Premium* também deve conter 100% de cachaça, ou aguardente, mas com envelhecimento mínimo de três anos. A terceira categoria é a envelhecida, que contém pelo menos 50% de cachaça reservada por um período não inferior a um ano. As normas exigem controle sobre contaminantes como carbamato de etila, acroleína, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, chumbo, arsênio, cobre e metanol (BRASIL, 2005).

Em âmbito nacional, os padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e cachaça são fixados pela Instrução Normativa nº 13, de 30 de julho de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que sofreu modificações posteriores pela Instrução Normativa nº 58, de 19 de dezembro de 2007, e pela Instrução Normativa nº 27, de 15 de maio de 2008. A Instrução Normativa nº 13 regulamenta a composição química do produto, bem como aponta os contaminantes e seus teores permitidos, proíbe a utilização de qualquer substância para alteração das características sensoriais do produto, define as classes de recipientes que podem ser utilizados para o armazenamento, regulamenta a rotulagem e classifica a bebida com relação ao tempo de envelhecimento (BRASIL, 2005; BRASIL, 2007; BRASIL, 2009). O licenciamento do produto para comércio está a cargo do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, por intermédio da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária (SDA). A Instrução Normativa nº 13/2005 dispõe sobre os padrões de identidade e qualidade da aguardente de cana e cachaça, mencionando especificamente os seguintes itens: grau alcoólico e teores de açúcares totais, acidez volátil em

ácido acético, alcoóis superiores (expressos pela soma do álcool n-propílico, álcool isobutílico e alcoóis isoamílicos), furfural somado a hidroximetilfurfural, aldeídos em acetaldeído e ésteres totais em acetato de etila.

Observa-se no Quadro 1, os Padrões de Identidade e Qualidade exigidos pela MAPA, para as bebidas aguardente de cana e cachaça.

Quadro 1 - Limites máximos permitidos pelo MAPA dos compostos e contaminantes da aguardente de cana e cachaça

Compostos	Limite máximo
Grau alcoólico real (%v/v)	38 - 54
Acidez volátil (mg/100 mL de AA)	150,0
Ésteres em acetato de etila (mg/100 mL de AA)	200,0
Aldeídos em aldeído acético (mg/100 mL de AA)	30,0
Furfural e hidroximetilfurfural (mg/100 mL de AA)	5,0
Soma dos alc. superiores: isoamílico, isobutílico e 1-propanol (mg/100 mL de AA)	360,0
Coef. de congêneres (mg/100 mL AA)	200,0 – 650,0
Cobre (mg/L)	5,0
Álcool metílico (metanol) (mg/100 mL de AA)	20,0
Carbamato de etila (µg/L)	150,0
Acroleína (mg/L de AA)	5,0
Álcool sec butílico (mg/100 mL de AA)	10,0
Álcool n-butílico (mg/100 mL de AA)	3,0

Fonte: BRASIL, 2005

No Regulamento Técnico para a Fixação de Padrões de Identidade e Qualidade para Cachaça (BRASIL, 2005), referente aos métodos oficiais de análises para destilados alcoólicos, destilados retificados e alcoólicos por mistura, a análise sensorial segue os seguintes procedimentos: I) Antes da abertura da embalagem da amostra, observar: a) aspecto, coloração, limpidez, presença de corpos estranhos; b) vazamentos (sistema de vedação); c) estufamento (gases) estado da embalagem; II) No ato de abertura da embalagem, verificar: a) imediatamente: o odor e a presença de gases (adicionados propositalmente ou devido a alguma anormalidade); b) por degustação: possível alteração da amostra; III) Após abertura da embalagem: a) Para eliminar interferentes (álcool, acidez e outros), submeter a amostra à ebulição moderada e, se necessário prosseguir a ebulição até obtenção de um resíduo, dissolver com um pouco de água e realizar a degustação: b) Para isolar componentes específicos, realizar

extrações com éter etílico (com meio ácido e meio neutro) e evaporar o solvente em banho-maria. Degustar, então, o resíduo ou solução aquosa do mesmo.

2.3. Influência das etapas de produção da aguardente e cachaça nas características sensoriais

O controle de qualidade nas etapas de produção da aguardente de cana e da cachaça tem fundamental importância, para agregar valor ao produto. Além disso, é necessário que os produtores, principalmente os pequenos, atualizem seus conhecimentos tecnológicos e introduza novas técnicas de análises de controle, como a análise sensorial, garantindo que a bebida chegue ao consumidor conforme as exigências legais. É necessário que o controle de qualidade seja mantido durante todo o processo produtivo das bebidas, seguindo passos de um fluxograma de produção, tanto seja numa indústria como num alambique.

Pode-se dizer ainda que, a identidade de um determinado produto, ou as características físico-químicas e sensoriais que o tornam distinto de outros produtos similares, dependem fundamentalmente, de quatro aspectos básicos: da matéria-prima utilizada na sua obtenção; das características do processo utilizado; das características do produto final e, de como o produto final é percebido pelos sentidos humanos, ou seja, de seu perfil sensorial.

2.3.1. Fermentação da aguardente e cachaça

O aroma e o sabor são características que diferenciam, identificam e oferecem qualidade a alimentos e bebidas. Vários são os fatores que influenciam nestas características. Neste sentido, mais de 100 compostos já foram identificados em vinhos e bebidas destiladas. Em vinhos e *brandies*, foi demonstrado que os ésteres e alcoóis superiores produzidos durante o processo fermentativo das leveduras contribuem para o aroma destas bebidas. O aroma de frutas presente no vinho, *brandy*, saquê e em outras bebidas é atribuído a compostos como o caproato de etila (maçã), acetato de isoamila (banana) e acetato de 2-feniletil (frutas, flores e mel)

(YOSHIZAWA, 1999; FALQUÉ *et al.*, 2001; NONATO *et al.*, 2001; LILLY *et al.*, 2006). Estudos sobre a produção de compostos aromatizantes pelas leveduras utilizadas na produção de bebidas, têm tido grande impulso nos últimos anos, como uma estratégia de melhoria da qualidade sensorial do produto. Isto também se explica pelo fato de que o consumo da cerveja, vinho e destilados tem aumentado significativamente.

Na produção da aguardente de cana e cachaça, a fermentação produz além do etanol, seu principal componente, uma variedade de outros compostos denominados secundários que são, juntamente com outros compostos formados durante a destilação e o envelhecimento, os principais responsáveis pelo aroma e sabor típicos destas bebidas (FARIA, 2003).

Em estudo desenvolvido por (OLIVEIRA; ROSA, 2005) foram produzidas 10 aguardentes utilizando-se 10 diferentes linhagens de leveduras, uma para cada aguardente, sendo 6 *Saccharomyces cerevisiae*, além de *Cândida apicola*, *Kloeckera javanica*, *Pichia subpelliculosa* e *Schizosaccharomyces pombe*. As aguardentes foram padronizadas com teor alcoólico de 38-39°GL e submetidas a teste de aceitação, utilizando-se escalas hedônicas de nove pontos. Através dos resultados obtidos os autores verificaram que as aguardentes produzidas apresentaram variações nos teores e nas relações entre os principais compostos voláteis, mas estas não resultaram em diferenças perceptíveis em relação ao aroma, sabor e impressão global. A aguardente produzida pela *S. pombe* foi uma exceção, com aroma considerado pior em relação a uma linhagem de *Saccharomyces*, o que indica que as leveduras *Cândida apicola*, *Kloeckera javanica*, *Pichia subpelliculosa* estudadas, presentes nas fermentações artesanais de caldo de cana, não exercem influência negativa sobre a qualidade sensorial da cachaça.

2.3.2. Destilação da aguardente e cachaça

O conhecimento de substâncias de impacto sensorial que compõem uma bebida destilada é fundamental no monitoramento da produção, na modificação de suas características e/ou no controle de qualidade da bebida. Na destilação ocorre a separação, a seleção e a concentração destas substâncias.

Segundo Faria (2000), o mosto, que após a fermentação passa a ser denominado vinho, apresenta uma composição variável de substâncias gasosas, sólidas e líquidas. O gás carbônico, dissolvido em pequena proporção no vinho, é seu principal componente gasoso. Os sólidos são basicamente constituídos pelas células de leveduras e bactérias, sais minerais, açúcares que não fermentaram e impurezas mecânicas em suspensão. A fase líquida do vinho é constituída pela água e pelo etanol, componentes mais importantes do ponto de vista quantitativo, e em quantidades menores pelos chamados compostos secundários, principais responsáveis pelas características sensoriais das bebidas destiladas.

Quando o vinho de cana é submetido à operação de destilação, resultam duas frações denominadas flegma e vinhaça. A primeira, que é o produto principal da destilação do vinho, é constituída de uma mistura hidroalcoólica impura, cuja graduação depende do aparelho utilizado na destilação do vinho de cana. A vinhaça, que recebe várias denominações regionais, como vinhoto, garapão, restilo etc., é o resíduo da destilação do vinho de cana. Sua riqueza alcoólica deve ser nula, porém, nela se acumulam todas as substâncias fixas do vinho de cana, bem como uma parte das voláteis (NOGUEIRA; FILHO, 2005).

O material de construção do alambique influencia o teor de compostos voláteis. Segundo estudos realizados por Faria e Pourchet (1989) e Nascimento *et al.* (1998), aguardentes destiladas em alambiques de cobre apresentaram teores de aldeídos e metanol superiores às aguardentes destiladas em alambique de aço inox, que por sua vez continham teores maiores de dimetilsulfeto, alcoóis superiores e ésteres. Segundo (FARIA *et al.*, 1993), a utilização de aço inoxidável na construção de alambiques afeta as características sensoriais da aguardente, reduzindo a qualidade sensorial e produzindo um odor de enxofre desagradável no produto final. Uma alternativa é a utilização de cobre nos alambiques, capaz de reduzir significativamente os teores de dimetilsulfeto, o principal composto responsável pelo defeito sensorial das aguardentes de cana destiladas na ausência de cobre (FARIA, 2000).

A bidestilação consiste em realizar, no mínimo, duas destilações sucessivas, podendo esta ser efetuada tanto em alambiques intermitentes

como em colunas contínuas. Este processo permite a obtenção de uma aguardente de qualidade superior a qualquer outra proveniente de uma única destilação, apresentando teor alcoólico, acidez, sabor e aroma agradáveis (NOGUEIRA; FILHO, 2005).

A bidestilação da aguardente de cana, prática normalmente adotada na produção de outras bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum, foi proposta pela primeira vez por NOVAES (1994), visando a obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido. Recentemente, vem sendo implementada a técnica de bidestilação, visando a reestruturação do perfil dos compostos orgânicos secundários das aguardentes de cana produzidas em alambiques, com o objetivo de obter uma bebida sensorialmente diferenciada, pela seletividade de frações voláteis desejadas, redução de acidez volátil, do teor de cobre e de ésteres e visando ainda possibilitar o controle, redução ou eliminação de compostos não permitidos pela legislação, como metanol, furfural e carbamato de etila (FORLIN, 2005).

2.3.3. Envelhecimento da aguardente e cachaça

A aguardente de cana e cachaça recém-destilada, de coloração branca, apresenta um sabor agressivo e levemente amargo. O envelhecimento, além de melhorar o aroma e o sabor, pode modificar a coloração, de branca para amarelada, e tornar a bebida macia, aveludada, atenuando a sensação secante do álcool. O envelhecimento em tonéis de madeira é mais recomendável, não havendo a necessidade de prévio arejamento, já que a porosidade da madeira permite o fluxo do oxigênio. A madeira internacionalmente admitida como sendo a melhor para bebidas é o carvalho, seja de origem francesa ou americana. As madeiras nacionais mais usadas para envelhecimento de aguardente e cachaça são: bálsamo, jatobá, freijó, ipê, amburana, peroba, jequitibá, louro, grápia, e outras, de acordo com as disponibilidades regionais. As condições climáticas sugeridas para o envelhecimento são: o uso de local fresco, com temperatura entre 15 e 20 °C, umidade relativa de 70 a 90%, e com arejamento adequado (CAMPOS, 2000; YOKOYA, 1995).

O envelhecimento em tonéis de madeira é considerado uma das etapas mais importantes no processo de fabricação da aguardente de cana e cachaça, porém ainda é considerada etapa opcional pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2003). Esta define cachaça envelhecida como a bebida que contém, no mínimo, 50% de cachaça ou aguardente de cana envelhecida em recipiente de madeira apropriado, por um período não inferior a um ano, podendo ser adicionada de caramelo para a correção da cor.

A realização do *blend* ou misturas entre bebidas envelhecidas e bebidas recém-destiladas é, entretanto, procedimento tradicionalmente empregado por produtores de várias regiões do mundo, chegando inclusive a ser um diferencial entre uma ou outra marca de destilado. Essa operação é a única empregada em escala industrial e descrita oficialmente para a aguardente brasileira, o que é feito inclusive com a adição de açúcar e caramelo. Isto resulta em graves problemas para a nossa bebida que contribuem na condução incorreta dos cortes, no atesto dos tonéis mais antigos provocando alterações no padrão e no tempo de envelhecimento, o que ainda é piorado pela capacidade excessivamente elevada dos tonéis utilizados que variam de 2.000 a 50.000 litros, diminuindo a relação área de contato/volume (CAMPOS, 2000).

A Instrução Normativa nº 13, de 29 e junho de 2005, acrescenta na definição que o recipiente para o envelhecimento da aguardente deve ter capacidade máxima de 700 litros (BRASIL, 2005). De acordo com Piggott *et al.* (1989), o envelhecimento de bebidas consiste em armazená-las adequadamente em barris de madeira por um tempo determinado, ação que produz mudanças na composição química, no aroma, no sabor e na cor da bebida e, portanto, na qualidade sensorial. Durante o envelhecimento ocorrem inúmeras transformações, incluindo as reações entre os compostos secundários provenientes da destilação, a extração direta de componentes da madeira, a decomposição de algumas macromoléculas da madeira (lignina, celulose e hemicelulose) e sua incorporação à bebida e ainda as reações de compostos da madeira entre si e com os componentes originais do destilado.

Diferentes estudos já demonstraram que o envelhecimento da aguardente de cana em barril de carvalho promove o aumento da aceitação e

mudanças favoráveis no perfil sensorial (CARDELLO; FARIA, 1997). Com o decorrer do tempo de envelhecimento, novas características sensoriais são desenvolvidas, como aroma e sabor de madeira, aumento da intensidade e duração da doçura, coloração amarela e a diminuição significativa da agressividade e do aroma e sabor alcoólico (CARDELLO; FARIA, 1998).

O carvalho é uma madeira importada e seu custo torna-se dispendioso ao setor produtivo da aguardente de cana e cachaça envelhecida. Dada a grande variedade de madeiras brasileiras e a dependência externa do uso do carvalho, vários estudos têm sido feitos para avaliar a viabilidade do uso de espécies de madeiras brasileiras para este fim. Um estudo desenvolvido por Faria *et al.* (1996), revelou que madeiras nacionais podem proporcionar a obtenção de aguardentes com aceitação sem diferenças significativas do carvalho. Madeiras como pereiro, jatobá, bálsamo, pau d'arco e amendoim não apresentaram diferenças significativas em relação ao aroma; amendoim e pereiro em relação ao sabor e amendoim e louro em relação à cor quando comparadas ao carvalho. Em contrapartida, um estudo realizado por Boscolo (1996) comparando aguardentes envelhecidas por 12 meses em tonéis (8 L) de carvalho, amendoim e pereiro, a madeira de maior aceitação foi o carvalho.

Borragini e Faria (2010) avaliaram a redução do tempo de envelhecimento da cachaça, utilizando a circulação forçada da bebida em ancorotes de carvalho (*Quercus* sp) e verificaram o efeito da presença de ar no sistema introduzindo uma etapa de aeração, realizada diariamente durante doze minutos. As amostras assim obtidas foram comparadas com amostras do mesmo lote, submetidas, porém, ao processo tradicional de envelhecimento. Os resultados revelaram que as amostras de cachaça submetidas ao envelhecimento forçado sob aeração apresentaram, ao longo de seis meses, menor extração dos componentes da madeira, menor teor de acidez e aceitação ligeiramente superior em relação aos atributos cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade, quando comparadas às amostras submetidas ao envelhecimento tradicional, revelando que a injeção de ar no sistema de circulação forçada pode influenciar positivamente algumas características físico-químicas e sensoriais.

Em trabalho realizado por Cardello e Faria (1997) com o envelhecimento da cachaça em carvalho, foi demonstrado que a aceitação da bebida teve aumento crescente para atributos como: cor, aroma, impressão global. O envelhecimento total foi de 48 meses. Segundo Cardello e Faria (1998), após esse período em tonel de carvalho, a cachaça apresentou aroma de madeira, doçura inicial e residual, aroma de baunilha, coloração amarela, gosto inicial e residual de madeira pronunciados, sabor inicial e residual de álcool, significativamente inferior aos das amostras obtidas com o tempo de envelhecimento inferior e submetido à mesma análise.

Alterações com os valores de extrato seco ocorrem durante o envelhecimento. Extrato seco é o produto resultante da evaporação dos constituintes voláteis dos destilados. Esse resíduo é constituído de material não volátil e compostos inorgânicos das bebidas recém-distiladas e envelhecidas. Uma cachaça recém-distilada apresenta teores de extratos menores que a mesma cachaça quando envelhecida, que têm seus extratos primitivos somados com os valores adquiridos durante o envelhecimento. Deste modo, à medida que ocorre o envelhecimento de um destilado em condições normais, o teor de extrato vai aumentando. Porém, este aumento por si só não serve de parâmetro de envelhecimento de uma bebida, uma vez que diferentes teores de extratos podem ser encontrados em diferentes bebidas de qualidade renomada. Outros fatores devem ser levados em consideração como: a madeira usada na conservação do reservatório, o teor alcoólico inicial da bebida a ser envelhecida., a temperatura e umidade do ambiente, tipo de tratamento dado à madeira e o tempo de envelhecimento (CAMPOS, 2000).

De acordo com Cardoso *et al.* (2006), 15 a 20 espécies de madeira estão sendo comparadas com o carvalho. Munidos de um espectrômetro de massas de múltiplo estágio, capaz de verificar, por exemplo, a estrutura e o massa molar de compostos químicos, os pesquisadores estão analisando polifenóis extraídas da madeira pela bebida.

Aquino (2004) analisou por cromatografia líquida de alta eficiência – CLAE compostos fenólicos de baixo peso molecular (ácido gálico, 5-hidroximetilfurfural, furfural, ácido vanílico, ácido siríngico, vanilina,

siringaldeído, coniferaldeído, sinapaldeído e cumarina) em cachaças envelhecidas, originadas das regiões produtoras do Estado do Ceará e em extratos de *Amburana cearensis*. O objetivo foi o de estabelecer o perfil destes compostos na cachaça cearense e de avaliar o potencial dos extratos de *Amburana* como fonte destes compostos para cachaças no período de envelhecimento. O trabalho forneceu importantes informações para a condução do envelhecimento de cachaças, com ou sem o emprego de extratos, e ainda para a avaliação da veracidade, ou não, do envelhecimento atribuído a uma cachaça.

O tempo de armazenamento deve variar de acordo com as características do barril (tipo de madeira, idade e tamanho) e com as condições ambientais do local de armazenamento (temperatura e umidade). Não é, portanto, correto dizer que a bebida melhora de qualidade indefinidamente com o tempo de armazenamento. Quanto maior o tempo de contato do destilado com a madeira, maior será a extração de componentes, que, em excesso, podem incorporar um sabor amargo à bebida. O contato exagerado com a madeira também pode acarretar um aumento indesejável da acidez volátil, dependendo das condições do barril ou tonel (AQUINO *et al.*, 2006).

A literatura internacional, principalmente a referente ao uísque e ao vinho, aponta vários compostos que podem ser utilizados como marcadores de envelhecimento em bebidas. Entre eles, temos os compostos fenólicos de baixa massa molar (ácido gálico, 5-hidroxiacetilfurfural, furfural, ácido vanílico, ácido siríngico, vanilina, siringaldeído, coniferaldeído, sinapaldeído e cumarina), que são extraídos da madeira durante o seu período de envelhecimento por vários mecanismos de degradação da celulose, hemicelulose e da lignina, que se constituem nos componentes majoritários da madeira (AQUINO *et al.*, 2006).

Durante o envelhecimento são gerados outros congêneres que agregam valores sensoriais e, conseqüentemente, financeiros aos destilados. Em função das peculiaridades existentes no processo de envelhecimento, como: os aspectos da tanoaria (capacidade do recipiente, tipo de madeira, intensidade da sua queima, utilização do tonel etc.), os aspectos ambientais (temperatura e umidade) e o tempo de guarda

propriamente dito; um destilado pode ser detentor de características singulares que o valorize e o destaque em relação aos demais.

Embora não seja ainda possível determinar, com exatidão o tempo de envelhecimento de uma bebida apenas com base na quantificação dos compostos fenólicos de baixo peso molecular, sua determinação pode ser utilizada como indicativo de sua autenticidade, uma vez que estes compostos não são encontrados em aguardentes não envelhecidas. Esta análise é bastante útil no controle de qualidade da bebida, já que a legislação brasileira permite a adição de corante caramelo para correção de cor de cachaças envelhecidas. Entretanto a adição deste corante em cachaças não envelhecidas pode levar o consumidor a crer que está adquirindo um produto envelhecido. Dessa forma, a presença ou ausência de marcadores de envelhecimento na bebida pode revelar à fraude ou atestar sua qualidade (AQUINO *et al.*, 2006).

2.4. Importância dos produtos secundários na qualidade sensorial da aguardente de cana e cachaça

Produtos secundários são todas as substâncias formadas durante a fermentação alcoólica, excetuando, os produtos principais (álcool e gás carbônico). Esses produtos, normalmente, são encontrados em pequenas quantidades e muitas vezes são difíceis de serem determinados ou quantificados (YOKOYA, 1995).

As quantidades mensuradas de compostos secundários variam muito entre as diversas marcas comerciais de aguardente e cachaça devido a condução da fermentação e destilação, ultrapassando, em alguns casos, os níveis permitidos pela legislação (MAPA, 2005). Torna-se, portanto, necessário o controle físico-químico do processo de fabricação destas bebidas (CERDAN *et al.*, 2002; AQUARONE *et al.*, 1983; PIGGOTT *et al.*, 1989). Além disso, não há padrão legal definido entre os processos de destilação, ou seja, entre aguardente de coluna, ou destilada em coluna de retificação, e cachaça de alambique, destilada em alambique de cobre e, ou, aço inoxidável, pois os compostos secundários (aldeídos, ésteres, outros) estão presentes em ambas, independentemente do processo de destilação. Portanto, o manejo, o controle e a sistematização das operações unitárias da

fermentação e destilação são fatores fundamentais no desenvolvimento dos compostos secundários destas bebidas, atuando como estratégias de melhoria físico-química, sensorial e rendimento industrial da aguardente e cachaça comercial de qualidade.

Considerando-se ainda a aguardente de cana e a cachaça, seu aroma e sabor característicos são derivados dos seus compostos secundários, produtos derivados principalmente da fermentação alcoólica que acompanham o destilado e, como todas as bebidas fermento – destiladas, são constituídos basicamente por alcoóis, aldeídos, ácidos graxos e ésteres (FARIA *et al.*, 2003).

A acidez de uma cachaça é de grande importância, constituindo um fator de qualidade, uma vez que durante sua produção os ácidos reagem com os alcoóis presentes, aumentando a formação dos ésteres, que são um dos constituintes responsáveis pelo aroma da bebida. O excesso de acidez promove sabor indesejado e ligeiramente “agressivo” em aguardente de cana, depreciando a qualidade da bebida (CHERUBIN, 1998).

Os principais ácidos presentes em bebidas destiladas são: fórmico, acético, propiônico, butírico, ácido hexanoico, ácido decanoico, láurico, mirístico e succínico. O ácido acético é quantitativamente predominante e sua concentração varia de (60-95) % da acidez total (NYKANEN; NYKANEN, 1991). Lehtonem e Jounela-Erikson (1983) também afirmaram que o ácido acético constitui (75-85) % da quantidade total de ácidos presentes nas bebidas alcoólicas. Apesar do ácido acético ser predominante, o principal ácido formado pela levedura é o succínico e pode ser obtido por duas vias: a reductiva e a oxidativa, esta, prioritária em leveduras (ALVES, 1994).

Muitos produtos secundários são oriundos de substâncias que constituem impurezas do caldo ou de componentes celulares da levedura. Assim, os alcoóis superiores e parte do ácido succínico são resultantes do metabolismo de aminoácidos. Responsável por atuar no aroma de bebidas alcoólicas, os alcoóis superiores, são produzidos, a partir da degradação de alguns aminoácidos e sua produção tende a aumentar quando há lentidão no processo fermentativo. Variáveis como armazenamento prolongado da cana, temperatura não controlada durante a fermentação, pH do mosto, níveis de inoculação, linhagem da levedura, quantidade de nitrogênio

presente, grau de aeração durante a fermentação etc., influenciam no aumento desses alcoóis superiores (CARUSO *et al.*, 2008).

Os alcoóis superiores na destilação passam para o destilado juntamente com os ésteres, que também são responsáveis pelo aroma característico da aguardente. Em uma aguardente de boa qualidade, os alcoóis superiores e ésteres devem estar numa proporção de 1:1 entre esses grupos. O óleo fúsel, que representa alcoóis superiores: amílico, isoamílico, propílico, isopropílico e butílico, em teor elevado desvaloriza aguardente. Os alcoóis hexílico, heptílico e octílico são produzidos em quantidades mínimas. A formação de alcoóis superiores a partir de aminoácidos é feita através da reação de desaminação e descarboxilação. Assim, a isoleucina resulta em álcool amílico (álcool amílico ativo), a leucina em álcool isoamílico e a valina em álcool isobutílico. A formação de alcoóis superiores é maior quando a fermentação é mais demorada resultante da atividade de fermento mais fraco (YOKOYA, 1995; SOUZA, 2006).

Os ésteres podem ser oriundos da reação de esterificação entre um ácido e um álcool. Essa reação pode ser catalisada por enzimas, esterase, ou pode ser efetuada quimicamente sem a interferência de enzimas. Os ácidos graxos e alcoóis liberados das células podem sofrer esterificação no vinho e na aguardente dando ésteres que normalmente possuem aromas bem intensos. O aroma típico, agradável, pungente e suave que a aguardente adquire com o envelhecimento deve-se principalmente à formação de ésteres relativamente aromáticos, os quais contribuem para a formação do buquê. São formados em reações de esterificação entre alcoóis e ácidos carboxílicos durante o processo oxidativo (PIGGOTT, 1989). O principal éster encontrado na cachaça é o acetato de etila que, em pequenas quantidades na aguardente, incorpora um aroma agradável de frutas; no entanto, em grandes quantidades, confere à cachaça um sabor indesejável e enjoativo.

O furfural, um aldeído presente em algumas aguardentes, é um composto oriundo das pentoses da madeira, é também um produto de pirogênese pela queima do material orgânico depositado no fundo das caldeiras dos aparelhos aquecidos a fogo direto, sobretudo de células de leveduras. Seu teor varia em função do conteúdo desse material no vinho e da intensidade da aplicação do fogo para destilar. O envelhecimento

tende a aumentar a concentração de furfural, devido à extração e modificações dos componentes da madeira (SINGLETON, 1995; LIMA, 1992). A sua formação é evitada pela destilação do vinho limpo, livre de substâncias orgânicas em suspensão. Nas aguardentes envelhecidas, em que aroma e sabor estão mais suavizados, o furfural pode ser oriundo da ação de ácidos sobre as pentoses e seus polímeros (hemicelulose) e portanto, pode ser, pelo menos em parte, proveniente da madeira usada na construção de tonéis (FARIA, 2003).

Durante a fermentação alcoólica o gás carbônico é formado no citossol (parte líquida do citoplasma) pela reação de descarboxilação do ácido pirúvico. Essa reação é conduzida por caboxilase do acetaldeído, que produz gás carbônico e acetaldeído (aldeído acético) que é reduzido para etanol por uma desidrogenase. O aldeído acético pode ser liberado no vinho em casos excepcionais dando um dos produtos secundários. Esse e outros aldeídos (fórmico, butírico, isobutírico, valérico e caproico) participam na composição do aroma e sabor da aguardente (YOKOYA, 1995).

2.5. Influência dos contaminantes e defeitos da aguardente e cachaça na qualidade sensorial

A Instrução Normativa nº 13, de junho de 2005, que reitera a definição de aguardente de cana e cachaça, exige controle sobre contaminantes como carbamato de etila, acroleína, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, chumbo, arsênio, cobre e metanol (BRASIL, 2005).

Nas cachaças, o cobre aparece com frequência, principalmente nas destiladas em alambique de cobre. No Brasil é permitido atualmente um limite máximo de 5 mg/L (BRASIL, 2005), porém o mesmo não ocorre quando se trata do mercado internacional, pois o excesso deste metal é considerado nocivo à saúde (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992). A redução ou eliminação do cobre pode ser obtida com a substituição do cobre dos alambiques por outro material, como o aço inoxidável, desde que se use o cobre na parte ascendente. O uso deste dispositivo de cobre se faz necessário para a manutenção das características sensoriais da bebida, evitando o aparecimento de odor de enxofre quando a destilação é realizada em alambiques de outros materiais (FARIA, 2003)

Há correlação negativa entre os teores de enxofre das aguardentes de cana e sua aceitabilidade (ISIQUE *et al.*, 1999). O defeito da qualidade de aguardentes destiladas na ausência de cobre foi relacionado primeiramente com altos teores de enxofre (FARIA *et al.*, 2004) e mais recentemente com a presença de dimetilsulfeto, que em concentração acima de 5,0 mg/L pode causar o defeito sensorial de enxofre (TOLEDO; FARIA, 2004).

Alguns dos compostos presentes nos destilados podem ser consumidos nas reações químicas que ocorrem durante o envelhecimento. A acroleína, que tem um forte odor pungente, é transformada após dois a três anos em 1,1,3 – trietoxipropano. Alguns compostos sulfurados também decrescem durante o envelhecimento. A extração da madeira é indispensável para o decréscimo de compostos sulfurados como o dimetilsulfeto (FARIA *et al.*, 2000).

Considerando-se as indesejáveis características sensoriais dos compostos sulfurados e o papel negativo que podem representar na qualidade das aguardentes, Isique *et al.* (1998) submeteram amostras de aguardentes de cana, de quatro diferentes marcas comerciais, a testes de aceitabilidade quanto ao aroma, sabor e impressão global, realizados por uma equipe de 30 julgadores, em cabines individuais, utilizando-se escala hedônica de 9 centímetros. Os autores verificaram que há uma correlação negativa significativa ($p \leq 0,05$) entre os teores de enxofre e a aceitabilidade das amostras de aguardentes.

Outros contaminantes relacionados com a produção de aguardente são a presença de etilcarbamato e de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (BETTIN *et al.*, 1999). O etilcarbamato, que ocorre naturalmente em baixas concentrações na fermentação de bebidas alcoólicas, apesar de não ser volátil, pode contaminar a bebida por meio da destilação de seus precursores (ureia e álcool etílico) (BOSCOLO *et al.*, 2002). A ureia pode ser produzida durante o processo fermentativo, devido ao metabolismo das leveduras ou ser adicionada, através da suplementação, à dorna de fermentação (POLASTRO *et al.*, 2001). No caso de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, a contaminação pode ocorrer no caldo durante a extração nas moendas, por contaminação dos óleos lubrificantes ou durante a destilação em colunas.

O envelhecimento em barris de madeira é etapa importante na produção de bebidas destiladas, pois afeta acentuadamente na composição química e na formação do aroma, do sabor e da cor (DIAS *et al.*, 2002). Além deste fato, o armazenamento em madeira pode funcionar como um impedimento da passagem de luz para a cachaça, visto que a luz pode ser um fator que contribui para a formação do carbamato de etila (BATTAGLIA *et al.*, 1990; NAGATO *et al.*, 2003).

Também se deve ter uma preocupação com a presença de metais nas cachaças. Foram analisados 15 íons metálicos (ferro, cobalto, potássio, sódio, cálcio, magnésio, zinco, manganês, cobre, cromo, níquel, lítio, cádmio, chumbo e mercúrio) em 56 aguardentes industriais, 12 cachaças artesanais e 9 bebidas importadas. Os metais considerados tóxicos, como mercúrio e cádmio, não foram detectados ao nível de miligrama por litro. Chumbo, zinco e cobre estavam presentes em concentrações muito baixas, não constituindo risco para a saúde dos consumidores de cachaças. Porém, algumas cachaças artesanais apresentaram teores elevados de alguns metais, ultrapassando os limites de concentração previstos por lei; isto se deve à falta de controle químico e sensorial dos produtos obtidos por pequenos produtores (NASCIMENTO *et al.*, 1999).

Os aminoácidos, juntamente com os polissacarídeos, as dextranas e os polifenóis podem participar do processo de formação de precipitados em bebidas fermentadas e destiladas, denominados de flocos, que não são prejudiciais à saúde ou ao sabor, mas depreciam o aspecto visual da bebida e concomitante sua qualidade sensorial. Além disso, os aminoácidos são possíveis precursores do carbamato de etila, como no caso da arginina, cuja degradação pelas leveduras produz ornitina e ureia (POLASTRO *et al.*, 2001).

2.6. Análise sensorial da aguardente e da cachaça

No mercado brasileiro, convivem atualmente, dois produtos que apesar de terem o mesmo nome “cachaça” e a mesma matéria-prima, a cana-de-açúcar, tem processos de produção diferenciados e são sensorialmente produtos distintos.

Uma cachaça de qualidade necessita de cuidados desde a colheita da cana à destilação do vinho. Bem conduzidas todas as etapas do

processamento, esta apresentará, características químicas dentro das especificações legais. Porém, a falta de tempo necessário para o descanso pode frustrar as expectativas sensoriais dos consumidores mais exigentes, em função da presença de substâncias de odor e sabor desagradáveis (NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2005).

A aguardente de cana e a cachaça são muito apreciadas por seu sabor e aroma característicos, que são decorrentes dos processos de fermentação, destilação e envelhecimento em tonéis de madeira, sendo denominada de bebida envelhecida a que contiver no mínimo 50% de aguardente de cana e, ou, cachaça envelhecida em barris de madeira, por um período não inferior a um ano, podendo ser adicionada de caramelo para a correção da cor. Claramente impulsionado pela necessidade de conquista do mercado externo, existe um esforço do setor produtivo da pesquisa para a melhoria da qualidade da cachaça. A descrição qualitativa e quantitativa dos compostos químicos presentes em cachaça tem recebido constante atenção por parte de diversos centros de pesquisa. No entanto, a caracterização da cachaça somente sobre o ponto de vista químico, apesar de extremamente relevante, não é suficiente, necessitando ser complementada pelo conhecimento dos atributos sensoriais da bebida.

A definição das substâncias de impacto sensorial que compõem uma bebida destilada é fundamental no monitoramento da produção, na modificação de suas características e para o controle de sua qualidade. A correlação entre os componentes responsáveis pelo aroma, sabor e aspecto visual com a qualidade da bebida são objetos da análise sensorial. Essa continua sendo a principal forma de avaliar a qualidade.

Os testes sensoriais são incluídos como garantia da qualidade nas indústrias de alimentos e bebidas por diversas razões. Podem identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir características sensoriais importantes de um produto, serem capazes de detectar particularidades que não podem ser detectadas por procedimentos analíticos e serem capazes de avaliar a aceitação de produtos (MUÑOZ *et al.*, 1992). A literatura sobre a qualidade sensorial de cachaça é escassa (CARDELLO; FARIA, 1998; YOKOTA, 2005), porém as crescentes exigências do mercado têm feito crescer a preocupação com a qualidade dessa bebida.

Cardello e Faria (2000) analisaram 11 amostras de aguardentes de cana envelhecidas e não envelhecidas por testes sensoriais afetivos e análises estatísticas uni e multivariada. As aguardentes estudadas compreenderam seis amostras comerciais de diferentes marcas, (sendo três não envelhecidas e três envelhecidas) e ainda outras cinco amostras correspondentes a zero, 12, 24, 36 e 48 meses de envelhecimento em um tonel de carvalho de 200L. As amostras foram avaliadas por 100 julgadores consumidores do produto, recrutados por questionário de avaliação quanto à afetividade. Para os testes afetivos foi utilizada escala hedônica não estruturada de 9 cm, sendo os dados obtidos avaliados por dois métodos estatísticos distintos: o Mapa de Preferência Interno (MDPREF) e a análise de variância univariada (ANOVA) com comparação de médias pelo teste de Tukey e análise de correlação. As amostras de aguardente envelhecidas por 12, 36 e 48 meses obtiveram maior aceitação, com médias ao redor de 7,0 na escala hedônica. A amostra com menor aceitação foi a correspondente ao tempo zero de envelhecimento (controle). As demais amostras obtiveram aceitação intermediária. O MDPREF confirmou os resultados da ANOVA, indicando uma maior aceitação dos julgadores pelas amostras de aguardentes envelhecidas. Os resultados sugeriram também que aguardentes envelhecidas por mais de 24 meses em tonel de carvalho de 200L são preferidas pelos consumidores, em detrimento das comerciais não envelhecidas e mesmo das comerciais envelhecidas, que podem ser adicionadas de aguardente não envelhecida (processo denominado corte) e também ter correção da cor, conforme permite a Legislação Brasileira.

Odelo *et al.* (2009), analisando o perfil sensorial de 20 amostras de cachaças comerciais, 8 não envelhecidas e 12 envelhecidas, concluíram através de testes de aceitação e análise descritiva, utilizando os atributos: oleosidade, intensidade de cor amarela, calor, ardor, doce, acidez, maciez/suavidade, amargor, floral, frutado, madeira e álcool, indicaram que as cachaças melhores classificadas foram as envelhecidas em barris de carvalho por um período não inferior a 24 meses. Em contrapartida, as piores cachaças apresentaram como principais características o não envelhecimento, elevada porcentagem alcoólica e elevado teor de dimetilsulfeto. Análises quimiométricas de ACP (análise de componentes

principais) e HCA (análise de agrupamento hierárquico) foram capazes de distinguir as cachaças analisadas por meio das variáveis sensoriais. Da análise de componentes principais (ACP) resultou a identificação de três grupos distintos formados por amostras envelhecidas em carvalho, envelhecidas em jequitibá e não envelhecidas. Confirma-se, portanto, que o envelhecimento da cachaça é um importante parâmetro para a melhoria da sua qualidade sensorial, uma vez que esta etapa afeta a intensidade da cor amarela, o sabor de madeira, o gosto doce e o aroma de frutas, e diminui os aromas considerados negativos, como acidez, sabor de álcool e amargor.

Dornelles *et al.* (2009), determinando o perfil sensorial da aguardente de cana produzida através da fermentação alcoólica com grânulos de Kefir e comparando-a ao produto obtido tradicionalmente, utilizando ADQ e teste de aceitação, concluíram que a cachaça com Kefir apresentou maior intensidade de aroma alcoólico e gosto amargo, obtendo menor aceitação global que a cachaça de levedura. Atribuíram essa menor aceitação, da cachaça produzida com Kefir, por esta ser um produto novo com sabor diferenciado do produto tradicional. Entretanto concluíram ainda que o produto foi considerado de grande potencial, visto que apresentou satisfatório percentual de aprovação entre os consumidores e que resultados melhores poderiam ter sido obtidos, se a cachaça de Kefir tivesse sido submetida ao envelhecimento.

Rota e Faria (2009), com base nos resultados referentes às amostras de cachaça destiladas em alambique de cobre, constataram que o processo de bidestilação apresentou efeitos positivos na aceitação da bebida em relação ao sabor, impressão global, aroma alcoólico, sabor de álcool e sabor residual. No caso das amostras obtidas em alambique de inox, a bidestilação somente apresentou efeitos positivos na aceitação em relação aos atributos aroma, aroma alcoólico e sabor residual. De acordo com os resultados obtidos, foi possível afirmar que o processo de bidestilação aponta para resultados positivos do ponto de vista sensorial, principalmente quando se utilizam alambiques de cobre.

Magnani (2009) realizou um estudo comparativo entre amostras de rum e de cachaça obtidas em laboratório sob condições praticamente idênticas, visando estabelecer seus perfis sensoriais e descrever similaridades e diferenças entre essas bebidas. Obteve quatro amostras, sendo uma de

aguardente de melão, outra de cachaça e mais duas envelhecidas, sendo uma de rum e outra de cachaça envelhecida, que tiveram seus perfis sensoriais determinados por Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), por uma equipe de 7 julgadores treinados. Para descrever e comparar os perfis sensoriais das diferentes amostras foram levantados e quantificados 17 atributos sensoriais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), testes de média de Tukey e análise de componentes principais (ACP). Os resultados revelaram haver diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as características sensoriais das amostras e onde os dois primeiros componentes principais explicaram juntos 98,49% (ACP) das variações entre as amostras em relação aos seus atributos sensoriais. Os atributos que contribuíram para a diferenciação do rum e da cachaça envelhecida foram cor dourada, corpo, turbidez, aroma amadeirado, sabor amadeirado, sabor adocicado e viscosidade, enquanto que as amostras de aguardente de melão e cachaça sem envelhecer foram diferenciadas pelos atributos aroma metálico, sabor metálico e pungência. Os resultados mostraram ainda que o processo de envelhecimento proporcionou aumento maior da intensidade dos atributos sensoriais mais favoráveis na cachaça envelhecida.

Souza (2006), identificando as substâncias químicas responsáveis pelo aroma de amostras de cachaça de alambique e de rum comercial tratadas pelo processo de irradiação, por meio de análises instrumentais e sensoriais, afirmou haver forte correlação entre a concentração dos compostos voláteis analisados com a dose de radiação aplicada (0,150 e 300 Gy), em todas as amostras. De acordo com os testes triangulares, apenas para aroma, todos os julgadores puderam distinguir nas amostras não irradiadas e irradiadas com 300 Gy, a cachaça envelhecida do rum e a cachaça não envelhecida do rum, porém, não foram observadas diferenças entre a cachaça não envelhecida e a envelhecida. Os resultados da Análise Descritiva Quantitativa mostraram que as amostras não irradiadas de cachaça não envelhecida e as do rum diferiram entre si em relação aos atributos de aroma definidos como álcool, vinagre, baunilha, citros, melão, condimento, vegetal e grama, mas não em relação aos atributos caramelo e maçã. As amostras de cachaças não envelhecidas não irradiadas e irradiadas (300 Gy) e as de rum não irradiadas e irradiadas (300 Gy) diferiram entre si em relação aos atributos de aroma definidos como maçã,

caramelo, vinagre, baunilha, citros, melão, condimento, vegetal e grama, mas não em relação ao aroma de álcool.

Miranda *et al.* (2006) avaliaram e submeteram amostras de cachaça (43 °GL) armazenadas em tonéis de carvalho de 20 L, a dois tratamentos: com e sem irradiação(150 Gy), com o objetivo de acelerar o processo de envelhecimento da bebida. Esses tratamentos foram divididos em dois subtratamentos: com e sem contato com a madeira. O tratamento com irradiação foi ainda subdividido em: irradiação da cachaça e posterior introdução no tonel ; irradiação do tonel e posterior introdução da cachaça; e introdução da cachaça no tonel e irradiação do conjunto (tonel e cachaça). Análises físico-químicas, cromatográficas foram realizadas periodicamente ao longo de 390 dias de envelhecimento. A irradiação da cachaça e do tonel não alterou a maioria dos componentes voláteis do coeficiente de congêneres como acidez volátil, ésteres, álcoois superiores e furfural durante os 390 dias. Há evidências, entretanto, de que alguns componentes como aldeídos, taninos, cor e teor de cobre são de alguma forma influenciados, resultando em aceleração parcial do processo de maturação ou envelhecimento. Ao final do período de envelhecimento, realizou-se um teste de aceitação, com 30 julgadores. A aceleração do processo de envelhecimento da cachaça e/ou tonel irradiados receberam maior indicação de aprovação em todos os parâmetros analisados (aroma, sabor e aparência).

2.6.1. Análise descritiva da aguardente e da cachaça

Um consumidor pode facilmente perceber que duas bebidas são distintas, simplesmente provando-as, porém descrever as sensações percebidas no ato de consumir determinado produto e mesmo quantificá-las é uma tarefa mais trabalhosa (MAGNANI, 2009). A percepção sensorial que acompanha o consumo de uma bebida ou alimento segue de um modo geral a seguinte sequência: impressão visual, impressão causada pelo aroma, impressão gustativa, impressão da consistência ou textura e por último, a impressão causada pelo aroma durante a gustação (MORAES, 1989).

Um dos métodos de grande aplicação na avaliação sensorial é a análise descritiva quantitativa (ADQ), uma técnica desenvolvida na década de 1970. Hoje, pode ser considerado um dos métodos mais sofisticados para

avaliação de produtos utilizando uma equipe de julgadores que desenvolve descritores e emprega escalas para medida de suas intensidades, caracterizando sensorialmente as amostras estudadas por (STONE *et al.*, 1974). O principal objetivo da ADQ é obter a descrição da qualidade sensorial do produto em função dos seus atributos (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

Os atributos avaliados incluem o aroma, a aparência, o sabor e a textura, dentre outros. Pesquisas sugerem que o uso e aplicação de testes sensoriais descritivos têm aumentado, e continuarão dessa forma nos próximos anos (MURRAY *et al.*, 2001). A seguir, estão citados alguns dos trabalhos que utilizaram a análise descritiva quantitativa para a determinação do perfil sensorial de bebidas como: aguardente de cana e cachaça (CARDELLO; FARIA, 1998; CARDELLO; FARIA, 2000; MARCELLINI, 2000; JANZANTTI, 2004; MORAES, 2004; YOKOTA, 2005; MAÇATELLI, 2006; SOUZA, 2006; ARAÚJO, 2010); vinhos (BEHRENS; SILVA, 2000), champagne (VANNIER *et al.*, 1999). No Quadro 2, pode-se observar a literatura sobre ADQ para aguardente de cana e cachaça.

Quadro 2 - Literatura para aguardente de cana e cachaça que utilizaram ADQ

Produto	Objetivos	Referência
Aguardente	Comparar aguardentes obtidas por destilação intermitente e contínua	Furtado (1995)
Aguardente	Descrever o desenvolvimento sensorial de aguardente envelhecida até 48 meses em barris de carvalho	Cardello e Faria (1998)
Aguardente	Obter o perfil sensorial da bebida estocada durante 12 meses em tonéis de carvalho jequitibá e Angelim	Carvalho (2001)
Cachaça	Efetuar a caracterização sensorial de cachaças comercializadas envelhecidas por 24 meses	Yokota (2002)
Cachaça	Descrever diferenças sensoriais entre cachaças comerciais orgânicas ou convencionais	Yokota (2003)
Cachaça	Determinação de compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça	Janzantti (2004)
Cachaça	Avaliação sensorial descritiva de cachaça envelhecida por 18 a 24 meses: contribuição para um protocolo de qualidade da bebida	Yokota (2005)
Cachaça	Determinação do perfil sensorial de amostras comerciais de cachaça	Maçatelli (2006)
Cachaça	Identificação, quantificação e comparação das substâncias químicas responsáveis pelos aromas da cachaça de alambique e do rum comercial tratados pelo processo de irradiação	Souza (2006)
Cachaça	Análise sensorial descritiva de cachaça: proposta de um protocolo preliminar para avaliação da qualidade da bebida	Araújo (2010)

Fonte: Adaptado de YOKOTA, 2005.

As etapas que envolvem a análise descritiva quantitativa são: recrutamento de provadores, pré-seleção dos provadores, levantamento dos termos descritores, treinamento e seleção dos provadores e avaliação das amostras. Esse método estabelece os perfis sensoriais das diferentes amostras após os dados serem avaliados estatisticamente por análise de variância, teste de médias e Análise de Componentes principais (STONE; SIDEL, 1993).

O primeiro trabalho de ADQ realizado em aguardentes foi o de Furtado (1995). Foram avaliadas 11 amostras, sendo cinco obtidas de destilação fracionada em alambiques de cobre, duas obtidas de destilação não fracionada (alambique de cobre, alambique de aço inoxidável e bandeja de cobre), duas amostras comerciais por nove provadores treinados. Os atributos levantados para aroma foram: álcool, melão de cana, melão de cana fermentado, madeira, erva, frutas, compostos orgânicos e perfume. Para o sabor foram: álcool, amargo, gosto doce, madeira, erva, adstringente e encorpado.

Piggott e Jardine (1979) compilaram através de análise descritiva quantitativa 35 termos descritivos para amostras de uísque com diferentes tempos de envelhecimento. Estudos relacionados com a aguardente de cana se fazem tão necessários quanto urgentes, considerando-se, por um lado, a crescente exigência do mercado externo se quisermos aumentar sua exportação e, por outro, a necessidade de investirmos na sua qualidade e assim resgatar a importância dessa bebida tipicamente brasileira.

2.7. Compostos voláteis da aguardente de cana e cachaça

O sabor das bebidas alcoólicas é formado por inúmeros compostos orgânicos voláteis que lhes conferem aroma e gosto típico. Esses compostos podem ser divididos em vários grupos de acordo com sua natureza química. Alcoóis superiores, ácidos graxos e ésteres são quantitativamente e qualitativamente os grupos mais importantes presentes nas bebidas alcoólicas, sendo os alcoóis superiores os mais abundantes (LEHTONEN; JOUNELA-ERIKSSON, 1983; BERRY, 1995; MORÉS, 2009).

Uma boa aguardente, segundo Janzanti (2004), além de atender às exigências legais com relação à sua composição, deve apresentar qualidades sensoriais capazes de satisfazer ou mesmo ultrapassar as

expectativas de seus consumidores. A aguardente de cana e a cachaça são muito apreciadas por possuírem aroma e sabor característicos, muitas vezes modificados pela sua estocagem em recipientes de madeira, através de reações que transferem compostos existentes em sua estrutura à bebida, melhorando sua qualidade sensorial.

Poucos trabalhos foram realizados até o momento com o objetivo de identificar compostos voláteis com potencial impacto no aroma da cachaça (MORÉS, 2009). O aprimoramento da qualidade e da padronização de aguardentes é essencial, para que essas bebidas atendam aos padrões internacionais, proporcionando condições de abertura e manutenção do mercado de exportação. Além disso, pode proporcionar maior aceitação no próprio mercado interno, pelas classes de maior poder aquisitivo (MIRANDA *et al.*, 2006).

Alguns estudos já realizados sobre a composição da aguardente de cana referem-se apenas aos componentes voláteis majoritários, por injeção direta da amostra e descritos na legislação, sem procurar estabelecer o papel que esses compostos exercem no aroma da bebida. As variações na composição de aguardente de cana de diversos fabricantes brasileiros são grandes. Essa variação não só reside no teor alcoólico, mas principalmente nos componentes secundários responsáveis pelo aroma e sabor do produto (SOUZA, 2006).

Nóbrega (2003) analisou quatro aguardentes de cana (marca líder de São Paulo, uma envelhecida de Minas Gerais, uma do Ceará e uma de procedência clandestina sem marca) foram avaliadas quanto ao seu grau alcoólico, acidez volátil, ésteres, álcool isoamílico e teor de cobre. As amostras de aguardente envelhecida tinham teor de cobre acima do permitido pela legislação. A quantidade de álcool isoamílico foi maior nas aguardentes de São Paulo e do Ceará, enquanto o teor de ésteres foi maior na aguardente envelhecida, como esperado.

Considerando-se que a cachaça é uma solução hidroalcoólica, com conteúdo que oscila entre 38 a 48% de etanol v/v e esse composto dificulta a extração dos compostos voláteis importantes para o aroma da bebida, atuando como solubilizante das substâncias apolares e como fixador das substâncias voláteis, a escolha da técnica de isolamento é de grande

importância. O método de isolamento utilizado para alimentos e bebidas baseia-se na análise de *headspace* ou na análise total. A análise de *headspace* envolve apenas a fase gasosa em equilíbrio com a fase líquida ou sólida do alimento, em sistema fechado à determinada temperatura, enquanto a análise total compreende todos os compostos voláteis presentes na amostra. (MORÈS, 2009).

Existem trabalhos desenvolvidos na área de bebidas CG-FID ou CG-MS. Nonato *et al.* (2001) extraíram compostos voláteis do *headspace* da cachaça por SPME (Microextração em fase sólida), analisou por CG-MS e foi capaz de detectar um grande número de compostos. Dos 38 compostos identificados, 11 eram ésteres. Castro (2004) analisou os compostos do *headspace* de vinho e, por SPME-CG-FID, determinou 36 compostos, dos quais 13 eram ésteres. Demyttenaere (2003) determinou 21 compostos voláteis em uísque, utilizando a mesma técnica CG-MS. O número de trabalhos vem aumentando, pois existe um grande interesse na qualificação e também na quantificação desses compostos para que seja possível uma padronização e assim evitar adulterações.

2.8. Perfil sensorial de equipes com número diferente de julgadores

A bibliografia sobre experimentos usando análise sensorial mostra variação grande na quantidade de julgadores que são utilizados nos testes sensoriais, bem como o uso de diferentes procedimentos estatísticos.

Araújo (2010) avaliou 15 atributos sensoriais, coloração amarela, oleosidade, aroma alcoólico, aroma de cana, aroma de baunilha, aroma de compostos químicos, aroma de madeira, aroma de caramelo, gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, sabor alcoólico, sabor de madeira, adstringência e pungência, considerados relevantes na caracterização de 21 marcas de cachaça e aguardente de cana, nova e envelhecida, de diferentes regiões. Determinou o número mínimo de julgadores que possibilitasse uma avaliação sensorial descritiva confiável da bebida realizando a redução do número de atributos sensoriais e, através de 10 julgadores treinados selecionou quatro marcas de cachaças para a determinação do número mínimo de julgadores por equipe. Concluiu que a redução do tamanho da

equipe de 10 para 4 julgadores, apesar de levar a uma perda de informação, ainda pode ser feita, mantendo a caracterização e diferenciação das marcas.

Yokota (2005) quantificou sensorialmente os atributos frequentemente percebidos pelos consumidores de 14 amostras de cachaça envelhecida por períodos entre 18 e 24 meses em tonéis de carvalho, amburana, jequitibá e angelim e determinou o número mínimo de julgadores treinados que possibilitasse uma avaliação sensorial descritiva confiável. Realizou Análise Descritiva Quantitativa das 14 amostras de cachaça envelhecidas e utilizou 13 atributos sensoriais para a caracterização do perfil das bebidas: 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. Nesse mesmo estudo, avaliou a eficiência dos resultados obtidos com a diminuição do número de julgadores na equipe. Os grupos variaram mais para a equipe de 3 julgadores. Em sua conclusão, o estudo considerou ser três o número mínimo de julgadores para uma equipe treinada, que poderia ser estudada posteriormente para utilização na indústria da cachaça.

2.9. Análise estatística multivariada em análise sensorial

A aplicação de técnicas de análise multivariada, tais como análise de fatores, análise de cluster, análises discriminantes, análise de componentes principais e análise por variáveis canônicas, para a redução de dados e problemas de classificação em análise sensorial tem sido de interesse em muitos trabalhos (ENNIS, 1988; POWERS, 1988; RENCHER, 2002; YOKOTA, 2005; CARNEIRO, 2005).

Na análise multivariada as seguintes condições devem ser satisfeitas: o modelo empregado deve conter somente efeitos aditivos, independência dos erros aleatórios, vetor de erros com distribuição multinormal e matriz de variâncias e covariâncias (S) conhecidas e igualdade da matriz S para todas as amostras (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Por meio da MANOVA (Análise multivariada), pode-se testar a hipótese de igualdade de vetores de médias, mas essa informação pode não

ser elucidativa quando o interesse centra-se na verificação da existência de diferença entre tratamentos, utilizando-se uma estrutura multivariada. A solução desse problema pode ser obtida por meio da função discriminante linear de Fisher (FDF). A função discriminante de Fisher, ou seja, a primeira variável canônica, é uma combinação linear das variáveis que fornecem o maior valor possível para o teste F entre todas as combinações lineares das variáveis envolvidas (HARRIS, 1975 citado por REGAZZI, 2006). A análise baseada na função discriminante de Fisher será tanto mais eficiente quanto maior for a porcentagem da variância total a ela atribuída. A análise discriminante também é processada para cada fonte de variação. Os testes disponíveis de comparações múltiplas para verificação de significância são: Hotteling-Lawley, traço de Pillai, critério de Wilks e critério de Roy (REGAZZI, 2006).

Várias estatísticas de testes disponíveis são obtidas através dos princípios da união interseção de Roy e o da razão de verossimilhança de Wilks. Os quatro testes multivariados podem produzir diferentes níveis descritivos. Em geral, a ordem de preferência em termos de poder é Traço de Pillai, Lambda de Wilks, Traço de Lawley-Hotelling e a maior Raiz de Roy. Entretanto, Lambda de Wilks é o teste mais comumente usado. Geralmente, considera-se como nível mínimo para a rejeição da hipótese H_0 , 5% de probabilidade, ou seja, sempre que o valor da probabilidade do teste F for menor ou igual a 0,05, aceita - se que há diferença entre os níveis dos fatores. (REGAZZI, 2006).

2.10. 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 *et al.*, 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.

A análise de componentes principais consiste essencialmente em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados. Em outras palavras, n -variáveis originais geram, através de suas combinações lineares, n -componentes principais, cuja principal característica, além da ortogonalidade, é que são obtidos em ordem decrescente de máxima variância, ou seja, a componente principal 1 detém mais informação estatística que a componente principal 2, que por sua vez tem mais informação estatística que a componente principal 3 e assim por diante. Este método permite a redução da dimensionalidade dos pontos representativos das amostras, pois, embora a informação estatística presente nas n -variáveis originais seja a mesma dos n componentes principais, é comum obter em apenas 2 ou 3 dos primeiros componentes principais mais que 90% desta informação.(REGAZZI, 2006; MINIM, 2006; RECHER, 2002)

O gráfico da componente principal 1 *versus* a componente principal 2 fornece uma janela privilegiada (estatisticamente) para observação dos pontos no espaço n -dimensional. A análise de componentes principais também pode ser usada para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso (*loadings*) na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico. Portanto, a tarefa do profissional que trabalha com estatística multivariada, consiste em interpretar a distribuição dos pontos no gráfico de componentes principais e identificar as variáveis originais com maior peso na combinação linear das componentes principais mais importantes (REGAZZI, 2006).

A análise de componentes principais é associada à ideia 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 observa 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 (2001), Carneiro (2002), Reis (2002), Yokota (2002), Correa (2002), Da Silva (2003), Della Lucia (2004) e Araújo (2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram coletadas amostras de 16 marcas comerciais, sendo cinco marcas de aguardente de cana industrial, 960mL cada e 11 marcas de cachaça de alambique, de 960 a 600mL cada, todas de um mesmo lote, envasadas em recipientes de vidro e assim mantidas, em local adequado e à temperatura ambiente, até o momento da análise.

As marcas de aguardente de cana e cachaça foram selecionadas levando-se em conta, principalmente, a região onde a bebida foi produzida, seu volume de venda no país e variabilidade com relação ao seu perfil sensorial, incluindo aguardentes industriais, cachaças tipo ouro e prata, envelhecida, *premium* e *extra premium*. Das 16 marcas comerciais, cinco eram da região Nordeste e 11 eram da Região Sudeste (Quadro 3).

Quadro 3 - Características das amostras de aguardente e cachaça

Amostras	Tipo	Característica	Armazenamento	Origem
1	Aguardente	prata	Tonel de angelim	NE
2	Aguardente	envelhecida	Tonel de carvalho	NE
3	Aguardente	prata	Tonel de garapeira	NE
4	Aguardente	<i>extra premium</i>	Tonel de carvalho	NE
5	Cachaça	envelhecida	Tonel de amburana	SE
6	Cachaça	ouro	Tonel de jatobá	SE
7	Cachaça	ouro	Tonel de carvalho	SE
8	Cachaça	<i>extra premium</i>	Tonel de carvalho	SE

Continua...

Quadro 3 - Cont.

Amostras	Tipo	Característica	Armazenamento	Origem
9	Cachaça	Prata	Tonel de carvalho	SE
10	Cachaça	Ouro	Tonel de carvalho	SE
11	Cachaça	Prata	Tonel de amburana	SE
12	Cachaça	Ouro	Tonel de carvalho	SE
13	Cachaça	<i>Premium</i>	Tonel de jequitibá	SE
14	Cachaça	Ouro	Tonel de carvalho	SE
15	Cachaça	Ouro	Tonel de carvalho	SE
16	Aguardente	Prata	Tonel de angelim	NE

NE - Nordeste; SE – Sudeste.

3.2. Métodos

3.2.1. Análises físico-químicas

As seguintes análises físico-químicas das amostras de aguardente de cana e cachaça foram realizadas na Unidade de Agrotóxicos e Contaminantes de Produtos Alcoólicos do ITEP (Instituto de Tecnologia de Pernambuco), em Recife(PE):

Teor Alcoólico (% v/v): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Acidez volátil (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Σ Álcoois superiores (isobutílico, isoamílico, n-propílico) (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Furfural e Hidroximetilfurfural (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Ésteres totais (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Aldeídos totais (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Álcool metílico (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Cobre (mg/L): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Carbamato de Etila (µg/L): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Acroleína (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Álcool sec butílico (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Álcool n- butílico (mg/100 mL de AA): Metodologia oficial MAPA (BRASIL, 2005)

Acetaldeído (mg/100 mL de AA): Metodologia acreditada pelo Inmetro - Iso17025

Acetato de etila (mg/100 mL de AA) Metodologia acreditada pelo Inmetro - Iso17025

Álcool n-propílico (mg/100 mL de AA) Metodologia acreditada pelo Inmetro - Iso17025

Álcool Isobutílico (mg/100 mL de AA) Metodologia acreditada pelo Inmetro - Iso17025

Álcool Isoamílico (mg/100 mL de AA) Metodologia acreditada pelo Inmetro - Iso17025

A determinação de teor alcoólico foi realizada no decímetro eletrônico ANTON PAAR (DMA 4500) e a acidez volátil em destilador eletrônico, com sistema de aquecimento, marca Gibertini modelo D.E.E. com titulador da Mettler Toledo DL22, desenvolvido para atender metodologia oficial. A determinação do cobre foi realizada em espectrometria de Absorção Atômica com forno de Grafite (GFAAS).

Os compostos voláteis majoritários das amostras de aguardente de cana e cachaça foram determinados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (FID). Foram quantificados os teores de acetaldeído, acetato de etila, metanol, Furfural, álcool sec-butílico, n-propanol, álcool isobutílico e álcool isoamílico. Utilizou-se cromatógrafo Finigan, modelo trace CG ultra, injetor automático modelo: AS 3000. Foi utilizada uma coluna capilar carbowax 20M, (60 m × 0,25 mm × 1,0 µm). A Temperatura do injetor foi mantida a 230 °C e detector, 250 °C. Manteve-se a seguinte programação de temperatura da coluna: 60 °C, hold: 0 min, rate: 10 °C/min, elevada até 200 °C, hold: 2 min, permanecendo nesta temperatura por 2 min. O tempo total da análise foi de 16 min. As amostras foram injetadas com padrão interno, N-propanol, num volume de 1,0 µL por amostra com razão "split" de 1/15, split: 15 mL/min, *make up*: 29 mL/min. Os Gases utilizados, hidrogênio (30 mL/min), ar sintético (350 mL/min), Hélio (1,5 mL/min),

A quantificação dos compostos foi feita pelo método do padrão interno. Foram construídas curvas de calibração com sete pontos para cada um dos compostos, separadamente, pela injeção de soluções alcoólicas de multicompostos do padrão puro em diferentes concentrações. A equação da reta e o coeficiente de determinação foram obtidos pela construção do gráfico área do pico versus concentração, analisado por regressão linear. Os pontos utilizados para a construção da curva estão apresentados na Tabela 1. Os reagentes utilizados foram todos de grau cromatográfico com certificados de pureza (PA). Foram utilizadas soluções estoque de Acetaldeído (Sigma), Acetato de Etila (Merck), Metanol (Vetec), 1-Propanol (Sigma), Álcool Isobutílico (Merck) e Álcool Isoamílico (Sigma). A identificação de cada composto foi feita pela comparação do tempo de retenção do pico para a solução padrão e para a amostra. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para a determinação de carbamato de etila e acroleína das amostras de aguardente e cachaça utilizou-se cromatógrafo a gás Hewlett-Packard 6890, acoplado a um espectrômetro de massas Hewlett-Packard 5973 e sistema automático de injeção Agilent Technologies, modelo 6890, tendo como fonte de ionização o impacto eletrônico com 70 eV. Foi utilizada uma coluna capilar de fase polar (polietilenoglicol), DB-WAX (50 m x 0,2 mm x 0,33 μ m). As temperaturas do injetor e da interface do detector foram mantidas a 220 °C, e empregou-se a seguinte programação de temperatura para o forno: 90 °C (2 min), elevada a 150 °C a uma taxa de 10 °C min⁻¹ e 230 °C a uma taxa de 40 °C.min⁻¹, sendo assim mantida por 10 min. O volume de amostra injetado foi de 1,0 μ L em modo "splitless". Foi usado Hélio como gás de arraste com fluxo de 1,5 mL.min⁻¹. Modo de aquisição SIM, monitorando os íons de m/z 62, 74 e 89.

A quantificação foi realizada pela comparação dos resultados cromatográficos das amostras com uma curva analítica obtida a partir de uma solução estoque de carbamato de etila da Merck 98,5%, 100 mg.L⁻¹ em etanol: água (40:60 v/v), onde são feitas uma diluição que terá uma concentração intermediária de 5 mg.L⁻¹. As diluições foram realizadas abrangendo uma faixa de concentração de 50 a 500 μ g.L⁻¹. As análises foram realizadas em triplicata.

Tabela 1 - Pontos utilizados para a elaboração das curvas de calibração (mg/L)

Compostos	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
Aldeído Acético	4,00	8,01	9,62	16,03	20,04	32,06	40,08
Acetato de etila	6,10	12,2	14,64	24,39	30,5	48,79	60,99
Metanol	1,97	3,94	4,72	7,87	9,84	15,74	19,68
Sec-butanol	1,98	3,95	4,74	7,90	9,88	15,82	19,77
n-propanol	6,52	13,04	15,65	26,08	32,61	52,18	65,22
Isobutanol	6,48	12,96	15,56	25,93	32,41	51,86	64,82
Isoamílico	17,12	34,24	41,09	68,50	85,62	136,99	171,24
Furfural	0,37	0,75	0,90	1,51	1,87	3,00	3,75

3.2.2. Análise sensorial

3.2.2.1. Análise descritiva quantitativa

O perfil sensorial das amostras de aguardente de cana e cachaça foi realizado por meio do método da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), segundo Stone *et al.* (1974).

a . Condições do teste

As avaliações sensoriais foram realizadas nos laboratórios de Análise Sensorial da EMBRAPA – Cnpat e na sala de Análise Sensorial da Colonial Indústria de bebidas Ltda., na cidade de Fortaleza, CE. Os julgadores utilizaram cabines individuais, cujas instalações tinham controle de iluminação e temperatura ambiente (28 ± 2) °C. As discussões abertas para obtenção da lista de atributos e treinamento dos julgadores foram realizadas na sala de discussão, do laboratório de Análise Sensorial da Unidade da EMBRAPA - Cnpat e na Colonial Indústria de bebidas Ltda.

b. Recrutamento e pré-seleção dos candidatos a julgadores

Inicialmente foram recrutados trinta indivíduos entre os pesquisadores e técnicos do Centro nacional de pesquisa e agroindústria tropical, EMBRAPA – Cnpat, técnicos e funcionários na Colonial Indústria de Bebidas Ltda., sendo testados quanto a afinidade face ao produto, disponibilidade de tempo, interesse em participar dos testes e outros parâmetros ligados à saúde e hábitos, por meio de questionário (Apêndice) e entrevista pessoal.

Pessoas com cargos de chefia ou que precisavam ausentar-se do local dos testes com frequência não foram recrutadas. Os candidatos foram também informados sobre os objetivos gerais dos testes, frequência dos testes e a necessidade de seleção e treinamento. Estas informações são necessárias e também interessantes, para criar um vínculo com os julgadores e que estes sintam maior organização e seriedade nos testes, o que leva a maior motivação da equipe.

Os candidatos foram, então, pré-selecionados para o desenvolvimento da terminologia descritiva das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique, observando-se dois critérios:

i) Memória e acuidade olfativa

Utilizou-se o teste de reconhecimento de odor (ASTM, 1981), onde cada candidato foi solicitado a descrever a qualidade de um conjunto de estímulos odoríferos, a fim de possibilitar a familiarização dos mesmos com algumas das possíveis notas odoríferas presentes nas amostras de aguardentes de cana e cachaça. Os compostos químicos ou misturas utilizadas foram: aroma de baunilha, aroma de abacaxi, aroma de maracujá, aroma de limão verde, aroma de guaraná, aroma de maçã, aroma de banana, cachaça fresca, cachaça com extrato de carvalho diluído a 30%, corante caramelo e café em pó (Figura 2).

As substâncias foram apresentadas aos prováveis julgadores em sequência codificada de três dígitos e colocadas em béqueres de 50 mL recobertos com papel alumínio e tampados com papel alumínio perfurado para evitar a identificação visual da amostra. O modelo de ficha utilizado é apresentado na Figura 1 e as substâncias odoríferas, utilizadas em cada sessão, estão relacionadas na Figura 2. Foi dada uma nota para cada substância analisada, de acordo com a escala de quatro pontos (0 – 3):

3 = similaridade total, identificação correta

2 = substância bastante similar, associação direta

1 = substância ligeiramente similar

0 = nenhuma similaridade ou não descreveu

SELEÇÃO DE JULGADORES	
TESTE DE RECONHECIMENTO DE ODOR E MEMÓRIA SENSORIAL	
Nome _____	Data _____
Instruções: Os frascos cobertos contêm substâncias odoríferas. Por favor, avalie o conjunto da seguinte maneira: leve o frasco ao nariz com a boca fechada, remova a tampa, faça 3 inspirações breves e tente identificar o aroma. Se você não conseguir identificar exatamente o nome da substância, tente descrever algo que esse aroma lembra a você.	
Amostras do conjunto	Descrição do aroma
132	
234	
701	
468	
550	
317	
543	
189	
348	
851	
210	
723	
Comentários:	

Figura 1 - Ficha de avaliação para o teste de reconhecimento do odor e memória sensorial

<u>Descritor</u>	<u>Classe</u>	<u>Referência</u>
Aroma artificial de baunilha	Fenólico	2% de essência de baunilha marca comercial diluída em 100 mL de água
Aroma artificial de abacaxi	Frutas tropicais	2% de aroma de abacaxi, marca IFF, diluído em 100 mL água
Aroma artificial de maracujá	Frutas tropicais	2% de aroma de maracujá marca IFF, diluído em 100 mL água
Aroma artificial de guaraná	Frutas tropicais	2% de aroma de guaraná, marca Duas Rodas, diluído em 100 mL de água
Aroma artificial de maçã	Frutas	2% de aroma de maçã, marca Duas Rodas, diluído em 100 mL de água
Aroma artificial de banana	Frutas tropicais	2% de aroma de banana, marca IFF, diluído em 100 mL de água
Aroma artificial de limão verde	Cítrico	2% de aroma de limão verde diluído, marca Duas Rodas, em 100 mL de água
Aroma cachaça velha	Bebida	Cachaça fresca adicionada de 12% de extrato de carvalho, marca Duas rodas
Aroma cachaça fresca	Bebida	Cachaça recém destilada a 48% v/v
Corante caramelo	Substância	2 g de corante caramelo, marca Dureya, Corn do Brasil
Café em pó	Substância	2 g de café em pó marca comercial

Figura 2 - Referências dos aromas e substâncias utilizados no teste de reconhecimento de odor.

Indivíduos que atingiram o mínimo de 80% de acertos (média 2,4) passaram para a segunda etapa, sendo avaliados quanto a sua capacidade discriminatória.

Numa segunda etapa e para finalizar a sessão, os candidatos foram treinados a reconhecer aromas em amostras de aguardente de cana industrial recém destilada, aguardente de cana tipo ouro, aguardente de cana tipo prata, cachaça de alambique tipo ouro, cachaça de alambique tipo prata, cachaça envelhecida.

Logo após o teste de acuidade olfativa, foi estabelecido o teste de gostos primários. Os candidatos receberam em bandejas preparadas, cinco copinhos em ordem aleatória, codificados em três dígitos, sendo que quatro copinhos continham as soluções nas concentrações indicadas na Tabela 2, e um copinho contendo apenas água pura, sendo solicitado a eles que descrevessem o gosto percebido em cada solução segundo a ficha de avaliação utilizada no teste de gostos primários (Figura 3).

Tabela 2 - Composição das soluções aquosas utilizadas no teste de gostos primários

Gosto primário	Composto utilizado	Concentrações utilizadas (%)
Doce	Sacarose	0,80
Salgado	Cloreto de sódio	0,15
Ácido/azedo	Ácido cítrico	0,05
Amargo	Cafeína	0,04

TESTE DE RECONHECIMENTOS DE GOSTOS PRIMÁRIOS	
Nome: _____ Data: _____	
Por favor, prove cada amostra na ordem indicada e reconheça se o gosto é doce, amargo, ácido ou salgado. Pode haver amostras contendo apenas água.	
AMOSTRA	DESCRIÇÃO

Figura 3 - Ficha de avaliação utilizada no teste de gostos primários

ii) Capacidade Discriminatória

O poder discriminatório de cada julgador foi avaliado por meio do Teste Triangular (HELM; TOLLE, 1946; ASTM, 1981) e da Análise Sequencial de Wald (GARRUTI, 1976; SHIROSE, 1977). Assim, a cada

jugador foram servidas três amostras de bebidas (uma amostra de aguardente de cana e duas amostras de cachaças), sendo duas iguais e uma diferente, em copos de 50 mL da série Olé NF: 2304. Os candidatos foram orientados a avaliar as amostras e indicar qual era diferente, utilizando a ficha de avaliação apresentada na Figura 4.

TESTE TRIANGULAR	
Nome: _____	Data: _____
Duas das três amostras de aguardente e cachaça apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule o código daquela que lhe pareça diferente. Lave a boca com água entre cada amostra.	

Comentários: _____	

Figura 4 - Ficha de teste triangular para recrutamento de julgadores de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique

Os candidatos realizaram os testes triangulares até que fossem aprovados ou reprovados segundo os parâmetros pré-fixados:

p_0 = máxima habilidade aceitável igual a 0,30

p_1 = mínima habilidade aceitável igual a 0.70

α = probabilidade de aceitar candidato sem acuidade igual a 0,01

β = probabilidade de rejeitar candidato com acuidade igual a 0,05

As equações de reta que definiram as regiões de rejeição e aceitação foram:

$L0 = h0 + ms$ e $L1 = h1 + ms$, em que:

$$h0 = \frac{\log \frac{\beta}{1-\alpha}}{\log \frac{p1}{p0} - \log \frac{1-p1}{1-p0}} \quad h1 = \frac{\log \frac{1-\beta}{\alpha}}{\log \frac{p1}{p0} - \log \frac{1-p1}{1-p0}} \quad s = \frac{\log \frac{1-p0}{1-p1}}{\log \frac{p1}{p0} - \log \frac{1-p1}{1-p0}}$$

A Figura 5 apresenta o gráfico utilizado na análise sequencial para a seleção de candidatos que iriam participar da etapa de desenvolvimento da terminologia descritiva das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique. Foram necessários 10 testes triangulares para selecionar 14 julgadores da equipe da Embrapa e 7 julgadores da equipe da colonial, fornecendo-se aos candidatos amostras de aguardente e cachaça com características diferenciadas: variações na concentração (diluições com

água), variações de doçura (adições de sacarose) e variação no teor de álcool (adições de álcool etílico).

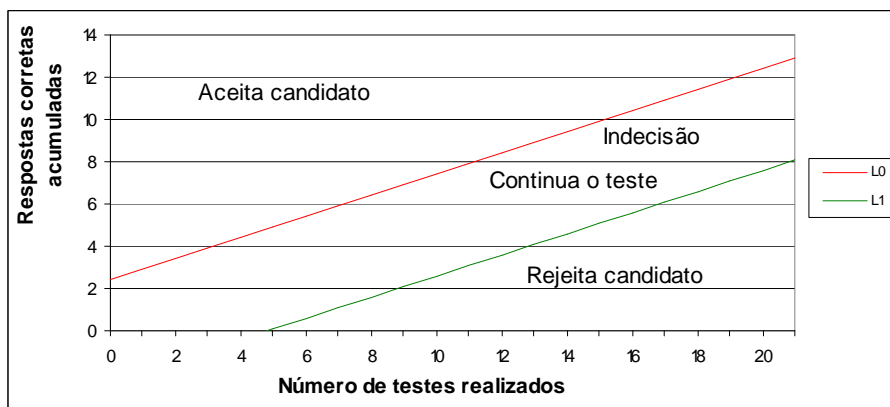


Figura 5 - Gráfico utilizado na análise sequencial para a pré-seleção de julgadores.

Para a descrição da coloração foi apresentada uma sequência de cores, idêntica ou o mais próximo possível das cores que as bebidas se apresentavam no comércio. Em béqueres de vidro de 50 mL as amostras de aguardente de cana e cachaça foram expostas em uma mesa, à disposição dos julgadores para o teste de cor, foram organizadas, da tonalidade mais escura, a tonalidade incolor. Utilizou-se também uma solução aquosa a 1%, constituída à base de corante caramelo, marca Duryea da Corn do Brasil, tipo B, para que os julgadores identificassem a cor mais próxima da coloração das bebidas em questão.

Em síntese, o objetivo do treinamento é desenvolver uma equipe que produza resultados válidos e seguros, funcionando como instrumento analítico. Para isso, o indivíduo é familiarizado com os procedimentos do teste, melhora suas habilidades em identificar e reconhecer os atributos sensoriais nos alimentos, melhora a sua sensibilidade e memória de modo a fornecer medidas sensoriais precisas, consistentes e padronizadas.

c. Desenvolvimento da terminologia descritiva

O levantamento dos descritores, das amostras de aguardente de cana e cachaça, foi realizado por meio do Método de Rede citado por Moskowitz (1983). Foram escolhidas seis amostras que representassem o universo dos tratamentos de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique (três aguardentes e três cachaças) a serem analisados em cabines individuais, as

quais foram apresentadas aos julgadores, em todas as combinações possíveis, duas a duas. Utilizaram-se 15 mL das amostras de bebidas, servidas em copo de vidro transparente de 50 mL, série Olé NF: 2304, tampado com vidro de relógio e codificado com número aleatório de três dígitos. Solicitou-se que as similaridades e as diferenças entre as amostras que compunham os pares fossem descritas, o que gerou uma lista individual de termos (descritores), abrangendo as características de aparência, aroma, sabor, sabor residual e sensações utilizando a ficha ilustrada na Figuras 6, 7 e 8.

AMOSTRA _____

LISTA DE ATRIBUTOS DA AGUARDENTE DE CANA INDUSTRIAL E CACHAÇA DE ALAMBIQUE

Marque uma das opções SIM (para o que sente) ou NÃO (para o que não sente), de cada atributo verificado em aguardente ou cachaça. Caso exista um outro atributo que você tenha percebido e não consta na lista, por favor, descreva-o.

APARÊNCIA:

Coloração Amarela () SIM () NÃO

Outros atributos percebidos _____

AROMA:

Alcoólico () SIM () NÃO
 Adocicado () SIM () NÃO
 Irritante () SIM () NÃO
 Amadeirado () SIM () NÃO
 Caldo de Cana () SIM () NÃO
 Baunilha () SIM () NÃO

Outros atributos percebidos _____

SABOR:

Doce () SIM () NÃO
 Alcoólico () SIM () NÃO
 Amadeirado () SIM () NÃO
 Ácido () SIM () NÃO
 Amargo () SIM () NÃO
 Caldo de cana () SIM () NÃO
 Fenólico () SIM () NÃO
 Frutal () SIM () NÃO
 Floral () SIM () NÃO
 Grama verde () SIM () NÃO
 Sulfuroso () SIM () NÃO
 Caramelo () SIM () NÃO
 Tofhe () SIM () NÃO

Outros atributos percebidos _____

SABOR RESIDUAL:

Doce () SIM () NÃO
 Alcoólico () SIM () NÃO
 Amadeirado () SIM () NÃO

Outros atributos percebidos _____

SENSAÇÕES:

Ardência () SIM () NÃO
 Agressividade () SIM () NÃO
 Adstringência () SIM () NÃO

Outros atributos percebidos _____

Figura 6 - Ficha da Lista de atributos para julgadores de aguardente de cana e cachaça.

ATRIBUTOS	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIAS
APARÊNCIA		
Coloração amarela	Cor característica de corante caramelo	Nenhum Forte: Solução de corante caramelo a 0,25 g em 500 mL
SENS. NASAL	É o impacto irritante e agressivo na mucosa nasal	Fraco: Etanol a 20%
Irritante		Forte: Etanol a 60%
AROMA	É o aroma característico de etanol	Forte: Etanol a 20%
Alcoólico		Fraco: Caracterizada por etanol a 50% - 60%
Amadeirado	Aroma característico de solução alcoólica de carvalho	Nenhum Forte: Etanol a 50%+extrato de carvalho 40%
SENS. NA BOCA	Sensação ardente percebida na língua e na garganta	Fraco: Etanol a 20%
Ardência		Forte: Etanol a 50%
SABOR	É o sabor característicos de soluções alcoólicas	Fraco: Etanol a 20%
Alcoólico		Forte: Etanol a 50%
Adocicado	É o gosto doce percebido pelas papilas gustativas	Fraco: etanol a 20% Forte: etanol a 20%+ 5% de sacarose
Gosto Amargo	É o gosto amargo, característico de cafeína	Fraco: Etanol a 20% Forte: Etanol a 20%+ 0,1% de cafeína
Amadeirado	É o sabor característico promovido pela madeira do carvalho utilizado no tonel de envelhecimento das aguardentes	Fraco: Etanol a 20% Forte: Etanol 50%+extrato de carvalho 40%
SABOR RESIDUAL	Sabor de álcool que permanece por um período de tempo após ingestão de uma determinada substância	Fraco: Etanol a 20%
Alcoólico		Forte: Etanol a 50%
Gosto res. Amargo	É o gosto amargo, característico de cafeína	Fraco: Etanol a 20% Forte: Etanol a 20%+1% de cafeína
Amadeirado	Sabor característico de madeira do carvalho que permanece por um período de tempo após ingestão de uma determinada substância	Nenhum Forte: 5 mL de extrato de carvalho Duas rodas+ 500 mL de água
SENS. RESIDUAL	Sensação ardente percebida na língua e na garganta	Fraco: Etanol a 20%
Ardência		Forte: Etanol a 50%
Adstringência	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por certas frutas verdes, como banana	Nenhum Forte: Etanol a 20%+0,2% de ácido tânico

Figura 7 - Definições para os termos descritores gerados consensualmente pelas equipes e suas concentrações.

Atributos	Descrição
APARÊNCIA	
Coloração Amarela	cor característica de corante caramelo
SENSAÇÃO NASAL	
Irritante	É o impacto irritante e agressivo na mucosa nasal.
Pungente	Sensação de ardor e queimação na cavidade nasal
AROMA	
Alcoólico	É o aroma característico do etanol.
Adocicado	É o aroma característico de soluções adocicadas.
Floral	Aroma que lembra flores.
Amadeirado	É o aroma característico da madeira do carvalho utilizado no tonel para envelhecimento das aguardentes.
Caldo de cana	Aroma de caldo de cana que se evapora ao ser aquecido, diluído em álcool.
Baunilha	É o aroma exalado por uma solução alcoólica de baunilha.
Cítrico	Aroma característico de frutas cítricas
SENSAÇÃO NA BOCA	
Ardência	Sensação ardente percebida na língua e na garganta.
Agressividade	É o impacto agressivo de sabor inicial.
Adstringência	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por certas frutas verdes, como banana.
Pungente	Sensação de ardor/queimação na cavidade oral
SABOR	
Doce	É o gosto doce percebido pelas papilas gustativas.
Alcoólico	É o sabor característico de soluções alcoólicas.
Amadeirado	É o sabor característico promovido pela madeira do carvalho utilizado no tonel para envelhecimento das aguardentes.
Ácido	É o gosto ácido característica de frutas cítricas.
Amargo	É o gosto amargo , característico de cafeína.
Caldo de cana	É o sabor proveniente do caldo de cana fervido presente em base alcoólica.
Fenólico	Sabor que lembra produtos de assepsia hospitalar e esparadrapo.
Frutal	Sabor que lembra frutas tropicais.
Floral	Sabor que lembra flores.
Gramma verde	Sabor que lembra grama verde recém-cortadas.
Sulfuroso	Sabor característico de ovo cozido.
Caramelo	Sabor característico de açúcar caramelizado.
Toffe	Sabor que lembra bala toffe.
Cítrico	Sabor associado a frutas cítricas
SABOR RESIDUAL	
Doce	É o gosto doce que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.
Alcoólico	Sabor de álcool que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.
Amadeirado	Sabor característico da madeira do carvalho que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância.

Figura 8 - Descrição dos atributos utilizados para elaboração da ficha consensual entre os julgadores de aguardente de cana e cachaça.

Após cada julgador ter gerado seus próprios termos, foi realizada uma discussão em grupo, sob a supervisão de um moderador, com o objetivo de agrupar termos semelhantes e eliminar aqueles que não eram percebidos pela maioria dos julgadores. Em sessões posteriores de avaliação das amostras e de referências foi elaborada uma ficha de avaliação (Figura 8) contendo os termos descritivos escolhidos em consenso pela equipe sensorial. Nessa ficha foi utilizada uma escala linear não estruturada de 9 cm, ancorada nas suas extremidades com termos que expressam intensidade. Nessa etapa foi também elaborada uma lista de definições dos termos descritivos para melhor uniformizar o julgamento dos julgadores.

A função do líder da equipe sensorial é facilitar a discussão e entendimento entre os julgadores, prover materiais de referência para a equipe, facilitar a definição consensual de cada termo descritivo e, ao final, com a participação dos julgadores, desenvolverem a ficha de avaliação. Durante todas as etapas, a atuação do líder foi imparcial, não influenciando nas discussões.

De posse da ficha de avaliação e identificados os descritores sensoriais das bebidas, os julgadores passariam para a próxima etapa, que seria, analisar as amostras das 16 marcas de aguardente de cana e cachaça. As amostras foram servidas a cada julgador no laboratório de Análise sensorial da Embrapa/Cnpat e na Sala de Análise sensorial, Colonial Indústria de Bebidas, em cabines individuais. Foram utilizados copos de vidro transparente de 50 mL, série Olé NF: 2304, codificados com número de três dígitos e tampados com vidro de relógio os quais eram retirados no momento do teste. Todas as amostras foram apresentadas de forma monádica, com três repetições aleatorizadas, em um total de duas sessões por julgador para as 16 amostras de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique.

NOME _____ **DATA** ____/____/____ **Prov** _____

Você está recebendo uma amostra de cachaça. Por favor, prove a amostra e avalie a intensidade percebida para cada atributo colocando um traço vertical na escala correspondente.

AMOSTRA _____

Aparência			
Coloração Amarela			
	Nenhum		Forte
Sensação nasal			
Irritante			
	Fraco		Forte
Aroma			
Alcoólico			
	Fraco		Forte
Amadeirado			
	Nenhum		Forte
Sensação na boca			
Ardência			
	Fraco		Forte
Sabor			
Alcoólico			
	Fraco		Forte
Adocicado			
	Fraco		Forte
Gosto Amargo			
	Fraco		Forte
Amadeirado			
	Nenhum		Forte
Sabor residual			
Alcoólico			
	Fraco		Forte
Gosto res. Amargo			
	Fraco		Forte
Amadeirado			
	Nenhum		Forte
Sensação residual			
Ardência			
	Fraco		Forte
Adstringência			
	Nenhum		Forte
Comentários: _____			

Figura 8 - Ficha de avaliação de aguardente e cachaça.

d. Avaliação do treinamento e seleção final de julgadores

Além das sessões para desenvolvimento da terminologia, o treinamento dos julgadores constou da avaliação de três amostras de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique, em delineamento

experimental de blocos casualizados, com três repetições. Os julgadores utilizaram a própria Ficha de Avaliação desenvolvida na etapa anterior, sendo-lhes permitido consultar, a qualquer momento de sua análise, a lista de definições e as referências.

A Análise de Variância foi aplicada aos resultados de cada julgador, para cada descritor avaliado, tendo como fontes de variação: amostras e repetições. Para compor a equipe descritiva final foram selecionados aqueles julgadores que apresentaram poder discriminativo ($p_{amostra} < 0,30$); reprodutibilidade nos julgamentos ($p_{repetição} > 0,05$), e consenso com os demais membros do grupo, segundo metodologia proposta por Damásio e Costell (1991).

e) Avaliação das amostras

Para avaliação das amostras de aguardente de cana industrial e cachaça, os julgadores selecionados avaliaram cada uma das 16 amostras, em três repetições, sendo duas amostras por sessão, segundo delineamento em blocos casualizados (COCHRAN; COX, 1957). A análise das amostras foi realizada utilizando ficha de avaliação desenvolvida anteriormente, por meio de uma escala linear não estruturada de 0 - 9 cm para cada descritor.

As amostras foram servidas a temperatura ambiente (28 ± 2)°C em porções de aproximadamente 15 mL, apresentadas em copos de vidro transparente de 50mL, série Olé NF: 2304, codificados com números de três dígitos e tampadas com vidro de relógio. As análises foram realizadas em cabinas individuais dotadas de ar refrigerado (24)°C e luz branca. Para eliminar o sabor residual entre uma amostra e outra foram oferecidos castanhas de caju e água natural.

f. Análise estatística da ADQ

Os resultados foram obtidos através da análise de variância (ANOVA), Teste de REGWQ (Ryan-Einot-Gabriel-Welch multiple Range) ao nível de 5% de significância para comparação entre as médias e análise de componentes principais (ACP), utilizando-se os procedimentos do ambiente estatístico SAS (*Statistical Analysis System* – SAS, Institute Inc., North

Carolina, USA), versão 9.1, licenciado para a Embrapa/Cnpat e para a Universidade Federal de Viçosa (2009).

A Análise de Variância foi realizada segundo as etapas a seguir:

a) ANOVA para cada um dos 14 descritores, das duas equipes, com as seguintes fontes de variação: Amostra (AMOST), Julgador (JULG) e Amostra (AMOST) VS Julgador (JULG), para verificar se existia interação significativa entre os efeitos estudados.

b) Aos descritores que apresentaram interação significativa Amostra VS Julgador foi aplicada outra ANOVA tendo Amostra (AMOST), Julgador (JULG) e Amostra (AMOST) VS julgador (JULG) como fontes de variação. Foram verificadas interações significativas para os descritores: coloração, aroma madeirado, sabor amadeirado e sabor residual amadeirado para a equipe embrapa. Para a equipe colonial os descritores que apresentaram interação significativa foram: irritação, aroma amadeirado, sabor amadeirado e sabor residual amadeirado e adstringência. Fazendo-se uma análise desdobrada, por julgador, foi possível identificar, para a equipe embrapa que dois julgadores, apresentaram interações graves, sendo eliminados da equipe. Para a equipe da colonial, permanecem todos os sete julgadores.

c) A ANOVA do item **a)** foi repetida, excluindo-se o julgador 5 e 8, para a equipe embrapa. Desta forma, para os descritores que apresentaram interação significativa, para as duas equipes, embrapa e colonial, aplicou-se um teste de médias REGWR (Ryan-Einot-Gabriel-Welsh multiple Range) a $p > 0,05$.

3.2.3. Análise do número de julgadores por equipe

Para este experimento foram estabelecidas cinco equipes ("tratamentos"): a) Eq7 = sete julgadores; b) Eq6 = seis julgadores; c) Eq5 = cinco julgadores; d) Eq4 = quatro julgadores; e) Eq3 = três julgadores.

Para cada uma das cinco equipes, com número diferente de julgadores foram analisados os escores médios de quatro atributos sensoriais (variáveis), cor, aroma alcoólico, aroma amadeirado e sabor alcoólico. Os dados dos julgadores que participaram da composição das cinco equipes foram selecionados por sorteio, entre as duas equipes analisadas, equipe da embrapa, 12 julgadores, e equipe da colonial, sete

juízes. Os descritores sensoriais foram escolhidos em função de seus escores médios, apenas os descritores que apresentaram maiores escores foram selecionados. Os dados foram analisados utilizando o ambiente estatístico SAS, versão 9.1. Realizou-se uma análise multivariada (Manova) com a finalidade de comparar os vetores de médias entre os diferentes tratamentos.

Para a realização do teste de comparação múltipla entre os tratamentos fez-se separadamente uma análise univariada (ANOVA), considerando-se como variável de resposta uma combinação linear entre as variáveis originais, uma função linear discriminante de Fisher (FDF), obtida pela normalização do autovetor associado ao maior autovalor da MANOVA. O teste de amplitudes múltiplas de DUNCAN, foi aplicado para comparar as médias entre as cinco equipes a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Físico-Químicas das aguardentes e cachaças

As análises físico-químicas para a caracterização das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique foram realizadas, de acordo com os indicadores da Instrução Normativa nº13, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005). A maioria das amostras se encontra dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira, exceto para o carbamato de etila. Os valores médios obtidos das 16 amostras de aguardente de cana e cachaça estão apresentados na Tabela 3.

De acordo com a análise dos resultados, em relação ao teor alcoólico, três amostras apresentaram-se abaixo do limite mínimo permitido, que é de 38% v/v, uma amostra industrial e duas cachaças de alambique. O resultado insatisfatório se prende a bebidas comerciais fora do padrão e a falta de controle no envelhecimento em tonéis de madeira. Pois umas destas amostras têm como uma de suas características, ser envelhecida. Pela madeira, ao longo do tempo de envelhecimento, perde-se volume da bebida e o álcool vaporiza. Uma bebida velha poderá ser agradável para o consumidor, mas poderá estar fora do padrão, sobretudo o valor declarado pelo fabricante.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos, MAPA (2005), das amostras de aguardente de cana e cachaça

Amostras	Teor Alcoólico (%v/v)	Σ Alcoóis superiores (mg/100 mL de AA)	Furfural (mg/100 mL de AA)	Ésteres totais (mg /100mLde AA)	Cobre (mg/L)	Carbamato de etila (μ/L)	Aldeídos totais (mg/100 mL de AA)	Álcool Sec-butílico (mg/100 mL de AA))	Álcool n-butílico (mg/100 mL de AA)	Álcool metílico (mg/100 mL de AA)	Acroleína (mg/100 mL de AA)	Acidez volátil (mg/100 mL de AA)
1	46,10	291,00	< 1	33,00	3,40	385,00	18,70	< 0,04	0,80	3,80	< 0,80	33,80
2	36,00	290,00	< 1	38,00	2,50	275,00	14,00	0,50	0,60	1,80	< 0,06	35,00
3	38,60	280,00	< 1	12,00	1,00	295,00	3,00	< 0,05	0,60	2,90	< 1,27	22,00
4	39,00	230,00	< 1	7,00	1,00	< 50,00	5,00	< 0,05	< 0,20	< 0,50	< 1,00	13,00
5	39,50	247,00	< 1	54,00	5,00	728,00	3,00	1,00	0,40	2,00	< 1,00	102,00
6	36,00	278,00	< 1	68,00	0,40	< 50,00	6,00	3,00	0,60	2,00	< 1,00	36,00
7	41,00	248,00	< 1	57,00	2,00	138,00	7,00	1,00	0,40	1,00	< 0,90	98,00
8	41,00	241,00	< 1	77,00	0,10	< 50,00	12,00	1,00	0,60	2,00	< 0,90	130,00
9	37,00	360,00	< 1	7,00	< 0,10	< 50,00	1,00	1,00	1,30	2,60	< 1,15	1,90
10	40,00	227,00	< 1	25,00	1,00	116,00	11,00	0,40	0,60	1,50	< 0,90	38,50
11	39,00	264,00	< 1	44,00	0,70	462,00	12,00	14,00	1,00	2,00	< 1,00	83,00
12	39,00	275,00	< 1	44,00	0,40	327,00	5,00	9,00	1,00	2,00	< 1,00	82,00
13	42,00	273,00	< 1	38,00	0,80	734,00	8,50	54,00	0,60	1,00	< 0,90	88,00
14	45,50	280,00	< 1	122,00	4,00	< 50,00	18,50	< 0,04	1,60	1,60	< 0,80	41,20
15	42,00	220,00	< 1	60,00	1,50	430,00	7,00	1,30	0,80	1,80	< 0,90	100,00
16	39,50	294,00	< 1	25,50	0,50	444,00	19,00	0,50	0,80	2,00	< 0,95	10,30

Em relação aos alcoóis superiores, todas as bebidas apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pelo MAPA. Essa variante aparece em bebidas principalmente por consequência de fermentação demorada e do metabolismo secundário de aminoácidos de vinhos. Os álcoois superiores de interesse na aguardente e cachaça e que devem ser quantificados são os álcoois: isoamílico (soma dos álcoois 2-metil-1-butanol e 3-metil-1-butanol), isobutílico (2-metil-1-propanol) e do n-propílico (1-propanol). O limite máximo da soma das concentrações destes álcoois é de 360 miligramas por 100 mililitros de álcool anidro (BRASIL, 2005).

Aldeídos compõem o aroma da cachaça, porém são considerados uma contribuição negativa, já que este grupo de compostos tem odor desagradável na maioria dos casos. Mas como aldeídos reagem facilmente com alcoóis formando acetais, o odor pungente é reduzido (SOUZA, 2006). Das amostras de cachaças analisadas para a variante aldeídos, a maioria respondeu ao padrão de identidade e qualidade exigido por lei. A legislação permite um limite máximo para aguardente e cachaça de 30 mg /100mL de álcool anidro. O acetaldeído (etanal, aldeído acético) é um aldeído presente naturalmente em diversas fontes como nas folhas de tabaco, no aroma de frutas como: pêra, maçã, morango, abacaxi; no óleo essencial de magnólia, alecrim, bálsamo, cânfora, mostarda. Em bebidas é formado durante o processo fermentativo (BURDOCK, 2003).

Quanto à acidez volátil, nenhuma das amostras de aguardente e cachaça analisadas ultrapassaram os padrões de identidade e qualidade exigidos por lei. É pela presença de excesso de ácido acético que deriva fermentações secundárias por bactérias infectantes. Isto representa uma má prática de higiene na fabricação da aguardente e da cachaça. A legislação vigente no país impõe um limite máximo de 150 mg de ácido acético por 100 mL de álcool anidro (BRASIL, 2005). Este limite é alto e gera discussões entre os técnicos envolvidos na área. Entretanto, na legislação esses teores são mantidos elevados não visando salvaguardar a cachaça recém destilada de má qualidade, mas certamente a envelhecida cujo teor aumenta com o tempo de envelhecimento em função da oxidação de etanol com formação de ácido acético e acetaldeído. Desse modo, uma cachaça de baixa acidez inicial pode revelar seu grau de maturação pelo aumento da acidez volátil

que, todavia, não desqualifica o produto no aspecto sensorial pelo conjunto agradável que forma com outros componentes (MIRANDA, 2005).

Em relação ao cobre, nenhuma das amostras de aguardente de cana e cachaça apresentou-se fora dos padrões exigidos por lei. Nas aguardentes brasileiras, o cobre aparece com frequência, como sendo um dos principais obstáculos à sua exportação, pois a maioria dos países importadores não permite a importação de bebidas contaminadas por cobre. Uma menor contaminação pode ser garantida com cuidados simples, como a higienização correta e constante dos alambiques de cobre. A legislação brasileira impõe um limite máximo para teores de cobre em aguardentes e cachaças de 5 mg/L (BRASIL, 2005).

Rota (2008) e Faria (2003) observaram que a presença do cobre nas aguardentes ocorre devido à contaminação pelo equipamento, uma vez que a maioria dos alambiques são construídos ou contém serpentina de cobre. A utilização de equipamentos de cobre em alambiques ou na parte ascendente das colunas de destilação associado ao processo de bidestilação é favorável à produção de aguardentes finas, pois reduz a acidez, e os níveis de aldeídos e compostos sulfurosos, os quais conferem a bebida sabor e odor estranhos.

Todas as amostras analisadas apresentaram teor de furfural dentro do limite legal (5 mg/100 mL álcool anidro). Teores elevados de furfural nas aguardentes e cachaças estão relacionados com a prática da queima da folhagem da cana, que acarreta desidratação parcial de uma pequena fração de açúcares presentes. A desidratação parcial de pentoses leva à formação de furfural (5-hidroximetil-2-furfuraldeído) (NOVAES *et al.*, 1999). O furfural também pode ser formado pela pirogenação de matéria orgânica depositada no fundo dos alambiques (YOKOYA, 1995). A prática de queimar a palha da cana antes da colheita é proibida em Minas Gerais na fabricação da cachaça (MINAS GERAIS, 2008). O aquecimento dos alambiques com fogo direto pode causar também a formação de furfural (VARGAS, 1998). Durante a destilação pode também ocorrer reação de Maillard que é a principal fonte de compostos heterocíclicos como furanos, pirazinas e piridinas (LÉAUTÉ, 1990).

Em relação ao álcool metílico, é importante observar que nenhuma das 16 amostras de aguardente de cana e cachaça analisadas apresentaram qualquer tipo de alteração a este composto. A legislação

permite um limite de 25 mg/100 mL de álcool anidro (BRASIL, 2005). No organismo, o metanol é oxidado a ácido fórmico e posteriormente a CO₂, provocando uma acidose grave (diminuição do pH sanguíneo), afetando o sistema respiratório, podendo levar ao coma e até mesmo à morte. A ingestão de metanol, mesmo em quantidades reduzidas, em longos períodos de consumo, pode ocasionar cegueira e a morte (CARDOSO *et al.*, 1999).

Em relação aos ésteres, outro composto que se apresenta de forma marcante no aroma da cachaça, nenhuma das amostras analisadas ultrapassou o limite exigido pela legislação que é de 200 mg/100 mL de álcool anidro. De acordo com Nykanen e Nykanen (1991), dentro da classe dos ésteres o acetato de etila é o predominante nas bebidas alcoólicas e dependendo do tipo de bebida o seu conteúdo pode variar de 50 a 95%. Janzanti (2004) e Nascimento *et al.* (1997) determinaram os teores dos principais ésteres em algumas amostras de cachaça e encontraram que o acetato de etila foi o composto majoritário. Assim como para os aldeídos, a correta separação da fração cabeça influencia o teor de ésteres na cachaça, já que os mesmos são destilados principalmente na fração cabeça.

Para o carbamato de etila, nove amostras analisadas, apresentaram-se fora dos padrões legais exigidos, entre elas destacam-se quatro aguardentes e cinco cachaças. De acordo com o MAPA o limite máximo permitido é 150 µg/L.. Baffa Jr. *et al.* (2009), analisando 22 marcas de cachaças comercializadas na região da mata mineira, por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS), encontraram valores médios de 1,206 mg L⁻¹ para teores de carbamato de etila entre as amostras que variaram de 0,005 a 12,376 mg.L⁻¹. Dentre as 22 amostras analisadas apenas 5 apresentaram teores considerados internacionalmente aceitáveis (abaixo de 0,150 mg.L⁻¹). Os resultados indicaram a necessidade de alterações no processo de produção das amostras de cachaças, visando eliminar este problema de saúde pública, bem como, para o enquadramento deste produto nos padrões internacionais.

Reche e Franco (2009) realizaram estudo com 115 amostras de aguardente de cana e cachaça, destas bebidas (27 amostras de coluna e 86 de alambique). As amostras foram coletadas no momento da destilação e seus teores de carbamato foram analisados utilizando técnicas quimiométricas. Um dos fatores relacionados com a presença de carbamato

de etila nas amostras destiladas em coluna diz respeito à presença de ácido cianídrico. Como o HCN não é fixado na parte ascendente da coluna, devido à ausência de cobre, este atinge o condensador, reagindo com íons Cu(II), ocasionando a corrosão do condensador por vapores ácidos. A redução de Cu(II) a Cu(I) e a formação de cianogênio favorecem a formação de íons cianeto que, ao reagirem com etanol, produzem o carbamato de etila. Segundo a literatura, quando o alambique é operado com altas taxas de refluxo, baixos rendimentos e baixas temperaturas de destilação (< 80°C), existe uma tendência à redução nos teores de carbamato de etila. A geometria do alambique, o controle da temperatura e a taxa de refluxo são fatores que podem influenciar diretamente a presença deste composto.

4.2. Análise dos Compostos Voláteis Majoritários

O resultado dos compostos voláteis majoritários são apresentados na Tabela 3, para as 16 amostras de aguardente de cana e cachaça. Embora não sendo contemplados pela legislação como Padrões de Identidade e Qualidade, consideram-se parâmetros de qualidade sensorial, principalmente no que diz respeito aos aromas das bebidas.

O componente volátil majoritário nas cachaças é o etanol, porém ele é um dos componentes de menor destaque na definição do aroma por ter um aroma pouco marcante. No entanto compostos como aldeídos, alcoóis superiores (propílico, butílico e amílico) e ésteres, que possuem características de aroma mais marcantes, possuem grande impacto nas características da bebida (NÓBREGA, 2003).

OLIVEIRA *et al.* (2005), correlacionaram os resultados dos valores de compostos voláteis e de teste de aceitação de 10 cachaças produzidas com diferentes linhagens de leveduras, observando correlação positiva ($p \leq 0,05$) entre o propanol e os atributos de sabor ($r = +0,76$) e impressão global ($r = +0,81$). Os resultados do trabalho são contrários aos relatados por BOZA e HORI (1998), os quais constataram que o teor de propanol influi negativamente na qualidade sensorial das cachaças. ALMEIDA E BARRETO (1971) observaram que a ocorrência de teores muito elevados de propanol (55 a 65 mg /100 mL álcool anidro) exerce influência negativa na qualidade sensorial da cachaça.

Nas bebidas destiladas, os alcoóis superiores são o maior grupo entre os componentes de aroma, sob o aspecto quantitativo, sendo que em média, o rum contém 0,6 g/L, o uísque escocês 1 g/L e o conhaque 1,5 g/L. Esses alcoóis, denominados também de óleo fúsel tem um efeito significativo sobre as características sensoriais das bebidas. O n-propanol, o isobutanol e o amílico são importantes componentes do uísque e vinhos, porém, altas concentrações desses alcoóis, podem conferir odor desagradável à bebida, sendo sugerido o limite de óleo fúsel entre 60 e 120 g/L a 50% v/v de álcool (SOUZA, 2006; NYKANEN; SUOMALAINEN, 1983). O álcool isoamílico é o principal álcool sintetizado durante a fermentação e dependendo da natureza da bebida pode perfazer de 40 a 70% do total de óleo fúsel (GUTIERREZ,1993).

De acordo com L'anson (1971), maiores quantidades de alcoóis superiores são encontradas em runs destilados em alambiques do que naqueles destilados em coluna. Os alcoóis superiores, além de conferir corpo à bebida, podem passar por um processo de esterificação durante o envelhecimento sendo seus ésteres aromaticamente mais agradáveis ao paladar. Nykanen e Nykanen (1991) e Souza (2006) citaram Lima (1964), que relatou que a aguardente de cana-de-açúcar fabricada em alambique, quase sempre sem processos de retificação (sem separação do óleo fúsel), apresenta riqueza em óleo fúsel muito elevada, parecendo ser um fator de qualidade das aguardentes. De acordo com Lehtonen (1983), álcool isoamílico é o óleo fúsel mais abundante em bebidas como o rum, seguido de isobutanol. Alguns dos alcoóis superiores encontrados em bebidas destiladas são: álcool isoamílico, isobutanol, 2-butanol, 1-propanol, 2-metilbutanol, propanol e isopentanol (NYKANEN; SUOMALAINEN, 1983). Amerine et al. (1972) sugeriram que álcoois superiores podem não ser apenas importantes devido ao seu odor característico, mas também devido à sua ação solvente sobre outras substâncias aromáticas, interferindo no grau de volatilidade.

Em suma, vários compostos voláteis têm importância no aroma da cachaça, porém deve-se levar em consideração que as características de odor dependem das concentrações em que se encontram esses compostos, pois de forma muito elevada podem deixar de ser considerados agradáveis e se tornarem desagradáveis (SOUZA, 2006).

Tabela 4 - Compostos voláteis majoritários das amostras de aguardente de cana e cachaça

Amostras	Acetaldeído (mg/100 mL de AA)	Furfural (mg/100 mL de AA)	Acetato de etila (mg/100 mL de AA)	Metanol (mg/100 mL de AA)	Sec-butanol (mg/100mL de AA)	1-propanol (mg/100 mL de AA)	Isobutílico (mg/100 mL de AA)	Isoamílico (mg/100 mL de AA)
1	18,66	< 1	33,31	3,79	0,41	47,84	60,59	182,75
2	13,82	< 1	37,78	1,76	0,56	51,55	52,04	187,32
3	3,30	< 1	12,32	2,29	0,00	52,24	61,91	170,60
4	4,93	< 1	6,90	0,34	0,00	2,80	4,47	15,49
5	3,74	< 1	54,13	1,87	1,22	40,87	40,42	165,98
6	5,80	< 1	68,16	2,14	2,71	73,76	36,23	167,67
7	6,69	< 1	55,36	0,89	1,47	22,65	54,30	170,90
8	12,42	< 1	76,07	1,99	1,17	50,51	50,31	139,87
9	1,24	< 1	7,13	2,00	1,26	77,38	76,60	216,97
10	11,07	< 1	25,70	1,57	0,38	43,59	33,92	150,37
11	12,11	< 1	43,67	1,81	14,08	92,25	36,87	135,28
12	5,22	< 1	43,71	2,00	9,28	81,70	51,83	141,84
13	8,51	< 1	38,18	1,16	54,32	77,02	45,33	151,42
14	18,58	< 1	124,18	1,62	0,43	21,78	49,28	210,07
15	7,12	< 1	60,80	1,76	1,25	51,81	37,18	131,57
16	18,66	< 1	33,31	3,77	0,41	47,84	60,59	182,75

*AA (álcool anidro)

4.3. Análise descritiva quantitativa

A ficha de avaliação desenvolvida consensualmente pelas duas equipes (Figura 8) constou de 14 termos descritivos relativos a coloração, irritação, aroma alcoólico, aroma amadeirado, ardência, sabor alcoólico, sabor adocicado, gosto amargo, sabor amadeirado, sabor residual alcoólico, gosto residual amargo, sabor residual amadeirado, ardência residual e adstringência. Esses termos passarão a ser chamados, neste trabalho, de **atributos sensoriais** ou **descritores**. O Quadro 5 apresenta os termos descritivos com suas respectivas definições e amostras–referência.

Foi aplicada ANOVA aos resultados obtidos para cada descritor das amostras de aguardente de cana e cachaça analisadas, para as duas equipes, Embrapa e colonial. Os resultados da análise de variância são apresentados nas Tabelas 5 e 6.

4.3.1. Resultado da avaliação das amostras

Neste trabalho utilizou-se os escores dos 12 julgadores da equipe Embrapa e dos 7 julgadores da equipe colonial, que não causaram interação grave. A análise dos resultados das médias dos atributos sensoriais para as dezesseis amostras de aguardente de cana e cachaça da equipe Embrapa e colonial estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

No resultado dos escores médios dos 14 descritores sensoriais atribuídos as amostras de aguardente de cana e cachaça para a equipe Embrapa, foram verificados que as maiores médias se destacaram para os atributos coloração, aroma amadeirado e sabor alcoólico. Para a equipe colonial, as maiores médias foram representadas pelos atributos, coloração e sabor alcoólico.

As amostras de aguardente de cana e cachaça que representaram esses atributos entre as duas equipes foram, marca 2 e 4 para o atributo coloração, aroma amadeirado, sabor amadeirado e sabor residual amadeirado. Destacando-se como características entre estas bebidas, aguardente de cana envelhecida em tonel de carvalho e aguardente de cana extra *Premium*.

Para o atributo sabor alcoólico, destaca-se a marca 1, tanto para a equipe embrapa quanto para a equipe colonial. Tendo como característica, uma aguardente industrial tipo prata, não envelhecida, Yokota (2005)

constatou que apesar de ser um atributo estatisticamente significativo na descrição sensorial das amostras, o aroma alcoólico não diferiu claramente entre as amostras de cachaça envelhecida analisadas.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância dos escores dos sensoriais da equipe Embrapa

ATRIBUTO	FV	GL	QM	VS. RESÍDUO		VS. INTERAÇÃO			
				F	p	F	p		
Coloração	Marca	15	113,05	197,70	<0,0001	23,00	<0,0001	*	
	Julg	11	31,55	55,17	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,82	4,93	<0,0001				*
	Res	574	0,57						
Irritação	Marca	15	14,94	4,30	<0,0001				
	Julg	11	139,78	40,18	<0,0001				
	Marca *Julg	165	3,69	1,06	<0,3204				ns
	Res	574	3,47						
Aroma alcoólico	Marca	15	19,73	6,97	<0,0001				
	Julg	11	108,21	38,19	<0,0001				
	Marca *Julg	165	3,44	1,22	<0,0649				ns
	Res	574	2,83						
Ardência	Marca	15	15,92	3,76	<0,0001				
	Julg	11	130,48	30,79	<0,0001				
	Marca *Julg	165	3,62	0,86	<0,8741				ns
	Res	574	4,23						
Sabor alcoólico	Marca	15	6,62	3,10	<0,0001				
	Julg	11	89,03	41,70	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,56	1,20	<0,0779				ns
	Res	574	2,13						
Sabor adocicado	Marca	15	2,70	1,12	<0,3376				
	Julg	11	90,12	37,27	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,82	1,17	<0,1115				ns
	Res	574	2,41						
Gosto amargo	Marca	15	2,90	0,75	<0,7333				
	Julg	11	67,28	17,36	<0,0001				
	Marca *Julg	165	4,70	1,21	<0,0655				ns
	Res	574	3,87						
Sabor residual alcoólico	Marca	15	7,80	2,68	<0,0007				
	Julg	11	119,78	41,05	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,97	1,02	<0,4370				ns
	Res	574	2,91						
Gosto residual amargo	Marca	15	3,81	0,88	<0,5847				
	Julg	11	90,03	20,81	<0,0001				
	Marca *Julg	165	5,09	1,18	<0,1031				ns
	Res	574	4,32						
Sabor residual amadeirado	Marca	15	74,40	33,04	<0,0001	5,02	<0,0001	*	
	Julg	11	32,07	14,24	<0,0001				
	Marca *Julg	165	4,16	1,85	<0,0001				*
	Res	574	2,25						
Ardência residual	Marca	15	8,38	2,44	<0,0020				
	Julg	11	216,07	62,93	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,81	0,82	<0,9285				ns
	Res	574	3,43						
Adstringência	Marca	15	4,70	1,97	<0,0162				
	Julg	11	252,98	105,98	<0,0001				
	Marca *Julg	165	2,89	1,21	<0,0676				ns
	Res	574	2,38						
Aroma amadeirado	Marca	15	123,48	74,62	<0,0001	8,42	<0,0001	*	
	Julg	11	15,77	9,53	<0,0001				
	Marca *Julg	165	3,53	2,13	<0,0001				*
	Res	574	1,65						
Sabor amadeirado	Marca	15	100,03	54,95	<0,0001	6,91	<0,0001	*	
	Julg	11	31,23	17,16	<0,0001				
	Marca *Julg	165	3,57	1,97	<0,0001				*
	Res	574	1,82						

*Significativo a 5% de probabilidade. Trat – marca; Julg- julgador; Marca*Julg – interação amostras *versus* julgador; Res – residuo.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos escores sensoriais da equipe colonial

ATRIBUTO	FV	GL	QM	VS. RESÍDUO		VS. INTERAÇÃO		
				F	p	F	p	
Coloração	Marca	15	37,70	52,13	<0,0001	ns		
	Julg	6	4,91	6,79	<0,0001			
	Marca *Julg	90	0,77	1,06	<0,3511			
	Res	335	0,72					
Irritação	Marca	15	3,94	1,51	<0,1031	2,94	<0,0001	*
	Julg	6	79,19	30,30	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,55	1,36	<0,0363			
	Res	335	2,61					
Aroma alcoólico	Marca	15	6,81	2,60	<0,0013	ns		
	Julg	6	80,20	30,66	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,29	1,26	<0,0893			
	Res	335	2,61					
Ardência	Marca	15	11,47	3,34	<0,0001	ns		
	Julg	6	178,18	51,84	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,13	0,91	<0,06872			
	Res	335	3,43					
Sabor alcoólico	Marca	15	6,54	3,08	<0,0001	ns		
	Julg	6	187,96	88,40	<0,0001			
	Marca *Julg	90	2,58	1,21	<0,1269			
	Res	335	2,12					
Sabor adocicado	Marca	15	1,37	0,66	0,8245	ns		
	Julg	6	144,09	69,03	<0,0001			
	Marca *Julg	90	2,55	1,23	<0,1163			
	Res	335	2,08					
Gosto amargo	Marca	15	2,32	0,85	0,6176	ns		
	Julg	6	209,30	76,64	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,40	1,25	<0,0974			
	Res	335	2,73					
Sabor residual alcoólico	Marca	15	4,36	1,93	<0,0217	ns		
	Julg	6	211,06	93,12	<0,0001			
	Marca *Julg	90	2,11	0,93	<0,6401			
	Res	335	2,26					
Gosto residual amargo	Marca	15	1,57	0,57	<0,8982	ns		
	Julg	6	234,35	84,13	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,19	1,15	<0,2017			
	Res	335	2,78					
Sabor residual amadeirado	Marca	15	20,317	7,66	<0,0001	6,68	<0,0001	*
	Julg	6	209,60	78,98	<0,0001			
	Marca *Julg	90	4,51	1,70	<0,0009			
	Res	335	2,65					
Ardência residual	Marca	15	11,99	3,36	<0,0001	ns		
	Julg	6	203,25	56,86	<0,0001			
	Marca *Julg	90	3,67	1,03	<0,4300			
	Res	335	3,57					
Adstringência	Marca	15	1,70	0,93	<0,5367	11,50	<0,0001	*
	Julg	6	349,60	189,25	<0,0001			
	Marca *Julg	90	2,61	1,41	<0,0211			
	Res	335	1,84					
Aroma amadeirado	Marca	15	24,18	8,53	<0,0001	3,75	<0,0001	*
	Julg	6	58,64	20,68	<0,0001			
	Marca *Julg	90	5,18	1,83	<0,0002			
	Res	335	2,83					
Sabor amadeirado	Marca	15	13,73	5,00	<0,0001	6,07	<0,0001	*
	Julg	6	207,54	75,58	<0,0001			
	Marca *Julg	90	4,41	1,61	<0,0026			
	Res	335	2,74					

*Significativo a 5% de probabilidade. Trat – marca; Julg- julgador; Marca*Julg – interação amostras *versus* julgador; Res – resíduo.

Tabela 7 - Valores médios dos atributos sensoriais das amostras de aguardente e cachaça para a equipe Embrapa

Coloração	Irritante	Aroma alcoólico	Aroma amadeirado	Ardência	Sabor alcoólico	Sabor adocicado
[2] 6.3194 ^a	[12] 4.7194 ^a	[16] 5.8083 ^a	(4) 6.0111 ^a	[14]5.8778 ^a	[1]6.1972 ^a	[4]2.6833 ^a
[4] 3.9806 ^b	[1] 4.0944 ^a	[1] 5.7306 ^a	(2) 4.7694 ^{ba}	[1] 5.5639 ^{ba}	[14]6.0861 ^{ba}	[13]2.6778 ^a
[5] 2.5778 ^c	[16] 4.0417 ^{ba}	[12] 5.5556 ^{ba}	(15) 4.4000 ^b	[12]5.3500 ^{bac}	[16]6.0694 ^{ba}	[5]2.6222 ^a
[8] 2.5306 ^c	[14] 3.6250 ^{ba}	[7] 5.3667 ^{bac}	(5) 3.4639 ^{bc}	[8]5.2056 ^{bac}	[12]5.8861 ^{bac}	[12]2.6194 ^a
[15] 2.4750 ^c	[7] 3.5083 ^{ba}	[14] 5.3194 ^{bac}	(8) 2.7000 ^{dc}	[15]5.0556 ^{bdac}	[7]5.7361 ^{bac}	[15]2.4722 ^a
[14]2.0139 ^c	[8] 3.3889 ^{ba}	[8] 4.9139 ^{bdac}	(14) 2.3333 ^{dce}	[7]4.9111 ^{bdac}	[11]5.7167 ^{bac}	[3]2.4657 ^a
[13]1.3833 ^{dc}	[11] 3.3806 ^{ba}	[9] 4.8528 ^{bdac}	(13) 1.7361 ^{dfe}	[5]4.8306 ^{bdac}	[8]5.5806 ^{bac}	[14]2.3222 ^a
[10] 0.5944 ^d	[9] 3.3750 ^{ba}	[15] 4.700 ^{bdac}	(11) 1.7333 ^{dfe}	[13]4.8278 ^{bdac}	[5]5.5389 ^{bac}	[1]2.3194 ^a
[11] 0.3389 ^d	[6] 3.2222 ^b	[3] 4.6857 ^{bdac}	(10)1.3722 ^{dfe}	[16]4.7694 ^{bdac}	[3]5.4657 ^{bac}	[7]2.2361 ^a
[6] 0.3250 ^d	[10] 3.2083 ^b	[11] 4.5917 ^{bdac}	(12) 1.3278 ^{dfe}	[11]4.6972 ^{bdac}	[13]5.4528 ^{bac}	[2]2.2222 ^a
[1] 0.2861 ^d	[3] 3.1114 ^{bc}	[13] 4.5306 ^{bdac}	(7) 0.9306 ^{fe}	[10]4.6694 ^{bdac}	[15]5.4222 ^{bac}	[11]2.1806 ^a
[12] 0.1972 ^d	[13] 3.0528 ^{bc}	[10] 4.3028 ^{bdec}	(6) 0.7583 ^{fe}	[3]4.1743 ^{bdc}	[10]5.3806 ^{bac}	[6]2.1139 ^a
[3] 0.1314 ^d	[2] 3.0306 ^{bc}	[5] 4.1944 ^{dec}	(3) 0.5829 ^f	[4]4.0167 ^{bdc}	[9]5.2361 ^{bac}	[9]2.0111 ^a
[9] 0.1306 ^d	[5] 3.0222 ^{bc}	[6] 4.0722 ^{dec}	(1) 0.5639 ^f	[9]3.9250 ^{bdc}	[6]5.0028 ^{bc}	[10]1.9861 ^a
[16] 0.1028 ^d	[15] 2.8694 ^{bc}	[2] 3.8194 ^{de}	(16) 0.5083 ^f	[2]3.8111 ^{dc}	[2]4.8194 ^c	[16]1.9833 ^a
[7] 0.0889 ^d	[4] 1.7389 ^c	[4] 3.0611 ^e	(9) 0.4889 ^f	[6]3.4917 ^d	[4]4.7583 ^c	[8]1.8000 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de REGWR ($p \leq 0,05$).

Gosto amargo	Sabor amadeirado	Sabor residual alcoólico	Gosto residual amargo	Sabor residual amadeirado	Ardência residual	Adstringência
[8]3.8250 ^a	[4]5.7500 ^a	[1]5.8417 ^a	[8]3.8889 ^a	[4]5.1722 ^a	[14]5.2056 ^a	[15]3.2778 ^a
[6]3.5194 ^a	[2]4.4806 ^a	[12]5.7056 ^{ba}	[13]3.8417 ^a	[15]4.0667 ^{ba}	[12]4.8778 ^{ba}	[14]3.1889 ^a
[13]3.4583 ^a	[15]4.3667 ^a	[14]5.6389 ^{ba}	[16]3.5806 ^a	[2]3.9861 ^{ba}	[7]4.8750 ^{ba}	[7]3.1583 ^a
[11]3.4389 ^a	[5]2.9806 ^b	[16]5.4639 ^{ba}	[1]3.5083 ^a	[5]2.9972 ^{bc}	[3]4.8543 ^{ba}	[12]3.1389 ^a
[12]3.2333 ^a	[14]2.7056 ^{cb}	[3]5.3029 ^{ba}	[12]3.4167 ^a	[8]2.4250 ^{dc}	[15]4.6139 ^{ba}	[5]3.1167 ^a
[10]3.2028 ^a	[8]2.7000 ^{cb}	[7]5.1861 ^{ba}	[9]3.3139 ^a	[14]2.3167 ^{dce}	[8]4.5972 ^{ba}	[13]2.9611 ^a
[1]3.1694 ^a	[13]2.0333 ^{cbd}	[5]5.0750 ^{ba}	[5]3.2861 ^a	[13]1.7056 ^{dfce}	[5]4.5944 ^{ba}	[11]2.8833 ^a
[5]3.1611 ^a	[11]1.7639 ^{cbd}	[10]5.0333 ^{ba}	[15]3.2528 ^a	[12]1.3694 ^{dfe}	[1]4.5722 ^{ba}	[4]2.7972 ^a
[16]3.1278 ^a	[12]1.2917 ^{cd}	[11]5.0167 ^{ba}	[6]3.2222 ^a	[11]1.3528 ^{dfe}	[11]4.5472 ^{ba}	[6]2.7944 ^a
[14]3.0083 ^a	[10]1.2306 ^{cd}	[9]5.0056 ^{ba}	[11]3.2056 ^a	[6]1.0778 ^{dfe}	[13]4.4417 ^{ba}	[8]2.7028 ^a
[7]2.9472 ^a	[6]1.0333 ^d	[13]4.8556 ^{ba}	[14]3.1694 ^a	[10]0.9278 ^{dfe}	[9]4.2000 ^{ba}	[3]2.5743 ^a
[15]2.9472 ^a	[7]0.8944 ^d	[8]4.8167 ^{ba}	[7]3.0472 ^a	[16]0.7889 ^{fe}	[10]4.1250 ^{ba}	[1]2.5056 ^a
[9]2.9361 ^a	[1]0.7222 ^d	[15]4.5917 ^{ba}	[3]3.0114 ^a	[7]0.7417 ^{fe}	[16]3.9750 ^{ba}	[16]2.5028 ^a
[3]2.9143 ^a	[3]0.7000 ^d	[2]4.5194 ^{ba}	[10]2.8806 ^a	[3]0.7257 ^{fe}	[4]3.7889 ^{ba}	[2]2.2833 ^a
[4]2.8667 ^a	[9]0.6528 ^d	[6]4.3389 ^b	[4]2.8583 ^a	[1]0.6139 ^f	[6]3.6139 ^b	[9]2.2750 ^a
[2]2.7972 ^a	[16]0.6278 ^d	[4]4.3333 ^b	[2]2.8083 ^a	[9]0.5611 ^f	[2]3.5167 ^b	[10]2.1528 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de REGWR ($p \leq 0,05$).

Tabela 8 - Valores médios dos atributos sensoriais das amostras de aguardente e cachaça para a equipe Colonial

Coloração	Irritante	Aroma alcoólico	Aroma amadeirado	Ardência	Sabor alcoólico	Sabor adocicado
[2]6.5214 ^a	[8]2.6905 ^a	[6]5.5500 ^a	[4]5.1238 ^a	[14]5.8190 ^a	[1]6.0048 ^a	[12]2.9071 ^a
[4]4.1571 ^b	[12]2.5905 ^a	[8]5.4357 ^{ba}	[2]3.1857 ^{ba}	[12]5.3881 ^{ba}	[12]5.9095 ^a	[5]2.7048 ^a
[5]2.5810 ^c	[16]2.1762 ^a	[4]5.3310 ^{bac}	[15]2.7286 ^{bc}	[1]5.3690 ^{ba}	[14]5.8786 ^a	[4]2.6976 ^a
[8]2.5000 ^c	[5]2.1381 ^a	[10]5.0643 ^{bdac}	[14]2.4714 ^{bc}	[8]4.9190 ^{bac}	[16]5.7238 ^a	[13]2.6381 ^a
[15]2.4524 ^c	[3]2.1143 ^a	[7]4.7095 ^{ebdac}	[5]2.4524 ^{bc}	[15]4.6738 ^{bdac}	[7]5.4714 ^{ba}	[15]2.5952 ^a
[14]1.9714 ^d	[13]1.9429 ^a	[9]4.5405 ^{ebdac}	[8]2.3381 ^{bc}	[16]4.5976 ^{bdac}	[13]5.3619 ^{ba}	[1]2.5048 ^a
[13]1.3810 ^e	[10]1.8952 ^a	[15]4.3714 ^{ebdac}	[1]2.2000 ^{bc}	[7]4.5714 ^{bdac}	[8]5.3381 ^{ba}	[3]2.4049 ^a
[10]0.6571 ^f	[9]1.8238 ^a	[16]4.3122 ^{ebdc}	[13]1.8714 ^{bc}	[10]4.5643 ^{bdac}	[10]5.3262 ^{ba}	[6]2.3000 ^a
[1]0.3714 ^{gf}	[1]1.8190 ^a	[11]4.2405 ^{ebdc}	[7]1.7762 ^{bc}	[13]4.5619 ^{bdac}	[11]5.2000 ^{ba}	[14]2.3000 ^a
[11]0.3500 ^{gf}	[14]1.7810 ^a	[1]4.2119 ^{edc}	[11]1.6762 ^{bc}	[5]4.4333 ^{bdac}	[3]5.1707 ^{ba}	[7]2.2548 ^a
[6]0.3333 ^{gf}	[15]1.7429 ^a	[2]4.1714 ^{edc}	[12]1.6238 ^{bc}	[11]4.3381 ^{bdac}	[15]4.9381 ^{ba}	[2]2.2452 ^a
[12]0.2024 ^{gf}	[6]1.6619 ^a	[14]4.0214 ^{ed}	[6]1.5429 ^{bc}	[3]3.9683 ^{bdc}	[5]4.9143 ^{ba}	[10]2.1786 ^a
[3]0.1488 ^{gf}	[2]1.6286 ^a	[3]3.683 ^{ef}	[10]1.4381 ^{bc}	[4]3.8286 ^{bdc}	[9]4.8357 ^{ba}	[16]2.1452 ^a
[9]0.1357 ^g	[7]1.5952 ^a	[13]3.6143 ^{ef}	[3]1.1667 ^{bc}	[9]3.7381 ^{dc}	[6]4.5048 ^b	[11]2.1381 ^a
[7]0.1071 ^g	[11]1.4667 ^a	[12]3.5960 ^{ef}	[16]1.0381 ^{bc}	[2]3.4095 ^{dc}	[4]4.4619 ^b	[9]2.1214 ^a
[16]0.1071 ^g	[4]0.8571 ^a	[5]2.8476 ^f	[9]0.3857 ^c	[6]3.1500 ^d	[2]4.4238 ^b	[8]1.8000 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de REGWR ($p \leq 0,05$).

Gosto amargo	Sabor amadeirado	Sabor residual alcoólico	Gosto residual amargo	Sabor residual amadeirado	Ardência residual	Adstringência
[8]3.7524 ^a	[4]4.8762 ^a	[1]5.7071 ^a	[13]4.1167 ^a	[4]5.3238 ^a	[14]5.2524 ^a	[6]3.3667 ^a
[13]3.6619 ^a	[2]3.1095 ^{ba}	[14]5.4524 ^{ba}	[8]3.9548 ^a	[14]3.3571 ^b	[7]4.7976 ^{ba}	[16]3.1524 ^a
[11]3.3881 ^a	[15]3.0333 ^{ba}	[12]5.3524 ^{bac}	[16]3.9071 ^a	[2]3.2714 ^b	[3]4.7902 ^{ba}	[4]3.1238 ^a
[6]3.1524 ^a	[14]2.9476 ^{ba}	[7]5.2167 ^{bdac}	[12]3.7048 ^a	[15]3.1905 ^b	[1]4.6738 ^{ba}	[12]3.0952 ^a
[15]3.1333 ^a	[1]2.9048 ^{ba}	[10]4.9976 ^{bdac}	[11]3.5333 ^a	[5]2.9524 ^b	[12]4.5905 ^{ba}	[15]3.0333 ^a
[16]3.1310 ^a	[5]2.6857 ^b	[16]4.9762 ^{bdac}	[14]3.5190 ^a	[1]2.7286 ^b	[13]4.5833 ^{ba}	[10]3.0238 ^a
[5]3.1119 ^a	[11]2.4857 ^b	[13]4.9619 ^{bdac}	[15]3.4357 ^a	[8]2.6143 ^b	[8]4.5810 ^{ba}	[8]3.0190 ^a
[2]3.1048 ^a	[8]2.3381 ^b	[3]4.9341 ^{bdac}	[1]3.4167 ^a	[13]2.4143 ^b	[15]4.286 ^{ba}	[14]2.9429 ^a
[12]3.1024 ^a	[10]2.1476 ^b	[8]4.6690 ^{bdac}	[9]3.3405 ^a	[11]2.3143 ^b	[11]4.4024 ^{ba}	[7]2.9143 ^a
[4]3.0333 ^a	[12]2.05224 ^b	[5]4.6333 ^{bdac}	[2]3.2786 ^a	[10]1.9619 ^b	[5]4.2095 ^{ba}	[11]2.8810 ^a
[14]2.9429 ^a	[13]2.0048 ^b	[9]4.5857 ^{bdac}	[3]3.2732 ^a	[6]1.8857 ^b	[9]4.1571 ^{ba}	[13]2.8810 ^a
[10]2.9310 ^a	[6]1.9857 ^b	[11]4.5714 ^{bdac}	[5]3.2690 ^a	[7]1.8810 ^b	[10]4.1548 ^{ba}	[3]2.7190 ^a
[3]2.8976 ^a	[3]1.9143 ^b	[15]4.3476 ^{bdac}	[6]3.2167 ^a	[16]1.6571 ^b	[16]4.0405 ^{ba}	[1]2.6619 ^a
[1]2.7833 ^a	[16]1.8238 ^b	[2]4.2286 ^{bdc}	[4]3.2000 ^a	[12]1.6524 ^b	[4]3.6405 ^a	[5]2.5429 ^a
[7]2.7571 ^a	[7]1.7952 ^b	[6]4.0714 ^{dc}	[10]3.0595 ^a	[3]1.5381 ^b	[6]3.3429 ^b	[9]2.3857 ^a
[9]2.6429 ^a	[9]1.5190 ^b	[4]3.9643 ^d	[7]2.9881 ^a	[9]1.4905 ^b	[2]3.3167 ^b	[2]2.3286 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de REGWR ($p \leq 0,05$).

4.4. Resultado da análise dos componentes principais

Na Análise de Componentes Principais (ACP), Figura 9 e 10, observa-se que os dois primeiros componentes principais para a equipe embrapa, explicam 91,13% – 81,48% pelo primeiro componente principal (CP1) e 9,65% pelo segundo componente principal (CP2) – das variações entre as amostras em relação aos 14 atributos sensoriais. Por análise de correlação de Pearson, de acordo com a Tabela 6 constatou-se correlação significativa para cor, irritação, aroma alcoólico, aroma amadeirado, sabor alcoólico, sabor amadeirado, sabor residual alcoólico e sabor residual amadeirado em relação ao CP1. Em relação a equipe colonial, observa-se que os dois primeiros componentes principais explicam, 78,54% - 55,56% pelo primeiro componente principal (CP1) e 22,99% pelo segundo componente principal (CP2) – das variações entre as amostras em relação aos 14 atributos sensoriais. Por análise de correlação de Pearson, de acordo com a Tabela 7, constatou-se correlação significativa para cor, irritação, aroma amadeirado, sabor amadeirado e sabor residual amadeirado. O estudo evidencia que, apesar de haver grupos com diferentes tendências quanto aos atributos sensoriais quantificados, o grupo majoritário para as amostras de aguardente de cana e cachaça foi composto por duas aguardentes industriais, uma comercial envelhecida (AG 2) e uma comercial *extra-premium* (AG 4). (Figuras 11 e 12).

A análise dos componentes principais para os atributos sensoriais evidenciou que descritores como coloração, sabor residual amadeirado, sabor amadeirado e aroma amadeirado, tiveram proximidades semelhantes para as duas equipes, entre os 14 atributos avaliados, portanto os que mais contribuíram para a diferenciação entre as amostras. Nessa mesma análise, os vetores de tamanho reduzido indicam que atributos como gosto residual amargo, adstringência, sabor adocicado e gosto amargo não contribuem para avaliação das amostras de aguardente e cachaça analisadas (Figuras 9 e 10).

Segundo Munhöz *et al.* (1992), em uma figura que representa ACP, os vetores com medidas mais distantes de zero correspondem às 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 bastante influência.(Figuras 9 e 10).

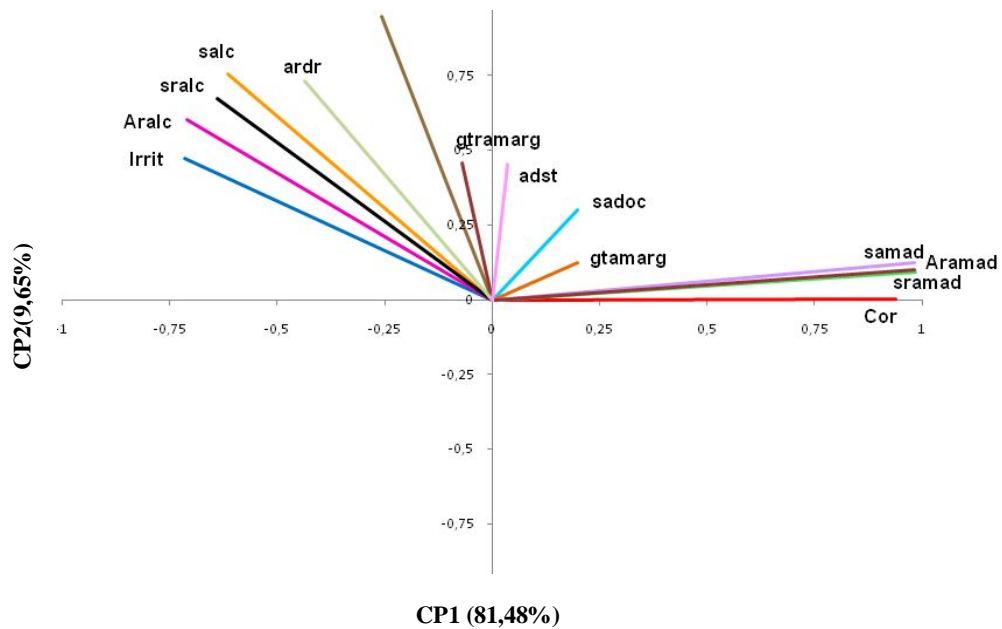


Figura 9 - ACP dos atributos sensoriais para as amostras de aguardente e cachaça da equipe Embrapa.

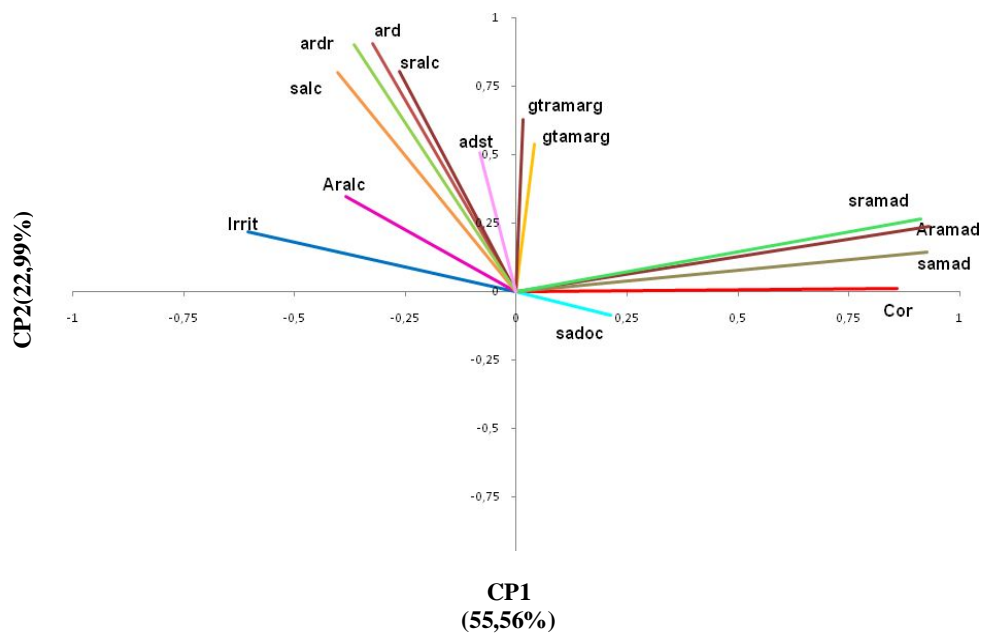


Figura 10 - ACP dos atributos sensoriais para as amostras de aguardente e cachaça da equipe Colonial.

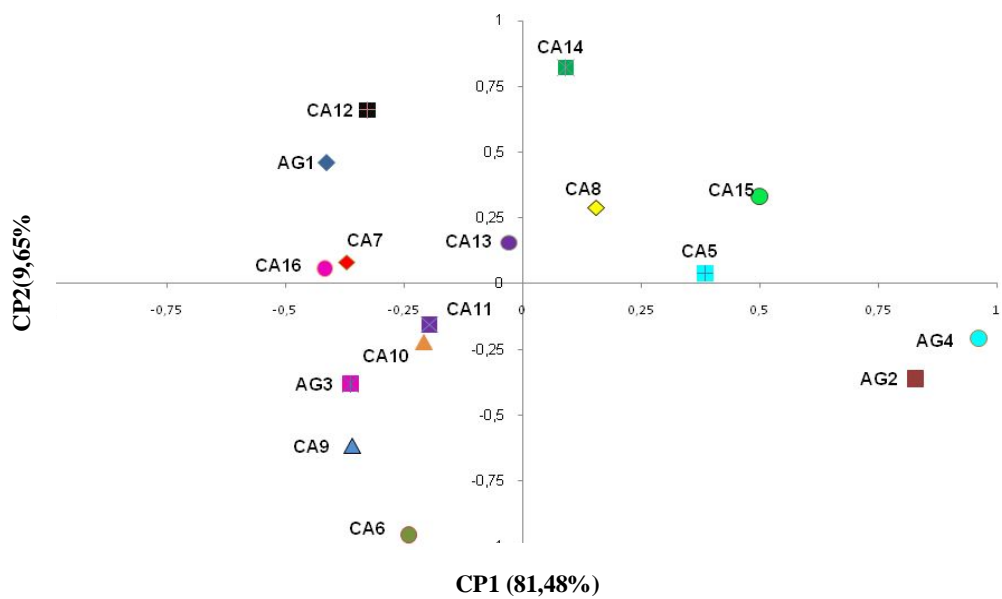


Figura 11 - ACP das amostras de aguardente de cana e cachaça para equipe Embrapa.

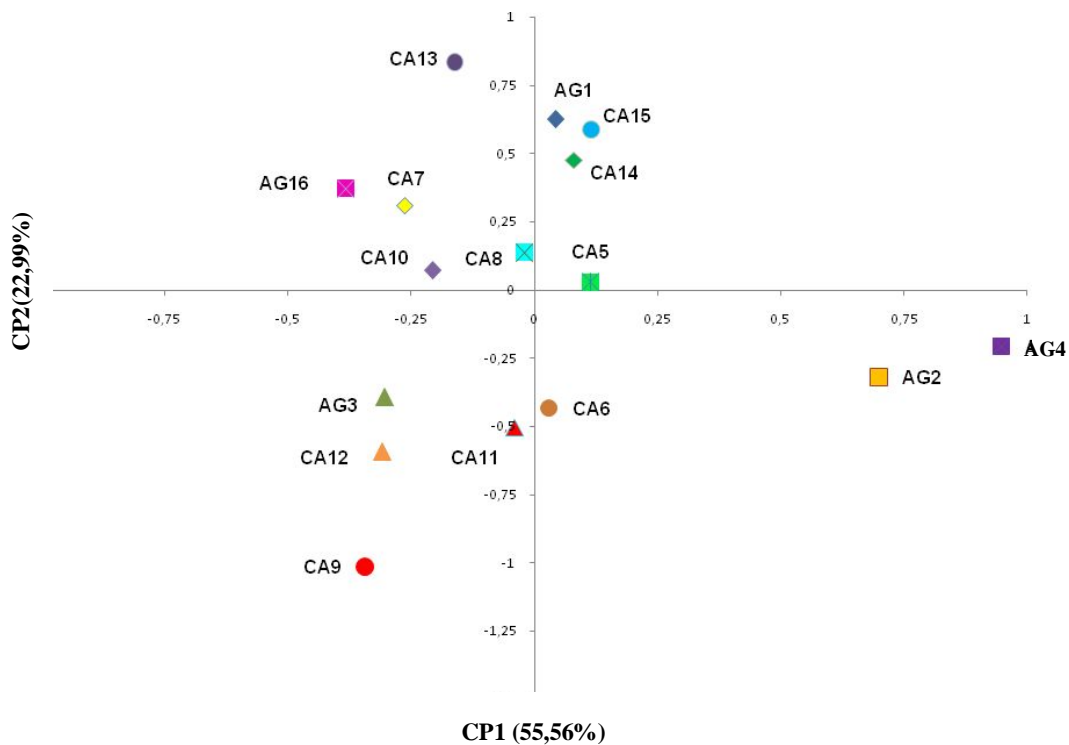


Figura 12 - ACP das amostras de aguardente de cana e cachaça da equipe Colonial.

Tabela 9 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (12 julgadores)

Atributos sensoriais	Componentes principais			
	CP1		CP2	
	r	p	r	p
Cor	0,94	<0,0001*	0,001	0,9958
Irritação	-0,72	0,0018*	0,47	0,0638
Aroma alcoólico	-0,70	0,0021*	0,60	0,0134*
Aroma amadeirado	0,98	<0,0001*	0,09	0,7313
Ardência	-0,25	0,3394	0,94	<0,0001*
Sabor alcoólico	-0,61	0,0115*	0,75	0,0007*
Sabor adocicado	0,19	0,4609	0,30	0,2574
Gosto amargo	0,19	0,4638	0,12	0,6491
Sabor amadeirado	0,98	<0,0001*	0,12	0,6464
Sabor residual alcoólico	-0,64	0,0076*	0,67	0,0041*
Gosto residual amargo	-0,70	0,7962	0,46	0,0747
Sabor residual amadeirado	0,98	<0,0001*	0,09	0,7133
Ardência residual	-0,43	0,0916	0,73	0,0012*
Adstringência	0,03	0,8933	0,45	0,0765

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

Tabela 10 - Coeficientes de Correlação de Pearson entre os atributos sensoriais e os dois primeiros componentes principais (7 julgadores)

Atributos sensoriais	Componentes principais			
	CP1		CP2	
	r	p	r	p
Cor	0,85	<0,0001*	0,12	0,9642
Irritação	-0,60	0,0128*	0,22	0,4121
Aroma alcoólico	-0,38	0,1417	0,34	0,1868
Aroma amadeirado	0,93	<0,0001*	0,24	0,3756
Ardência	-0,32	0,2223	0,91	<0,0001*
Sabor alcoólico	-0,40	0,1207	0,80	0,0002*
Sabor adocicado	0,21	0,4287	-0,08	0,7522
Gosto amargo	0,04	0,8821	0,54	0,0311*
Sabor amadeirado	0,92	<0,0001*	0,15	0,5889
Sabor residual alcoólico	-0,26	0,3344	0,80	0,0002*
Gosto residual amargo	0,01	0,9545	0,63	0,0089*
Sabor residual amadeirado	0,91	<0,0001*	0,27	0,3170
Ardência residual	-0,36	0,1647	0,90	<0,0001*
Adstringência	-0,08	0,7640	0,51	0,0448*

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

No trabalho de Furtado (1995), avaliando sensorialmente aguardente de cana por ADQ, foi verificado que os dois primeiros componentes principais explicavam menos de 50% da variabilidade das amostras analisadas, 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.

Neste estudo, os dois primeiros componentes principais explicaram mais de 90% da variação entre as amostras avaliadas, para a primeira equipe (12 julgadores), com o primeiro componente apresentando 81,48% da variação. Já para a segunda equipe (7 julgadores) os dois primeiros componentes principais explicaram 78,54%, o primeiro componente principal explicou 55,56% das variações entre as amostras. Sendo assim, pode-se considerar a correlação dos atributos sensoriais em relação ao primeiro componente principal suficiente para explicar as características sensoriais das 16 amostras de cachaça avaliadas pelas duas equipes de julgadores.

Minim *et al.* (2006) afirmaram que a importância relativa de um componente principal deve ser avaliada pela porcentagem total da variação que ele explica. Para o sucesso da metodologia, é desejável que os dois primeiros componentes principais acumulem uma porcentagem de variância explicada igual ou superior a 70%.

4.5. Análise do número de julgadores por equipe

Segundo a Tabela 11, o resultado da análise multivariada (MANOVA) entre as equipes formadas com 7, 6, 5, 4 e 3 julgadores para aguardente de cana e cachaça apresentou resultado significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$), de acordo com os testes Lambda de Wilks e de Roy. Para os testes traço de Hotelling-Lawley e traço de Pillai, o resultado foi não significativo, no mesmo nível de probabilidade.

Tabela 11 - MANOVA dos vetores de médias nos diferentes tratamentos entre as equipes

Statistic	Value	F Value	Num DF	Den DF	Pr<F
Wilks' Lambda	0.0003	5.43	16	6.7477	<u>0.0169</u>
Pillai's Trace	2.1047	1.39	16	20	0.2413
Hotelling-Lawley Trace	237.0935	7.41	16	2	0.1253
Roy's Greatest Root	227.0545	283.82	4	5	<u><.0001</u>

A equipe composta por três jogadores apresentou a maior média, diferindo de todas as demais, seguida da equipe formada por quatro jogadores, que obteve o segundo maior valor de média, e também diferiu de todas as demais. As equipes formadas por seis, cinco e sete jogadores foram as que apresentaram as menores médias. As equipes com seis e cinco jogadores não diferiram entre si e as equipes com cinco e sete jogadores também não diferiram entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan. Portanto, sugere-se a partir da análise realizada, que uma equipe composta por até três jogadores pode ser considerada apta para avaliar amostras de aguardente de cana e cachaça.

Tabela 12 - Escores médios das cinco equipes com número diferente de jogadores

Tratamento	Média da FDF entre equipes
Eq 3	1,94 a
Eq 4	1,62 b
Eq 6	1,42 c
Eq 5	1,38 c d
Eq 7	1,34 d

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). FDF(Função Linear Discriminante de Fisher).

A partir dos anos de 1970, instituiu-se o conceito de que a qualidade sensorial de um alimento é o resultado da interação entre o alimento e o homem, que varia de forma subjetiva, em função de suas diferenças individuais. Hoje se reconhece que a qualidade sensorial é função tanto dos estímulos procedentes dos alimentos, como das condições fisiológicas, psicológicas e sociológicas dos indivíduos que os avaliam. Os experimentos envolvendo análise sensorial, entretanto, causam ainda muita discussão

quanto ao número mínimo de julgadores, realização de treinamento ou não dos mesmos e, em especial, quais as análises estatísticas mais apropriadas a serem aplicadas aos dados extraídos de escalas ordenadas.

Existem poucas citações na literatura sobre o número mínimo de julgadores treinados. (STONE; SIDEL, 2004) especifica de 10 a 12 julgadores para realizar ADQ. Segundo a norma britânica (BS ISO 13299:2003), é indicado de 8 a 12 julgadores para testes descritivos, no entanto a Norma ISO/DIS 8586 estabelece de 6 a 12. Para (KING *et al.*, 1995), o limite mínimo é provavelmente de 5 e o máximo de 20 julgadores.

De acordo com Zook e Pearce (1988), se muito pouco julgadores forem utilizados, a variabilidade do teste tende a ser grande e que grandes diferenças entre as amostras serão necessárias para mostrar significância estatística entre elas.

Araujo (2010), estudando os atributos sensoriais relevantes na caracterização de amostras de cachaça e aguardente de cana-de-açúcar, nova e envelhecida, determinou o número mínimo de julgadores que possibilitasse uma avaliação sensorial descritiva confiável das bebidas. Foram levantados 15 descritores das bebidas a partir da avaliação de 21 marcas de diferentes regiões, sendo eles: coloração amarela, oleosidade, aroma alcoólico, aroma de cana, aroma de baunilha, aroma de compostos químicos, aroma de madeira, aroma de caramelo, gosto doce, gosto ácido, gosto amargo, sabor alcoólico, sabor de madeira, adstringência e pungência. Quatro marcas de cachaça foram avaliadas por 10 julgadores treinados e selecionados para a determinação do número mínimo de julgadores por equipe. Foram formadas equipes com diferentes números de julgadores (8, 6, 4, 3 e 2) e os resultados das avaliações sensoriais foram comparados. As equipes com 8 provadores retiveram, em média, 74,3% dos atributos com efeito da marca significativo na equipe completa, as com 6 provadores 65,7%, as com 4 provadores também 65,7%, as com 3 provadores 51,4% e as com 2 provadores 42,9%, sendo que apenas as equipes com 4, 3 e 2 provadores tiveram retenção superior ao previsto. Os resultados sugerem que equipes com 4 julgadores podem ser utilizadas para avaliação sensorial descritiva das bebidas sem perda crítica de informações.

Yokota (2005) determinou o número mínimo de julgadores treinados que possibilitasse uma avaliação sensorial descritiva confiável para a

indústria da cachaça. Realizou uma análise descritiva quantitativa de 14 amostras de cachaça envelhecida por períodos entre 18 e 24 meses em tonéis de carvalho, amburana, jequitibá e angelim. Utilizou 13 atributos sensoriais para a caracterização do perfil das bebidas: 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. 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 das equipes de 8, 6, 4 e 3 julgadores com os 13 atributos sensoriais. Para a avaliação com a equipe de 6 julgadores, obteve-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 equipes de 4 julgadores houve 92,52% (89,11% por CP1 e 3,41% por CP2) e para a equipe de 3 julgadores houve 91,60% (86,56% por CP1 e 5,04% por CP2). Os grupos variaram mais para a equipe de 3 julgadores. 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. Em sua conclusão, foi considerado ser três o número mínimo de julgadores para uma equipe treinada que poderia ser estudada para posterior utilização na indústria da cachaça.

5. PROPOSTA DE UM MODELO DE PROTOCOLO DE SELEÇÃO E TREINAMENTO

Um Protocolo ou formulário de condições é um documento que descreve as especificações técnicas que deve satisfazer um produto ou processo para ser certificado, assim como os controles efetuados para garantir a conformidade com o mesmo. O objetivo deste documento é oferecer aos produtores de aguardente de cana e cachaça, uma ferramenta adicional para a ser utilizada no treinamento de julgadores para essas bebidas. Poderá constituir a base para outros documentos semelhantes, que possam vir a ter o mesmo intuito.

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.) ou ainda, quando envelhecida em barris ou tonéis de madeiras brasileiras, em comparação com a envelhecida em barris de carvalho, após o mínimo de um ano de envelhecimento, visto que 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 (CARDELLO; FARIA, 2000; CARVALHO, 2001; YOKOTA, 2002; BOSCOLO *et al.*, 2003).

Segundo Yokota (2005), a descrição anterior justifica a necessidade de um estudo de protocolo de análise descritiva. Essa necessidade já foi sentida por produtores de cachaça, que, trabalhando com melhoria da sua qualidade, não teriam como avaliar cotidianamente se seu produto estaria qualificado para

o consumo final. Inicialmente, há necessidade de um levantamento e quantificação dos atributos sensoriais que qualifiquem as bebidas. Em seguida, necessita-se avaliar o tamanho da equipe de julgadores treinados que resulte em uma avaliação confiável para as bebidas aguardente e cachaça. Porém, ainda não há uma metodologia de avaliação sensorial validada cientificamente para a caracterização da aguardente e cachaça. Nos estudos realizados até o momento, não se buscou adequar uma metodologia que fornecesse dados comparáveis; os dados são únicos de cada experimento e não há relação entre eles. Assim, pesquisadores da área perceberam a necessidade de elaboração de uma metodologia sensorial padronizada para treinamento, formação e validação de equipe de julgadores para aguardente de cana e cachaça, como também uma metodologia padronizada para qualificação das bebidas em questão, que possa ser utilizada em atividades de pesquisa como no controle de qualidade das indústrias. 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 (COSTELL, 2002).

5.1. Protocolo para julgadores de aguardente de cana e cachaça

A agregação de valor à aguardente de cana, principalmente àquela classificada como cachaça, teve uma grande importância na aceleração do desenvolvimento de todo o setor. O aumento da comercialização, tanto no mercado interno quanto externo, fez aumentar a demanda por uma definição de padrões de identidade para o produto. A Instrução Normativa nº 13 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005) corresponde ao padrão físico-químico da aguardente de cana de açúcar e da cachaça. Porém, este é um parâmetro pobre quando se trata de bebidas, principalmente por não considerar as características sensoriais. Assim, mesmo que um produto esteja em conformidade com os padrões de identidade composicional, este poderá ser de baixa qualidade sensorial.

A caracterização sensorial de alimentos é uma alternativa para descrever e identificar produtos, mas tal abordagem tem vários problemas metodológicos.

Em uma avaliação sensorial, uma equipe de julgadores é utilizada como instrumento analítico, mas, diferentemente de instrumentos convencionais, ela é sujeita a variabilidade que é exacerbada por diferenças culturais e de linguagem (HUNTER; MCEWAN, 1998). A universalidade de resultados sensoriais em alimentos com características sensoriais complexas, como a cachaça, depende de estudos de padronização de metodologias e de linguagem, para que diferenças regionais não influam na caracterização sensorial.

A análise dos dados do perfil sensorial é focada na média ou nos valores mais frequentes encontrados da percepção de uma característica sensorial. Esta percepção média é considerada como uma informação objetiva dos produtos, em volta da qual as diferenças entre julgadores (psicológicas, fisiológicas e o modo de usar a escala) e entre replicatas geram uma variabilidade de medida. Então, de forma a tornar o método operacional, a análise dos dados deve levar a uma caracterização fiel (evidenciando as diferenças dos produtos tão distintas quanto possível) e robusta (com relação à variabilidade entre julgadores) dos produtos (MONROZIER; DANZART, 2001). Os métodos desenvolvidos para a análise do perfil sensorial de um produto devem ser validados para assegurar que eles são adequados ao propósito pretendido. Todo o processo de teste, cobrindo o método, a equipe de julgadores e o processamento estatístico dos dados, deve ser avaliado. As características de desempenho requeridas de um método particular devem ser determinadas, e devem-se produzir dados de validação para comprovar o atendimento a estes requerimentos. Algumas destas características podem ser reprodutibilidade e repetibilidade do método, poder de discriminação de amostras, a sensibilidade, a comparação com métodos já existentes e testes interlaboratoriais (EA, 2003).

A proposta do seguinte modelo de protocolo para analisar aguardentes de cana e cachaça será com o intuito de responder as variadas questões de qualidade sensorial que vem sendo abordadas em trabalhos com essas bebidas. Baseado na literatura encontrada, de alguns modelos de protocolos elaborados para bebidas como café (SCAA PROTOCOLS, 2009), mel (SENASA, 2007) e vinhos (SPLENDOR, 2007), é lançado um esqueleto de um modelo para um protocolo de avaliação sensorial para julgadores de aguardente de cana e cachaça.

O objetivo deste protocolo de degustação é permitir uma correta caracterização sensorial de determinadas amostras e, ou, lotes de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique. A qualidade de um dado lote de bebida, ao ser avaliado por meio deste método, se possível após comparação com uma referência ou um teste anterior, é expressa através de uma escala centesimal.

Os resultados entre as amostras podem, posteriormente, ser comparados. Espera-se que aguardentes e cachaças que obtiverem notas altas devem ser evidentemente classificadas como as melhores bebidas do que aquelas que receberam notas mais baixas, evidenciando a consistência da avaliação.

5.1.1. Equipamentos necessários

Quadro 4 - Material necessário para utilização no protocolo de treinamento de julgadores de aguardente e cachaça

Amostra	Ambiente	Preparação para degustação
Amostras de aguardente de cana industrial	Bem iluminado, luz branca e luz vermelha no interior das cabines	Provetas
Amostras de cachaça de alambique	Limpo, sem interferência de aromas estranhos	Alcoômetros
	Número de Cabines para degustação (4 a 8) - ASTM	Copos da série Olé NF: 2304
	Calmo	Copos descartáveis para água e descarte
	Temperatura confortável (ambiente $28^{\circ} \pm 2^{\circ}$)	Formulários e outros papéis para trabalho
	Distrações limitadas (sem interferência de ruídos)	Lápis e pranchetas

5.1.2. Copos para avaliação sensorial

- Recomenda-se o uso de copos de vidro tipo série Olé NF: 2304;
- Os copos devem estar limpos, isentos de odores na temperatura da sala;
- Devem ser tampados com vidros de relógio.

5.1.3. Preparação da amostra

- A amostra deve ser preparada e separada conforme procedência e estado de produção, antes da degustação, observando-se o descanso e ou tempo de envelhecimento para aguardente de cana industrial e cachaça de alambique;

- Utilizar copos adequados para as provas sensoriais das bebidas aguardente de cana industrial e cachaça de alambique;
- Servir a amostra a temperatura ambiente, conforme consumida em postos de venda;
- Estocar as amostras em lugares frescos e escuros; e
- Não estocar que as amostras em refrigerador ou congelador.

5.1.4. Concentração-padrão: teor alcoólico

- Concentrar a amostra em 38 a 48% vv, segundo norma MAPA (BRASIL, 2005), para porcentagem de teor de grau alcoólico real.

5.1.5. Preparação para avaliação sensorial

- Medir a amostra em proveta higienizada, em quantidades de 10 a 15 mL;
- Separar para cada amostra as quantidades exigidas individualmente, até 50mL, e posta diretamente em seu respectivo copo.
- Assegurar que a quantidade de bebida seja semelhante em cada copo;
- Cobrir a amostra imediatamente após a colocação no copo, com vidro de relógio ou qualquer outro sistema que o mantenha vedado, garantindo maior concentração dos voláteis presentes na amostra;

5.1.6. Diluição da amostra

- Não é necessário diluir a amostra.

5.1.7. Escala de atributos

O formulário de degustação fornece possibilidade de avaliação de importantes atributos para as bebidas aguardente e cachaça: aroma; uniformidade; ausência de defeitos (bebida límpida); doçura; sabor; acidez; corpo; finalização; equilíbrio; defeitos; avaliação global.

5.1.8. Descrição dos atributos sensoriais para o protocolo de aguardente e cachaça

Quadro 5 - Descrição dos atributos sensoriais para o protocolo de aguardente e cachaça

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
Cor	Incolor ao amarelo escuro
Aroma	Alcoólico, amadeirado
Sensação nasal	Irritante, pungente
Sensação na boca	Ardência, agressividade, adstringência, pungente
Sabor	Alcoólico, adocicado, amadeirado, caldo de cana, fenólico, frutal, floral, grama verde, sulfuroso, caramelo, toffe, cítrico
Sabor residual	Adocicado, alcoólico, amadeirado

Resultados altamente positivos decorrem da percepção de um equilíbrio conjunto formado pelos atributos avaliados.

Os defeitos da bebida implicam em resultados pouco expressivos decorrentes de interferências desagradáveis no sabor.

A avaliação global é realizada com base na memória sensorial que um julgador possui, sempre tomando por referência aguardentes e cachaças de mesma origem e natureza.

Os resultados dessa avaliação sensorial são estabelecidos a partir de uma escala de 15 cm não estruturada com três termos-âncora.

Tabela 13 - Escala preliminar de notas atribuídas na avaliação de amostras de aguardente e cachaça

Escala de qualidade			
6,00 = Bom	7,00 = Muito bom	8,00 = Exemplar	9,00 = Excelente
6,25	7,25	8,25	9,00
6,50	7,50	8,50	9,00
6,75	7,75	8,75	9,00

A escala descrita acima, teoricamente, tem como valor mínimo 0 e máximo de nove pontos para cada atributo.

A faixa inferior da escala situa atributos que discriminam bebidas com qualidade abaixo do **grau de excelente**.

5.1.9. Procedimento de avaliação

- Avaliar , inicialmente as amostras pela sua aparência e cor;
- Existe um campo na folha que pode ser usado como referência durante a verificação de um atributo de sabor específico.
- A percepção dos atributos pode se alterar com a diminuição da temperatura das bebidas, caso seja necessário.

a. Passo 1: Aroma

- Abrir, cheirar as amostras dentro de no máximo três minutos depois de abertas as garrafas.
- Será necessário esperar alguns segundos para levar o nariz até a borda do copo, para assim poder sentir o exalar dos aromas, que momentaneamente podem ser agressivos.
- O resultado aroma é posteriormente marcado na escala de avaliação para aromas.

b. Passo 2: Sabor: finalização, acidez, corpo e equilíbrio

1. Quando a amostra percorre o palato, a avaliação da bebida deve começar. Não há necessidade por parte do julgador de sorver a amostra de bebida por completo, mas será necessário que se espalhe por todo o palato alto, pois os vapores convergem à área retro-nasal na sua intensidade máxima da temperatura da amostra.
2. Sabor e finalização têm sua avaliação neste momento.
3. Como a bebida permanece na temperatura ambiente, acidez, corpo e equilíbrio são os próximos a serem quantificados.
4. Equilíbrio é a avaliação do julgador com a combinação entre sabor, finalização, acidez e o corpo, num contexto de sinergia.
5. Os atributos sensoriais das bebidas devem ser avaliados em temperaturas ambiente.

c. Passo 3 – Doçura: uniformidade e ausência de defeitos

1. Quando a bebida estiver gelada, abaixo da temperatura ambiente (abaixo de 35°), a doçura, a uniformidade e a ausência de defeitos são avaliados.

Para esses atributos o avaliador faz um julgamento de cada copo individualmente, concedendo dois pontos por copo por atributo (9 pontos é o resultado máximo para o conjunto de quatro copos).

2. Avaliação da bebida deve se finalizar quando a amostra atingir a temperatura de equilíbrio com a sala, ou seja, quando a temperatura da amostra não mais se alterar. Neste momento, o item Avaliação Global é determinado pelo julgador. Esta nota é concedida às amostras como uma “Pontuação do Julgador”, com base a partir do conjunto dos atributos avaliados.

d. Passo 4 – Pontuação

Ao se encerrar a avaliação, os resultados de todos os atributos devem ser somados obtendo-se o resultado final, que possui na parte superior direita da planilha um espaço específico para sua anotação.

5.1.10. Componentes individuais do resultado

1. Em alguns dos atributos, há dois campos de escala
2. As escalas na horizontal são usadas para avaliar a intensidade dos atributos.
3. Recomenda-se, sempre que possível, ter uma amostra de calibração ou referência.
4. A pontuação correspondente a cada atributo deve ser registrada no campo apropriado do formulário.

5.1.11. Detalhamento dos atributos

i. Aroma

- Os aspectos aromáticos incluem cheiro de cana (quando a bebida ainda está nova, recém-destilada) e cheiro amadeirado (quando a bebida é envelhecida).
- O julgador pode avaliar isto em três passos distintos no processo de degustação:

1. Cheirando uma bebida recém destilada.
2. Cheirando os aromas de extratos de madeira associados às bebidas.
3. Cheirando os aromas de bebidas envelhecidas.

- Aromas específicos devem ser mostrados no campo abaixo “qualidades” enquanto que a intensidade do aroma, anotados na escala de intensidade.
- O resultado final deve refletir o julgamento de todos os três aspectos das amostras acima apresentadas.

ii. Sabor

- O sabor representa a principal característica da aguardente e cachaça, a nota aromática da avaliação para o tipo de bebida que está sendo avaliada, é a que fica entre as primeiras impressões, caso do aroma da aguardente e cachaça e de sua acidez, e as de seu final, como a finalização.
- Esta avaliação reflete a combinação de todas as percepções captadas na gustação (através das papilas gustativas), nas sensações percebidas no palato alto e na área retronasal, ou seja, a partir dos ataques que vão da boca ao nariz (gostos primários e complexos).
- A pontuação dada para o sabor relata a intensidade, qualidade e complexidade dessa combinação de gosto e aroma, experimentado quando a bebida é sugada vigorosamente.

iii. Finalização:

- A finalização é definida como a persistência do sabor, isto é, das características percebidas em sequência no paladar e permanecem depois que a aguardente e a cachaça são expelidas pela boca.
- Se a finalização deixar sensação de muito curta duração ou desagradável, uma pontuação baixa pode ser explicada.

iv. Acidez:

- A acidez pode ser agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante na bebida. É frequentemente descrita como “brilhante” quando sua sensação é agradável, ou pode ser muito ácida ao contrário.
- Uma acidez agradável contribui para a vivacidade da aguardente e da cachaça, aumenta a percepção da doçura e confere características de frutas frescas.
- Acidez excessiva pode ser desagradável e indica característica não usual da bebida.

- O resultado final marcado no campo da escala vertical deve refletir o julgamento do julgador em relação à acidez, com base nas características originais da aguardente e cachaça ou de fatores relacionados a produção da bebida.
- Aguardentes e cachaças com expectativas em terem alta acidez, tal como aguardentes novas e sem envelhecer, podem ser igualmente bem pontuadas embora a intensidade seja muito diferente.
- O que importa é a qualidade da acidez. Porém, em geral, aguardentes e cachaças de muito baixa acidez acabam por não terem atributos suficientes para notas mais elevadas.

v. Corpo:

- O atributo corpo, consiste na percepção tátil do líquido na boca, especialmente quando percebida entre a língua e o céu da boca. A maioria das amostras com corpo intenso pode também receber pontuação alta, em termos de qualidade, devido à presença de mais notas aromáticas e de sabor.
- Algumas amostras que apresentam bebidas encorpadas tal qual a aguardente e a cachaça envelhecidas, bem como bebidas com expectativas de pouco corpo, como a aguardente recém-destilada e sem envelhecer, podem receber, igualmente, alta pontuação, mesmo que as intensidades de ambas se apresentem muito diferentes.

vi. Equilíbrio

- Os atributos sabor, finalização, acidez e corpo da amostra acabam trabalhando em sinergia, complementando-se ou contrastando-se um do outro. Este efeito é denominado de equilíbrio.
- Portanto, uma boa pontuação deste atributo reflete o perfeito equilíbrio dos componentes do conjunto. Naturalmente, como uma aguardente e cachaça apresenta uma acidez muito delicada, um pouco corpo, por exemplo, isso pode implicar numa pontuação mais baixa do Equilíbrio.

vii. Doçura

- A doçura refere-se ao agradável gosto doce, sendo sua percepção resultado da presença de determinados carboidratos. O oposto da doçura, neste contexto, é a adstringência ou sabores “verdes” e ou gostos amargos.

- Essa qualidade pode não ser diretamente percebida como em produtos que a empregam em grandes quantidades, tais como refrigerantes, mas afeta diretamente outros atributos de sabor.
- Como referência emprega-se uma solução de sacarose a 0,5 – 6g/ L como limite mínimo do atributo doçura
- São concedidos dois pontos para cada copo que apresentar esse atributo num máximo de dez pontos para os quatro copos.

viii. Ausência de defeitos

- Ausência de defeitos refere-se à ausência de interferência decorrente de defeitos na bebida, desde o momento em que se sorve a aguardente e a cachaça até a sensação de finalização, após expelir o líquido, refletindo “transparência” da bebida.
- Qualquer defeito desqualifica uma amostra de aguardente e cachaça, pois a avaliação deve refletir o que cada uma apresenta individualmente.
- Dois pontos não concedidos para cada copo de bebida que demonstrar o atributo de ausência de defeitos, em um total para cinco copos.

ix. Uniformidade

- A uniformidade refere-se a consistência de diferentes copos e amostras provadas.
- Se os copos tiverem sabores diferentes o valor desse aspecto não deverá ser alto.
- Dois pontos são atribuídos para cada copo que mostrar esse atributo, com um máximo de dez pontos se todos os cinco copos estiverem iguais.

x. Impressão global

- O aspecto Impressão global deve refletir total coerência em relação a avaliação feita pelo julgador de cada um dos atributos.
- Uma amostra com aspectos agradáveis muito pronunciados mas que apresentem discrepâncias pode receber um valor menor.
- Uma aguardente de cana e cachaça que demonstrem perfeitamente suas características refletindo um sabor original e particular de qualidade, certamente obterá uma alta pontuação.
- É nesse momento que os julgadores fazem suas avaliações pessoais.

5.1.12. Defeitos em aguardentes e cachaças

Lista de defeitos: odor de bagaço de cana muito forte, odor e sabor ácido, borracha, enxofre, vinagre, odor de ranço, odor de queijo, odor de ovo podre, odor de fermento odor de queimado/ tostado, odor podre, odor de azinhavre, odor de pubo/alajo e odor de caxixi.

As aguardentes e cachaças podem apresentar defeitos originados da qualidade inadequada da cana e de problemas com sua elaboração e conservação. Entre os defeitos mais frequentes, citam-se fermentações longas, principalmente de aguardentes e cachaças, com conseqüente aumento dos alcoóis superiores; acidez volátil, particularmente das bebidas recém destiladas; o sabor de ovo deteriorado e de produtos sulfurados, causados por substâncias à base de enxofre; e o herbáceo, devido a taninos de má qualidade e a certos aldeídos. O sabor de rolha, em geral causado pelo tricloroanisol, é raro e caracteriza-se por descritores que lembram papelão molhado.

- Defeitos são sabores negativos ou pobres que depreciam a qualidade da aguardente de cana e cachaça.
- São classificados em duas categorias de acordo com sua intensidade: defeito leve (*Light*) e defeito grave (*Serious*).
- Um defeito Leve refere-se a um sabor desagradável menos intenso atribuindo-se uma nota dois em intensidade.
- Um defeito grave é devido a aspectos de sabor, também. Para uma amostra com características inaceitáveis, como muito adstringência, sabor de aguardente recém-destilada ou de fermentação indesejável, por exemplo, é concedido o valor quatro para a intensidade.
- O defeito deve ser primeiro classificado (se leve ou grave), ou recomendando-se descrever o tipo de problema, por exemplo se é fenólico ou “borracha”.
- Verifica-se em quantos copos se evidenciou defeito, que, uma vez encontrados, deve ter esse número anotado.
- A intensidade do defeito é registrada com dois ou quatro.
- A pontuação dos defeitos é resultado da multiplicação do número de copos defeituosos pela intensidade do(s) defeito(s) que deve ser subtraído do total.

5.1.13. Resultado final

- Calcula-se, inicialmente, o resultado total, que é a soma dos avaliadores de cada atributo anotados em cada canto superior direito e que deve ser marcado no campo “resultado total”.
- O valor correspondente aos defeitos é, depois subtraído do “resultado total”, obtendo-se, assim, o “resultado final”.
- A segunda etapa de resultados, tem se mostrado eficiente na descrição da qualidade da aguardente e cachaça a partir do resultado final de sua avaliação sensorial.

Tabela 14 - Escala final de notas atribuídas às amostras de aguardente de cana e cachaça

Pontuação total	Descrição especial	Classificação
90	Excelente	Extra <i>Premium</i>
85 – 89,99 (abaixo de 90)	Exemplar	<i>Premium</i>
80 – 84,99 (abaixo de 85)	Muito bom	Envelhecida/Matizada
< 80 (abaixo de 80)	Bom e, ou, ruim	Descansada e, ou, nova

Nova = a bebida obtida logo após destilação, não pode ser engarrafada sem a devida padronização.

Descansada = a bebida mantida em descanso em tonel ou barril de madeira por um período inferior a seis meses.

Envelhecida = a bebida submetida a processo de envelhecimento em tonel ou barril de madeira, por um período a partir de 12 a 24 meses.

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

Reserva especial tipo *Premium* e *Extra Premium* = a bebida resultante do processo de envelhecimento mínimo 12 a 36 meses em tonel ou barril de madeira.

6. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou as seguintes conclusões:

- ✓ Para os resultados cromatográficos e físico-químicos, a maioria das amostras atendeu aos Padrões de Identidade e Qualidade segundo Legislação Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para teor alcoólico, alcoóis superiores, furfural, ésteres totais, cobre, aldeídos totais, álcool sec-butílico, álcool n-butílico, álcool metílico, acroleína e acidez volátil. Para o carbamato de etila, algumas amostras não atenderam ao padrão legal exigido. É necessário um controle mais efetivo do processo de fabricação das bebidas para o controle deste importante contaminante.
- ✓ Os compostos voláteis majoritários das bebidas (acetaldéido, acetato de etila, acroleína, metanol, sec-butanol, *n*-propanol, Isobutanol e álcool isoamílico) analisados, mantiveram-se dentro dos níveis esperados. Embora os compostos voláteis majoritários não sejam contemplados pela legislação, são considerados como parâmetros sensoriais importantes, no que diz respeito ao aroma das bebidas alcoólicas.
- ✓ Entre os 14 atributos sensoriais analisados pelas duas equipes Embrapa e Colonial, destacam-se como os mais representativos: cor, aroma alcoólico, aroma amadeirado e sabor alcoólico, portanto os que mais contribuíram para a diferenciação das marcas pelas equipes com diferentes números de julgadores.

- ✓ Entre as 16 marcas de aguardente de cana e cachaça analisadas pelas duas equipes de julgadores, destacam-se como as mais representativas, as marcas 2 e 4, portanto aguardentes industriais, de coloração amarela e envelhecida e uma bebida extra *premium* respectivamente.
- ✓ O estudo realizado com o número diferente de julgadores por equipe, considerou que uma equipe formada por três julgadores, pode ser utilizada para analisar sensorialmente aguardente de cana e cachaça.
- ✓ O trabalho propõe que seria necessária uma validação de equipes de julgadores de aguardente de cana industrial e cachaça de alambique em diferentes regiões do Brasil para confirmar as distintas características destas bebidas por outras equipes de julgadores.
- ✓ Um modelo de protocolo foi sugerido e apresentado no final deste trabalho, o qual poderá ser utilizado por equipes de julgadores de aguardente de cana e cachaça como base para um futuro documento de treinamento.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial de alimentos e bebidas**. NBR 12.806. São Paulo, 1993.

ABRABE. Associação Brasileira de Bebidas. Disponível <<http://www.abrabe.org.br/cachaça>>. Acesso em: 15 fev. 2009.

ALMEIDA, M. E. W.; BARRETO, H. H. C. Alcoóis superiores em aguardente de cana por cromatografia em fase gasosa. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 31, p. 117-124, 1971.

ALVES, G. L.; CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Estudos preliminares sobre a origem dos compostos sulfurados presentes na cachaça. **Alim. Nutr.**, São Paulo, v. 13, p. 83-92, 2002.

AMERINE, M. A. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic, 1965. p. 349-397.

AMPAQ. Associação Mineira dos Produtores de Cachaça de Qualidade. Disponível em: <<http://www.ampaq.com.br>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

AQUARONE, E.; LIMA U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983, v. 5, p. 243.

AQUINO, F. W. *et al.* Determinação de marcadores de envelhecimento em cachaças. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 145-149, jan.-mar. 2006.

AQUINO, F. W. B. **Compostos fenólicos em extratos de *Amburna cearensis* (Fr. all.) A.C.Smith e em aguardentes de cana envelhecida do Ceará**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

ARAUJO, L. D. **Análise sensorial descritiva de cachaça: proposta de um protocolo preliminar para avaliação da qualidade da bebida. Dissertação de Mestrado.** Departamento de Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 136p. Fev ,2010.

ARESTA, M.; BOSCOLO, M.; FRANCO, D. W. Cooper(II) catalysis in cyanide conversion into ethyl carbamate in spirits and relevant reaction. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.49, n. 6, p. 2819-2824, 2001.

ASTM. American Society for Testing and Material. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members.** Philadelphia: ASTM, 1981.

BAFFA JÚNIOR, J.C.; SOARES, N.F.F.; PEREIRA, J.M.A.T.K.; MELO, N.R. Ocorrência de carbamato de etila em cachaças comerciais da região da zona da mata mineira – MG. **Alim. Nut.**, v.18, n.4, p. 371-373, out./dez. 2007.

BATTAGLIA, R.; CONACHER, R. B. S.; PAGE, B. D. Ethyl Carbamate (urethana) in alcoholic beverages and foods: a review. **Food Addit. Contain**, London, v. 7, n. 4, p. 477-496,1990.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A A.A P. Perfil Sensorial de vinhos brancos varietais brasileiros através de análise descritiva quantitativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 1, abr. 2000.

BELCHIOR, A. P.; MATEUS, A; CANAS, S.; CALDEIRA, I. Prova de consumidor *versus* prova técnica de aguardentes velhas. **Ciênc. Téc. Vitiv.**, v. 19, n. 2, p. 77-87. 2004.

BELCHIOR A. P.; MATEUS A. M.; CALDEIRA I. Efeitos das Lotagens em Aguardentes Velhas de Lourinhã. **Ciência Téc. Vitiv.**, v. 17, n. 2, p. 53-59, 2002.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos.** Acribia: Zaragoza, 1988. 813 p.

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, v. 20, n. 1, 2000.

BIZELLI, L. C.; RIBEIRO, C. A. F.; NOVAES, F. V. Dupla destilação da aguardente de cana: teores de acidez total e de cobre. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 623-27, 2000.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. In: _____. (Ed.). **The sensory evaluation of dairy products.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 598 p.

BOGUSZ JUNIOR, S. *et al.* Composição química da cachaça produzida na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 793-798, 2006.

BORRAGINI, M. C.C. **Envelhecimento da cachaça com circulação forçada e aeração.** 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade de São Paulo, Araraquara, 2009.

BOSCOLO, M. **Estudo sobre envelhecimento de aguardente de cana-de-açúcar**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BOSCOLO, M.; BEZERRA, C. W. B.; CARDOSO, D. R.; LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D. W. Identification and dosage by HRGC of minor alcohols and esters in Brazilian sugar cane spirit. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 11, p. 86-90, 2000.

BOSCOLO, M.; SOBRINHO, L. G. A.; LIMA NETO, B. S.; MARQUES, E. P. FRANCO, D. W. Carbamato de etila em bebidas alcoólicas (cachaça, tiquira, uísque e grapa). **Química Nova**, v. 25, p. 1074-1077, 2002.

BOZA, Y.; OETTERER, M. Envelhecimento de aguardente de cana. **Boletim da SBCTA**, v. 33, n. 1, p. 8-15, 1999.

BRASIL. Decreto nº 2314, de 4 de setembro de 1997. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 set. 1997.

BRASIL. Decreto nº 73.267, de 6 de dezembro de 1973. Portaria nº 371, de 9 de outubro de 1974. **Destilados alcoólicos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 out. 1974.

BRASIL. Decreto nº 4062, de 21 de dezembro de 2001. **Define expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil” como indicações geográficas e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jun. 2009. p. 20.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. **Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 jun. 2005. p. 3.

BRASIL. Instrução normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. **Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça**. Diário Oficial da União, Brasília, jun. 2005.

BRUNO, S. N. F. **Adequação dos processos de destilação e de troca iônica na redução dos teores de carbamato e etila em cachaças produzidas no estado do Rio de Janeiro**. 158 f. 2006. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Rio de Janeiro, 2006.

BURDOCK, G. A.; Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. 4ed. CRC Press. 2003.

CAMPOS, J. O. S. **Emprego de extratos aromáticos de madeiras regionais como agentes de envelhecimento acelerado de aguardentes.** 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2000.

CAMPOS, J. O. S.; AQUINO, F. W. B.; NASCIMENTO, R. F.; COSTA, J. G. M.; KEUKELEIRE, D. D.; CASIMIRO, A. R. S. Influence and effect of thermal treatment in elaboration of regional wood extracts for cachaça. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 179-185, 2004.

CANAS, S.; LEANDRO, M. C.; SPRANGER, M. I.; BELCHIOR, A. P. Low molecular weight organic compounds of chestnut wood (*Castanea stiva* L.) and corresponding aged brandies. **J. Agric. Food Chem.**, v. 47, n. 12, p. 5.023-5.030, 1999

CANAWAY, P. R. Sensory aspects of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of distilled beverages: origin and development.** Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p.83-189.

CARDELLO, H. M. A. B.; 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, v. 18, n. 2. maio/jul. 1998.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus sp*). **Bol. SBCTA**, Campinas, v. 33, n. 1. p. 27-34, 1999.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes da cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 32-36, 2000.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba*, L.). **Boletim CEPPA**, v. 15, n. 2, p. 87-100, 1997.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 32-36, 2000.

CARDELLO, H. M. A. B.; NASCIMENTO, R. F.; FRANCO, D. W.; FARIA, J. B. Changes in the volatile composition of sugar cane spirit during ageing in oak (*Quercus sp*) casks. In: SYMPOSIUM ON HANDLING OF ENVIRONMENTAL AND BIOLOGICAL SAMPLES IN CHROMATOGRAPHY, 8.; Scientific Meeting Of The Group Of Chromatography And Related Techniques Of The Spanish Royal Society Of Chemistry, 26., 1997. **Abstracts...** Almeria, SPAIN: University of Almeria (Spain), 1997. p. 160

CARDOSO, M. G. Análises físico-químicas de aguardente. In: _____. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 445 p.

CARDOSO, D. R.; ANDRADE-SOBRINHO, L. G.; LIMA-NETO, B. N.; FRANCO, D. W. A rapid and sensitive method for dimethylsulphide analysis in brazilian sugar cane spirits and other distilled beverages. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 15, n. 2, p. 277-281, 2004.

CARLUCCI, A.; GIROLAMI, A.; NAPOLITANO, F.; MONTELEONE, E. Sensory evaluation of young goat meat. **Meat Science**, v. 50, p. 131-136, 1998.

CARNEIRO, J. D. S.; REIS, R. C.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. C. S.; REGAZZI, A. J.; COIMBRA, J. S.; MINIM, L. A. **Avaliação sensorial e mapa de preferência interno de marcas comerciais de refrigerante sabor guaraná**. Boletim CEPPA, Curitiba, v. 21, n.2, p. 279-292, 2003.

CARUSO MSF, NAGATO LAF, ALABURDA J. **Avaliação do teor alcoólico e componentes secundários de cachaças**. Rev Inst Adolfo Lutz, 67(1): 28-33, 2008.

CASSINI, C. E. B. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar por células imobilizadas**. 2004. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

CASTRO, R.; NATERA, R.; BENITEZ, P.; BARROSO, C. G. **Comparative analysis of volatile compounds of 'fino' sherry wine by rotatory and continuous liquid-liquid extraction and solid-phase microextraction in conjunction with gas chromatography-mass spectrometry**. ANALYTICA CHIMICA ACTA. 513. 141-150. 2004

CERDÁN, T. G.; MOZAZ S. R.; AZPILICUETA, C. A. Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak. **Food Res. Int.**, v. 35, p. 603-610, 2002.

CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial**. Glossário. Viçosa-MG: UFV, 1993. 28 p.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa-MG: UFV, 1996. 81 p.

CHAVES, J. B. P. **Cachaça: produção artesanal de qualidade**. Viçosa-MG: UFV, 1998.

CHAVES, J.B.A. Análise sensorial na indústria de laticínios. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 45 (267-272), p. 38-52, 1990.

COLE, V. C.; NOBLE, A. C. Flavour chemistry and assessment. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. **Fermented beverage production**: led. London: Blackie Academic & Professional, 1995, chapter14, p. 361-385.

COURCOUX, P. H.; CHAVANNE, P. C. Preference mapping using a latent class vector model. **Food Qual. Preference**, v. 12, p. 369-372, 2001.

COUTRIM, M. X.; CHAVES, J. B.; BRANDÃO, R. L. Utilização da microxigenação como alternativa ao processo de envelhecimento da cachaça de alambique. In: EXPOCACHAÇA2003, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Rede Mineira de Tecnologia da Cachaça, 2003. p. 24.

CRUESS, W. V. **A half century in food and wine technology**. Interview by Ruth Teiser. Berkeley: Regional Oral History Office, Bancroft Library, University of California, 1967.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Vol 1, 3. ed. Viçosa-MG: UFV, 2004

DAILLANT-SPINNLER, B.; MACFIE, H. J. H.; BEYTS, P. K.; HEDDERLEY, D. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the Southern Hemisphere. **Food Qual. Preference**, v. 7, n. 2, p. 113-126, 1996.

DA SILVA, M. A. A. P.; LUNDHAL, D. S.; MCDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfatometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D. G. (Ed.). **Trends in flavour research**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1994. p. 191-209.

DAMASIO, M. H.; COSTELL, E. Descriptive sensory analysis - generation of descriptors and selection of judges. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.31, p. 165-178, 1991.

DE GRAAF, C.; KRAMER, F. M.; MEISELMAN, H. L.; LESHER, L. L.; BAKER-FULCO, C.; HIRSCH, E. S.; WARBER, J. Food acceptability in field studies with US army men and women: relationship with food intake and food choice after repeated exposures. **Appetite**, v. 44, p. 23-31, 2005.

DEMYTTENAERE, J.C.R., MARTINEZ, J.I.S., VERHE, R., SANDRA, P. AND KIMPE, N.D. **Analysis of volatile of malt whisky by solid-phase microextraction and stir bar sorptive extraction**. *J. Chromatogr. A*. **985**. 221-232. (2003).

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) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 169-175, 1998.

DIAS, S. M. B.; MAIA, A. B. R. A.; NEDSON, D. L. Utilização de madeiras nativas no envelhecimento da cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 46-51, 2002.

EA (European co-operation for accreditation). **EA-4/09** – Accreditation for Sensory Testing Laboratories, Rev 01, 2003.

ETIÉVANT, P. X.; CALLEMENT, G.; LANGLOIS, D.; ISSANCHOU, S.; COQUIBUS, N. Odor intensity evaluation in gas chromatography-olfatometry by finger span method. **J. Agric. Food. Chemistry**, v. 47, p. 1673-1680, 1999.

FALQUÉ, E.; FERNÁNDEZ, E.; DUBOURDIEU, D. Differentiation of white wines by their aromatic index. **Talanta**, 54: 271-28, 2001.

FARIA, J. B. Rum and cachaça (*in press*). In: BRYCE; J. H.; STEWART, G. G.; PIGGOTT, J. R. (Org.). **Distilled spirits** – production, technology and innovation. Nottingham: Nottingham University Press, 2008.

FARIA, J. B. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum ssp*) destiladas na ausência de cobre**. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 99 f. 2000.

FARIA, J. B.; POURCHET CAMPOS, M. A. Eliminação do cobre contaminante das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.) brasileiras. **Alim. Nutr.**, v. 1, p. 117-126, 1989.

FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W. D.; ODELLO, L.; FRANCO, D. W. Evaluation of brazilian woods as an alternative to oak for cachacas aging. **European Food Research and Technology**, v. 218, p. 83-87, 2003.

FARIA, J. B.; FRANCO, D. W.; CARDELLO, H. M. A. B.; BÔSCOLO M.; LIMA NETO, B. S. Avaliação sensorial de aguardente de cana (*Saccharum officinarum* L.) durante o envelhecimento em tonéis de carvalho (*Quercus* sp). **Rev. Bras. Anal. Alim.**, v. 1, p. 7-14, 1995.

FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W. D.; ODELLO, L.; FRANCO, D. W. Evaluation of brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. **Eur. Food Res. Technol.**, n. 218, p. 83-87, 2003.

FARIA, J. B.; LOYOLA, E.; LOPEZ, M. G.; DUFOUR, J. P. Cachaça, pisco and tequila. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Fermented beverage production**. 2. ed. New York: Kluwer Academic, 2003. p. 335-346.

FERREIRA, V. L. P. (Coord.) **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000.127 p.

FORLIN, F. J. **Maturação de cachaça em recipientes de poliéster com extrato de madeira de carvalho**. 2005. 174 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

FRANCO A. C.; ROTA M. B.; FARIA, J. B. A redestilação da cachaça e sua influência na qualidade sensorial. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 331-334, abr./jun. 2009

FROST, M. B.; NOBLE, A. C. preliminary study of the effect of knowledge and sensory expertise on liking for red wines and sensory expertise on liking for red wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 53, n. 4, p. 275-284, 2002.

FURTADO, S. M. B. **Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana (*Saccharum officinarum* L.): influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas**. 1995. 99 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

GUAGLIANONI, D. G. **Análise sensorial: um estudo sobre procedimentos estatísticos e número mínimo de julgadores**. 2009. 124 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Universidade de São Paulo, Araraquara, 2009.

GIUDICI, P.; KUNKEE, R. E. The effect of nitrogen deficiency and sulfur containing amino acids on the reduction of sulfate to hydrogen sulfide by wine yeasts. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 45, n. 1, p.107-112, 1994.

GÓMEZ, M. S. **Rum aroma descriptive analysis**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Louisiana State University, Food Science Department, Louisiana, EUA, 2002.

GOS, B. **Method for accelerating the aging of distillates**. United States Patent, 1990.

GUINARD, J.-X.; UOTANI, B.; SCHLICH, P. Internal and external mapping of preferences for commercial lager beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. **Food Qual. Preference**, v. 12, p. 243-255, 2001.

GUTIERREZ, L. E. **Produção de alcoóis superiores por linhagens de *Saccharomyces* durante a fermentação alcoólica**. *Scientia Agrícola*, v.50, n.3, p.464-472, 1993.

GUYMON, J. F.; CROWELL, E. A. Brandy aging (some comparisons of American and French oak cooperage). **Wines and Vines**, v. 51, p. 23-25, 1970.

HELFER, G. A.; FERRÃO, M. F.; FERREIRA, C. V.; HERMES, N. Aplicação de métodos de Análise multivariada no controle qualitativo de essências alimentícias empregando espectroscopia no infravermelho médio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 779-786, out./dez. 2006.

HOUGH, G. *et al.* Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. **Food Qual. Preference**, v. 17, n. 6, p. 522-526, Sept. 2006.

HOUGH, G.; SANCHEZ, R. Descriptive analysis and external preference mapping of powdered chocolate milk. **Food Qual. Preference**, v. 9, n.4, p. 197-204, 1998.

HUNTER, E.A.; MCEWAN, J.A. Evaluation of an international ring trial for sensory profiling of hard cheese. **Food quality and preference**. vol. 9, n. 5, p. 343 -354, 1998

INSTITUTO BRASILEIRO DA CACHAÇA. Dados de mercado. Disponível em: <<http://www.ibrac.net>>. Acesso em: 19 jul. 2009.

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**, Vol.18. n. 3. Campinas. Ago/out. 1998.

JANZANTTI, N. S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor de cachaça**. 2004. 179 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

JERONIMO, E. M. **O NITROGÊNIO PROTÉICO NA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CACHAÇA** Tese de Doutorado (Departamento de Tecnologia de Alimentos). UNICAMP- Campinas, SP.132p, 2004.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate analysis**. 4. ed., USA, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 816 p.

KWAN, W.; KOWALSKI, B. R. Data analysis of sensory scores. Evaluations of Panelists and Wine Score cards. **Journal of Food Science**, v. 45 p. 213-216, 1980.

KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Applied multivariate statistical with SAS** S. 2. ed., Cary, NC: SAS Institute Inc. and New York: John Wiley & Sons, 1999. 338 p.

KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS**. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2000. 558 p.

KING, B. M.; ARENTS, P.; MOREAU, N. Cost/efficiency evaluation of descriptive analysis panels – I. Panel size. **Food Quality and preference**, v. 6, p. 245-261, 1980.

KOTSERIDIS, Y.; BAUMES, R. Identification of odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and produced wine. **J. Agric. Food. Chem.**, v. 48, n. 2, p. 400-406, 2000.

LABANCA, R. A. **Teores de carbamato de etila, cobre e grau alcoólico real em aguardentes produzidas em Minas Gerais**. 2004. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

LABLANQUIE, O.; CANTAGREL, R. FERRARI, G. Characterization of young cognac spirit aromatic quality. **Anal. Chim. Acta**, v. 458, p. 191-196, 2002.

L'ANSON. **Rum manufacture**. Process Biochem. v. 6, p. 35-39, 1971.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of Food**. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 1999. p. 530.

LÉAUTE, R. Distillation in alembiq. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, p. 30-103, 1990.

LECLAIRE, E.; CANATRAGREL, R.; MAIGNIAL, L.; SNAKKERS, G.; FERRARI, G. Essai de caractérisation aromatique d'eaux-de-vie nouvelles de cognac. **J. Intern. Sci. Vigne Vin.**, v. 33, p. 133-141, 1999.

LEE, K. Y. M.; PATERSON, A.; PIGGOTT, J. R.; RICHARDSON, G. D. Sensory discrimination of blended Scotch whiskies of different product categories. **Food Qual. Prefer.**, v. 12, p. 109-117, 2001.

LEHTONEN, M.; JOUNELA-ERIKSSON, P. Volatile and non-volatile compounds in the flavor of alcoholic beverages. In: PIGGOTTI, J. R. (Ed.). **Flavor of distilled beverages: origin and development**. Flórida: Verlag Chemie, 1983. p. 64-78.

LELIS, V. G. **Ocorrência de carbamato de etila e sua formação em cachaça de alambique e em aguardente de cana industrial**. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

LILLY M.; BAUER F. F.; STYGER G.; LAMBRECHTS M. G.; PRETORIUS I. S. The effect of increased branched-chain amino acid transaminase activity in yeast on the production of higher alcohols and on the flavour profiles of wine and distillates. **FEMS Yeast Res.**, v. 6, p. 726-743, 2006.

LIMA, U. A. Produção nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados internos e externo. In: MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. (Ed.). **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, p. 54-98.

LIMA, U. A. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. (Coord.). **Biotecnologia Industrial: alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 5. p. 145-182.

LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 2. p. 93-122.

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

LÓPEZ, R.; ORTIN, N.; PEREZ-TRUJILLO, J. P.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Impact odorants of different young white wines from the Canary islands. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 3419-3425, 2003

LUTZ, Instituto Adolfo. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos - 4ª Edição**, 1ª Edição Digital, 2008.

MAÇATELLI, M. **Determinação do perfil sensorial de amostras comerciais de cachaça**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Araraquara, 2006.

MAGNANI, B D. **Estudo Comparativo das Características Sensoriais do Rum e da Cachaça Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara. SP - 105p, 2009.

MAIA, A. B. R. A. **Tecnologia da cachaça de alambique**. Belo Horizonte: SEBRAE/MG; SINDBEBIDAS, 2005. p. 129.

MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. Comparative study of soy and corn flours on the of alcoholic fermentation in successive batches. **Journal Chemical Technology Biotechnology**, v. 59, p. 171-179, 1994.

MAIA, A. B. R. A. Equipamentos para a produção de cachaça. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 63-66, 2002.

MAIA, A. B. R. A; RIBEIRO, J. C. G. M; SILVEIRA, L. C. I. **1º Curso AMPAQ de Produção Artesanal de Aguardente de qualidade**. Belo Horizonte: AMPAQ, 1995. 106 p. Apostila

MARCELLINI, P. S. **Análise descritiva e quantitativa de aguardente de cana (*Saccharum spp*) comerciais e destiladas em alambiques de cobre e aço inoxidável**. Araraquara, 2000. 77 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000..

MARDIA, K. V.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. 6. ed., London: Academic Press, 1997. 518 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V. & CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3rd ed. CRC Press. New York, N.Y. USA, 385 p, 1999.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. Viçosa-MG: UFV. 2006. 225 p.

MIRANDA, M. B.; HORRIL, J.; ALCARDE, A. R. Estudo do efeito da irradiação gama (Cobalto 60) na qualidade da cachaça e no tonel de envelhecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 4, p. 772-778, 2007.

MORA, S. J. *et al.* The formation of sulphide during fermentation using a wine yeast. **Food Microbiol.**, v. 3, n. 1, p. 27-32, 1986.

MORAES, J. S. **Estudo comparativo das características sensoriais do rum e da cachaça**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, Araraquara-SP, 2004.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 6. ed. Campinas: FEA-UNICAMP, 1989. 73 p.

MORENO, M. V. G.; BARROSO, C. G. Comparison of the evolution of low molecular phenolic compounds in typical sherry wines: Fino, amontilado and oloroso. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, n. 26. p. 7556-7563, 2002.

MORÉS, S. **Determinação de compostos voláteis em cachaça por microextração em fase sólida**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MONROZIER, R.; DANZART, M. A quality measurement for sensory profile analysis – The contribution of extended cross-validation and resampling techniques. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 393-406, 2001.

MOSEDALE, J. R.; PUECH, J. L. Wood maturation of distilled beverages. **Trends Food Science & Technology**, v. 9, p. 95-101, 1998.

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

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. p. 240.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

NAGATO, L. A ; NOVAES, F. V.; PENTEADO, M. V. C. Carbamato de etila em bebidas alcoólicas. **Bol. SBCTA, Campinas**, v. 37, n. 1, p. 40-47, jan./jun. 2001.

NASCIMENTO, R. F. **Aldeídos, ácidos e compostos sulfurados em aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*)**. 1997. Tese (Doutorado em Química) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

NASCIMENTO, R. F.; CARDOSO, D. R.; LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D. W. Influência do material de alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 21, p. 735-739, 1998.

NELSON, J. A.; TROUT, G. M. **Judging dairy products**. Westport: AVI Publ. Co., 1964. 463 p.

NICOL, D. A. Chapter rum. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Fermented beverage production**. 2. ed., New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003. p. 263-287.

NYKANEN, L.; SUOMALAINEN, H. **Aroma of beer, wine and distilled alcoholic beverages**. Berlin: Akaademic-Verlaga, 1991. 413 p.

NISHIMURA, K.; MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOTT, J. R.; SHARP, R.; DUNCAN, R. E. B. (Ed.). **The science and technology of whiskies**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. p. 235-63.

NISHIMURA, K.; ONISHI, M.; MASUDA, M.; KOGA, K.; MATSUMAYAMA, R. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of distilled beverages: Origin and Development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p. 241.

NOBLE, A. C. Wine tasting is a science. **California Agriculture**, p. 8-9, July, 1980.

NOBREGA, I. C. C. Análise dos compostos voláteis da aguardente de cana por concentração dinâmica do "headspace" e cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 210-216, 2003.

NOGUEIRA, A. M. P.; FILHO, W. G. V. **Aguardente de cana**. Botucatu-SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2005.

NONATO, E. A.; CARAZZA F.; SILVA F.C.; CARVALHO C.R.; de L. CARDEAL, Z. A headspace solid-phase microextraction method for the determination of some secondary compounds of Brazilian sugar cane spirits by gas chromatography. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, p. 3533-3539, 2001.

O'MAHONY, M. Psychophysical aspects of sensory analysis of dairy products: a critique. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p. 1954-1962, 1979.

OLIVEIRA E. S.; ROSA, C. A.; MORGANO M. A.; SERRA, G. E. Fermentation characteristics as criteria for selection of cachaça yeast. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 20, p. 19-24, 2004.

OLIVEIRA, E. S. **Características fermentativas, formação de compostos voláteis; e qualidade da aguardente de cana obtida por linhagens de leveduras isoladas em destilarias artesanais**. 2001. 135p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2001.

OLIVEIRA, E. S.; CARDELLO, H. M. A. B.; JERONIMO, E. M.; SOUZA, E. L. R.; SERRA, G. E. The influence of different yeasts on the fermentation, composition and sensory quality of cachaça. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 21, p. 707-715, 2005.

O'MAHONY, M.; KULP, J. Sensory detection of off- flavors in milk incorporating short-cut signal detection measures. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p. 1857-1864, 1979.

OUGH, C. S.; WINTON, W. A. An evaluation of the Davis wine-score card and individual expert panel members. **Am. J. Enol. Vitic.** v. 27, n. 3, p. 136-44, 1976.

ORTEGA, C.; LÓPEZ, R.; CACHO, C.; FERREIRA, V. Fast analysis of important wine volatile compounds: development and validation of a new method based on gas chromatography-flame ionization detection analysis of dichloromethane microextracts. **Journal of Chromatography A**, v. 923, p. 205-214, 2001.

PEYNAUD, E. **El gusto del vino**. El gran libro de la degustación. Madrid: Mundi- Prensa, 1986.

PIGGOTT, J. R.; CONNER, J. M. Whiskies. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J.R. (Ed.). **Fermented beverage production**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 247-274.

PIGGOTT, J. R.; HUNTER, E. A. Evaluation of assessor performance in sensory analysis. **Italian Journal of Food Science**, v. 11, p. 289-303, 1999.

PIGGOTT, J. R.; HUNTER, E. A.; MARGOMENOU, L. Comparison of methods of analysis of time-Intensity data: application to scotch malt whisky. **Food Chem.**, v. 71, p. 319-326, 2000.

POLASTRO, L. R.; BOSO, L. M.; ANDRADE-SOBRINHO, L. G.; LIMA-NETO, B. S.; FRANCO, D. W. Compostos nitrogenados em bebidas destiladas: cachaça e tiquira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 1, p. 78-81, jan./abr. 2001.

POWERS, J. J. Uses of multivariate methods in screening and training sensory panelists. **Food Technology**, v. 42, p. 123, 1988.

PROTTI, D. A proposal to use a balanced score card to evaluate Information for health: an information strategy for the modern NHS (1998-2005). **Computers in Biology and Medicine**, v. 32, p. 221-236, 2002.

QUEIROZ, E. L. M. T. **Envelhecimento forçado da aguardente de cana: estudo comparativo com o envelhecimento tradicional em carvalho (*Quercus sp.*)**. 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, Araraquara-SP, 1998.

REAZIN, G. H. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of distilled beverages: origin and development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p. 225-240.

REGAZZI, A. J. **INF 766** - Análise multivariada. Viçosa, MG: DPI/UFV. 2006 (Apostila: notas manuscritas).

RENCHER, A.C. **Methods of multivariate analysis**. Nova Iorque: Wiley Interscience. 2002.

RECHE, R. V.; FRANCO, D. W. **Distinção entre cachaças destiladas em alambiques e em colunas usando quimiometria**. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, Brasil *Quim. Nova*, Vol. 32, n. 2, 332-336, 2009

RIZZON, L. A.; ROSA, E. O.; SALVADOR, M. B. G.; ZUCCO, N. M. G. Características analíticas dos conhaques da microrregião homogênea vinicultora de Caxias do Sul (MRH311). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 12, p. 43-51, 1992.

RODRIGUES, L. R.; OLIVEIRA, E. A. A. Q. de. Expansão da exportação de cachaça brasileira: uma nova oportunidade de negócios internacionais. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 7., 2006, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos, SP, Univap, 2007.

ROTA, M. B. **Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara-SP, 2008.

ROTA, M. B.; FARIA, J. B. **Effect of the bidistillation process on the sensory quality of cachaça**. Alim. Nutr., Araraquara, v.20, n.1, p. 121-127, jan./mar. 2009.

SAS Institute. **SAS User's guide**: statistics. Cary, USA Inst., 1999.

SEBRAE B. **Plano de reestruturação da cadeia da cachaça de alambique em Minas Gerais**. Belo Horizonte-MG: SEBRAE-Minas Gerais, v. 1, p. 1-56, 2002.

SÉMÉNOU, M.; COURCOUX, P.; CARDINAL, M.; NICOD, H.; OUISSE, A. Preference study using a latent class approach. Analysis of European preferences for smoked salmon. **Food Quality and Preference**, v. 18, p. 720-728, 2007.

SENASA: Serviço Nacional de Saúde/Qualidade Agroalimentar. **Protocolo de qualidade de miel**. http://www.alimentosargentinos.com.ar/programa_calidad/diferenciacion/sello/prot_conf/miel-fracc_inglês.pdf. 2007

SINGLETON, V. L. Maturation of wines and spirits: comparison, facts and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, p. 98-115, 1995.

SOUZA, M. D. C. A.; VÁSQUEZ, P.; MASTRO, N. L.; ACREE, T. E.; LAVIN, E. H. Characterization of cachaça and rum aroma. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, p. 485-488, 2006.

SOUZA, M.D.C.A. **Identificação, quantificação e comparação das substâncias químicas responsáveis pelos aromas da cachaça de alambique e do rum comercial tratados pelo processo de irradiação**. Tese de doutorado (Ciências- Tecnologia nuclear)- Instituto de pesquisas energéticas e nucleares(IPEN). Autarquia associada à universidade de São Paulo.137p. 2006.

SPLENDOR, F. Vinhos e Licores: degustação e serviço / org. Firmino Splendor – 2. ed. – Caxias do Sul, RS: Educs, 416 p. 2007.

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

SULMONT, C.; LESSCHAEVE, I.; SAUVAGEOT, F.; ISSANCHOU, S. Comparative training procedures to learn odor descriptors: Effects on profiling performance. **Journal of Sensory Studies**, v. 14, p. 467-490, 1999.

SUOMALAINEN, H. Yeast esterases and aroma esters in alcoholic beverages. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 87, p. 296-300, 1981.

TOLEDO, J. F. A ; FARIA, J. B. **Teores de dimetilsulfeto estimados pelo método Níquel-Raney e aceitabilidade de amostras de cachaça**. Alim. Nutr., Araraquara, v.15, n.1, p.51-54, 2004

TOMIC, O.; NILSEN, A.; MARTENS, MAGNI; N/ES, T. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. **Lebensm. Wiss. u. – Technol**, v.40, p. 262-269, 2007.

VICENTE, M. A.; L. G.; CASTRO, L. M.; SANTOS, A. N. G.; COUTRIM, M. X. & BRANDÃO, R. L. Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* strains producing higher levels of flavoring compounds for production of “cachaça” the Brazilian sugarcane spirit. **International Journal of Food Microbiology**, 108, 51 –59.2006.

WILDENRADT, H. L.; SINGLETON, V. L The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. **Am. J. Vitic.**, v. 25. p. 119-126, 1984.

YOKOTA, S. R. C. **Qualidade sensorial e físico-química de cachaças envelhecidas em recipientes de carvalho e algumas madeiras brasileiras**. 2002. 140 f . Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

YOKOTA, S.R. C. **Avaliação sensorial descritiva de cachaças nova e envelhecida por 18 ou 24 meses em barris de madeira por equipes com diferentes números de julgadores treinados**. 2005. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

YOKOYA, F. **Fabricação da aguardente de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, 1998. p. 2, p. 23-26 e 42.

YOSHIKAWA S.; OGURI I.; KONDO K.; FUKUZAWA M.; SHIMOSAKA M.; OKAZAKI, M. Enhanced formation of isoamyl alcohol in *Zygosaccharomyces rouxii* due to elimination of feedback inhibition of alpha-isopropylmalate synthase. **FEMS Microbiol. Lett.**, v. 127, p. 139-143, 1999.

ZENEBON, O.; BADOLATO, E. S. G.; NAGTO, L. A. F. Metanol – avaliação da ocorrência de intoxicações causadas pela ingestão de bebidas alcoólicas no estado de São Paulo. **Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tec. Alim**. Campinas, v. 30, n. 1, p. 71-71. 1996.

ZOOK, K. L.; PEARCE, J.H. Quantitative descriptive analysis. In: MOSKOWITZ, H. **Applied sensory of foods**. Vol. 1. 1. ed. Florida-USA: CRC Press., 1988. p. 43-71.

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE JULGADORES DE AGUARDENTE DE CANA E CACHAÇA

Você está convidado a participar de uma degustação de aguardente de cana e cachaça. Por gentileza, preencha o questionário abaixo:

Nome do candidato: _____

Profissão: _____

Faixa etária: ___ 15-20 ___ 20-30 ___ 30-40 ___ 40-50 ___ 50-60

Telefone: trabalho: _____ celular: _____

1. Renda familiar: até 2 salários mínimos ()
2 a 5 salários mínimos ()
5 a 8 salários mínimos ()
Mais de 8 sal. Mínimos ()
2. Escolaridade: 1º grau incompleto ()
1º grau completo ()
2º grau incompleto ()
2º grau completo ()
3º grau incompleto ()
3 grau completo ()
3. Com que frequência você consome aguardente de cana e cachaça:
() diariamente () 1 vez por semana
() 1-2 vezes por mês () ocasionalmente (menos de 1 vez por mês, na média)
4. Tem alergia a algum tipo de alimento ou bebida?
Sim () Não ()
Quais?

5. Rejeita algum alimento ou bebida? Quais?
() Sim () Não

6. Você tem algum problema de saúde que restrinja o consumo de aguardente e cachaça?
() Sim () Não
Em caso positivo, especifique:

7. Você está em dieta médica ou fazendo uso de algum tipo de medicamento?
() sim () não
Em caso positivo, especifique:

8. Caso já tenha provado aguardente de cana e cachaça, marque com um "x", na escala abaixo, o lugar que melhor represente o quanto você gosta ou desgosta:
0 5 10
Desgostei Nem gostei Gostei
Muitíssimo Nem desgostei muitíssimo
9. Existe algum dia ou horário durante o qual você não poderá participar das sessões de degustação? _____
10. Indique o período que você pretende tirar férias este ano.

EXERCÍCIOS DE ESCALA

INSTRUÇÕES: Indique na linha à direita a proporção da área que está escurecida.

EXEMPLOS



NENHUMA _____ TOTAL



NENHUMA _____ TOTAL



NENHUMA _____ TOTAL

1



NENHUMA _____ TOTAL

2



NENHUMA _____ TOTAL

3



NENHUMA _____ TOTAL

4



NENHUMA _____ TOTAL

5



NENHUMA _____ TOTAL

6



NENHUMA _____ TOTAL

7



NENHUMA _____ TOTAL

8



NENHUMA _____ TOTAL

9



NENHUMA _____ TOTAL

10



NENHUMA _____ TOTAL