

**SILMARA ALMEIDA DE CARVALHO**

**EFEITO DO ENVELHECIMENTO EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE  
MADEIRA SOBRE A QUALIDADE SENSORIAL DE AGUARDENTE DE  
CANA-DE-AÇÚCAR**

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL

2001

**SILMARA ALMEIDA DE CARVALHO**

**EFEITO DO ENVELHECIMENTO EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE  
MADEIRA SOBRE A QUALIDADE SENSORIAL DE AGUARDENTE DE  
CANA-DE-AÇÚCAR**

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

APROVADA: 05 de fevereiro de 2001

---

Prof. José Benício Paes Chaves  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Henrique Alves da Silva  
(Conselheiro)

---

Prof. Adair José Regazzi

---

Prof<sup>a</sup> . Silvana Motta

---

Prof<sup>a</sup> . Valéria Paula Rodrigues Minim  
(Orientadora)

*A Deus, por representar a vida e estar sempre presente.*

*Aos meus pais Domingos e Maria, pelo esforço, estímulo e paciência que me dedicaram para que eu conseguisse chegar até aqui.*

*As minhas queridas irmãs Vanice e Flávia, e tia Vera pelo apoio e amizade durante toda a minha vida.*

*As minhas grandes amigas Fabiana, Gabrielle e Patrícia pela sincera amizade e longo convívio.*

*A João Alfredo, meu grande e puro amor, além de incentivador do meu trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pela oportunidade de realização deste trabalho.

À CAPES e ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

À professora Valéria Paula Rodrigues Minim, pela paciência e dedicação em me orientar na realização deste trabalho.

Aos professores Conselheiros José Benício Paes Chaves e Paulo Henrique da Silva, pelo auxílio e ensinamento.

Aos professores Adair José Regazzi e Ricardo Frederico Euclides, pelo prestimoso auxílio e atenção.

Aos mestres Vicente Lelis, Jadir Nogueira, Carlos Arthur, Paulo Ceccon e Ricardo Euclides pelo apoio e estímulo constante.

Aos provadores e amigos João Alfredo, João de Deus, Marcelo, Alexandre, Rafael, Reneé, Araújo, Aureliano, Sandi, Daniel, Ricardo e Emerson, que auxiliaram com grande dedicação e disponibilidade.

Às demais pessoas que participaram das sessões de degustação, pela boa vontade.

Aos colegas Felix, Mônica e Sandi, pela paciência em ajudar sempre.

A todos os funcionários do DTA, em especial, a Geralda, Vânia e Marculino, pelo apoio, amizade e convívio durante oito anos.

A todos os amigos que me ajudaram não somente neste trabalho, mas em todos os momentos de minha vida em Viçosa.

Aos colegas do DTA, pela boa convivência.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE .....	iv
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	3
1. Resumo histórico e condições do mercado de aguardente.....	3
2. Aguardente de cana.....	5
2.1. Definição e legislação.....	6
2.2. Processo de produção.....	6
2.3. Processo de envelhecimento.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
PERFIL SENSORIAL DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TÓNEIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA.....	16
RESUMO .....	16
SUMMARY .....	17
1. INTRODUÇÃO .....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
2.1. Material experimental .....	22
2.2. Metodologia .....	22
2.2.1. Preparo e apresentação das amostras .....	22
2.2.2. Recrutamento e pré-seleção de julgadores .....	23
2.2.3. Levantamento da terminologia descritiva e treinamento .....	23
2.2.4. Seleção de julgadores .....	24
2.2.5. Avaliação das amostras .....	24
2.2.6. Análise dos resultados .....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
3.1. Pré-seleção de julgadores e levantamento de atributos .....	26
3.2. Seleção dos julgadores .....	26
3.3. Avaliação das amostras de aguardente de cana .....	30
3.4. Representação gráfica .....	41
4. CONCLUSÕES .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

ESTUDO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA .....	49
RESUMO .....	49
SUMMARY .....	50
1. INTRODUÇÃO .....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	55
2.1. Material de análise .....	55
2.2. Metodologia .....	55
2.3. Análise dos resultados.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
4. CONCLUSÕES .....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA .....	70
RESUMO .....	70
SUMMARY .....	71
1. INTRODUÇÃO .....	72
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	77
2.1. Material de análise .....	77
2.2. Metodologia sensorial .....	77
2.2.1. Painel de consumidores .....	77
2.2.2. Painel treinado .....	77
2.3. Análises dos resultados .....	78
2.3.1. Painel de consumidores .....	78
2.3.2. Painel treinado .....	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	80
4. CONCLUSÕES .....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
CONCLUSÕES GERAIS .....	91

## RESUMO

CARVALHO, Silmara Almeida de, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2001. **Efeito do envelhecimento em tonéis de três espécies de madeira sobre a qualidade sensorial de aguardente de cana-de-açúcar.** Professora Orientadora: Valéria Paula Rodrigues Minim. Professores Conselheiros: José Benício Paes Chaves e Paulo Henrique Alves da Silva.

O efeito do envelhecimento de aguardente de cana-de-açúcar em tonéis de angelim (*Dinizia excelsa*), carvalho (*Quercus alba*) e jequitibá (*Cariniana rubra*) foi avaliado em relação à qualidade sensorial e físico-química da bebida. Foram analisadas aguardentes estocadas nestes tonéis por um período de quatro, oito e 12 meses, além da aguardente recém destilada. Avaliaram-se 15 características sensoriais pela técnica Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), sendo que 11 apresentaram diferença sensorial significativa ( $p \leq 0,01$ ) para os diferentes tempos de envelhecimento. Os atributos: viscosidade, cores amarela e marrom, aroma e sabor de madeira, sabor adstringente, gostos amargo e ácido aumentaram de intensidade ao final dos 12 meses de maturação. Já os atributos aroma alcoólico, sabor alcoólico inicial e residual, aroma e sabor melaço de cana e sabor agressivo diminuíram. Um estudo de aceitação foi realizado e mostrou que as aguardentes com maior tempo de envelhecimento apresentaram maior aceitabilidade que as de menor tempo de maturação. O mapa de preferência interno associou as amostras de maior aceitação com os atributos cor amarela, viscosidade, aroma e sabor de madeira, gostos doce e ácido e sabor adstringente, e a amostra de menor aceitação (recém destilada) com os atributos aroma e sabor melaço de cana, sabor alcoólico inicial e residual, aroma alcoólico e sabor agressivo. As características físico-químicas avaliadas apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) para os diferentes tempos de envelhecimento, em que os teores de acidez total, fixa e volátil apresentaram acréscimo com o tempo de maturação, entretanto os valores de pH sofreram acréscimo até o oitavo mês, seguido de um pequeno decréscimo ao final de 12 meses. O teor alcoólico diminuiu nas aguardentes estocadas em tonéis de angelim e jequitibá e apresentou pequeno acréscimo na armazenada em carvalho. Os teores de ésteres totais apresentaram acréscimo na bebida estocada em carvalho e angelim e diminuição na armazenada em jequitibá.

Durante o período de envelhecimento, os valores analisados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Legislação Brasileira, exceto a aguardente envelhecida em angelim por 12 meses, que apresentou teor de ésteres totais 26% acima do estabelecido por lei. Desta forma foi possível concluir que o envelhecimento de aguardente de cana-de-açúcar teve fundamental importância na melhoria da qualidade sensorial, já que os consumidores em potencial do produto consideraram a bebida com 12 meses de maturação em carvalho e jequitibá como as de melhor aceitação, além de julgarem a aguardente recém destilada como a de pior aceitabilidade.

## ABSTRACT

CARVALHO, Silmara Almeida de, M.S., Universidade Federal de Viçosa. February, 2001. **Effect of maturation in barrels of three wood species on the sensorial quality of sugar-cane spirit.** Adviser: Valéria Paula Rodrigues Minim. Committee Members: José Benício Paes Chaves and Paulo Henrique Alves da Silva.

The sensory and physical-chemical quality of sugar cane spirits that were aged in barrels of angelim (*Dinizia excelsa*), oak (*Quercus alba*) and jequitibá (*Cariniana rubra*) was evaluated. Spirits thrusts were analyzed over a period of four, eight and twelve months of storage in angelim, oak and jequitibá barrels, and a recently distilled. Fifteen sensorial characteristics were evaluated by a Quantitative Descriptive Analysis (QDA), however significant sensory differences ( $p \leq 0,01$ ) were found in eleven attributes for different aging time and species of wood. Viscosity, color (yellow and brown), aroma and flavor of wood, astringent flavor, bitter and acid tastes increased over the period of maturation. Alcoholic aroma, initial and residual flavor of alcoholic, the aggressive flavor and the aroma and flavor of cane molasses decreased over time. Acceptance by test persons was not higher for spirits with longer maturation time. Internal preference mapping showed a association of acceptance with yellow color, viscosity, aroma and flavor of wood, sweet and acid tastes, and astringent flavor, while low acceptance was associated with the aroma and flavor of cane molasses, initial and residual alcoholic flavor, aggressive flavor and alcoholic aroma. The physical-chemical characteristics evaluated presented significant difference ( $p \leq 0,01$ ) for the different times of aging, while tenors of total, fixed and volatile acidity increased over time of maturation, however pH values decreased. Alcoholic tenor decreased in the spirits thrusts in angelim and jequitibá barrels, while it increased in spirits stored in oak. Total esters tenors increased in spirits thrust in oak and angelim and decrease in spirits stored in jequitibá. During the aging period, values of the physical-chemical analysis fell within the limits of Brazilian Legislation, except for spirit aged for twelve months in angelim, which had a tenor of total ester 26% above legal limit. In conclusion, aging of sugar-cane spirits is of fundamental importance for improvement of the sensorial quality. Test persons considered the spirit kept in oak and jequitibá for 12 months best, and recently distilled spirits the worst.

## INTRODUÇÃO GERAL

De acordo com o Ministério da Agricultura, a aguardente de cana é definida como uma bebida fermento-destilada de cana-de-açúcar cujo teor alcoólico varia de 38 a 54%, em volume, sendo considerada aguardente envelhecida a bebida que contiver no mínimo 50% de destilado alcoólico de cana maturado por um período não inferior a um ano [9].

As bebidas alcoólicas fermento-destiladas distinguem-se entre si pela presença de compostos secundários responsáveis pelo 'bouquet' característico de cada tipo de bebida. Estes compostos se formam juntamente com álcool etílico durante o processo de fermentação, mudam de caráter e proporções durante a destilação e posterior maturação. Desta forma, todas as etapas de preparo de bebidas fermento destiladas são determinantes no desenvolvimento de sabores peculiares [3, 5].

As bebidas recém destiladas possuem sabor forte e picante, características estas não desejadas para alguns segmentos do mercado. O processo de envelhecimento ou maturação torna a bebida agradável, suavizando seu sabor. Os compostos aromáticos responsáveis por esta mudança, são constituídos principalmente por álcoois, ácidos graxos e ésteres [3]. Considera-se de grande importância a obtenção de informações sobre o efeito do envelhecimento da aguardente de cana nas características sensoriais, para se produzir bebida com qualidade e aceitabilidade.

A análise sensorial é um efetivo instrumento utilizado no controle da qualidade de um produto. Através dela pode-se detectar sabores desejáveis e indesejáveis, quantificá-los e associá-los a acertos e defeitos de um processo. Com esse instrumento é possível por exemplo, estabelecer a tecnologia de envelhecer a bebida em tonéis de madeira é uma maneira de se obter aguardente de melhor qualidade. Muitas espécies de madeira são utilizadas na fabricação de tonéis para envelhecimento e grande é a carência de informações técnicas sobre as vantagens e desvantagens de cada espécie, bem como a variedade de aguardentes com sabores peculiares que podem ser obtidas.

Esforços têm sido feitos no sentido de melhorar a qualidade da bebida típica brasileira, objetivando maior competitividade de mercado, como a criação do selo de garantia da AMPAQ (Associação Mineira dos Produtores de Aguardente de Qualidade) e incentivo de consumo de aguardente em comemorações oficiais em embaixadas brasileiras no exterior.

No Brasil, a aguardente de cana é o destilado mais consumido entre as bebidas alcoólicas nacionais. Este consumo gera uma demanda real pelo produto, tornando conseqüentemente, um importante setor industrial e uma fonte geradora de empregos diretos e indiretos. A produção de aguardente no Brasil destina-se quase que totalmente ao mercado interno. A parcela de produção destinada ao mercado externo é pouco significativa, porém com o consumo cada vez maior de aguardente e com o início de uma valorização do produto perante o mercado internacional, torna-se evidente a necessidade de melhor conhecê-lo e padronizá-lo [4, 6, 32].

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do envelhecimento de aguardente de cana em tonéis de três espécies de madeira, estabelecendo quais as características sensoriais percebidas nas diferentes amostras e o nível de aceitabilidade. Para isso foram utilizadas como ferramentas a Análise Descritiva Quantitativa e Mapa de Preferência Interno. Determinou-se também os teores de alguns indicadores de qualidade regulamentados pela Legislação Brasileira, como teor alcoólico e acidez volátil, visando observar se a aguardente envelhecida permanecia dentro dos limites estabelecidos.

Os capítulos foram escritos conforme normas da Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Resumo Histórico e Condições do Mercado de Aguardente.

Os primeiros a registrarem o processo e obtenção da *Ácqua ardens* (água ardente) foram os gregos entre os anos 23 e 79 d.C.. A Aguardente vai para as mãos dos alquimistas que a atribuem propriedades místico-medicinais, onde passa a ser chamada de *Eau de vie* (água da vida). São os árabes que disseminam a técnica da destilação pelo velho e novo mundo. Na Itália, o destilado de uva fica conhecido como Grappa. Em terras Germânicas, se destila a partir da cereja, o Kirsch. Na Escócia torna-se popular o Uísque, destilado da cevada sacarificada. Na Rússia a Vodka, de centeio. No Japão e na China, o sakê, de arroz. E em Portugal a Bagaceira, destilado do bagaço de uva [1, 2].

No início do século XVI, descobre-se no Brasil o vinho de cana-de-açúcar, que ficava ao relento em cochos de madeira para os animais. Os senhores de engenho passam a servir o tal caldo, chamado de Cagaça, para os escravos. Logo, os escravos começaram a destilar a Cagaça, nascendo assim, a Cachaça. Com o aprimoramento da produção, a cachaça passou a atrair muitos consumidores, saindo da senzala e introduzindo-se nas mesas dos senhores de engenho e também nas casas portuguesas, passando assim, a ter importância econômica para o Brasil colônia. Incomodado com a queda do comércio da Bagaceira e do vinho português, Portugal proíbe várias vezes a produção, comercialização e até o consumo de aguardente. Sem resultados, a Metrópole portuguesa passa a taxar o destilado [2, 20].

Como símbolo dos Ideais de Liberdade, a Cachaça percorre as bocas dos Inconfidentes e da população que apoia a Conjuração Mineira. A aguardente da terra se transforma em símbolo de resistência à dominação portuguesa. No século passado instala-se com a economia cafeeira a abolição da escravatura, existindo no início da república um grande e largo preconceito a tudo que fosse relativo ao Brasil, prevalecendo à moda européia. Em 1922, a Semana da Arte Moderna vem resgatar a brasilidade nos campos literário e das artes plásticas. No decorrer deste século, o samba é resgatado, a feijoada é valorizada como comida brasileira especial e a cachaça tenta desfazer preconceitos e continuar no caminho da apuração de sua qualidade [1].

Até 1945, a indústria de aguardente localizava-se no meio rural, com pequeno volume de produção, tecnologia atrasada e um produto com sabor variado. A partir da década de 60, o consumo de aguardente aumentou, atingindo camadas sociais mais altas, criando assim, uma demanda de produtos de melhor qualidade. Atualmente, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de produzir uma aguardente de cana-de-açúcar capaz de competir, em igualdade, por uma fatia do mercado de exportações de bebidas alcoólicas [9, 16, 32].

O mercado mundial de bebidas alcoólicas movimenta, cerca de 15 bilhões de dólares anualmente, sendo que a participação da aguardente produzida no Brasil restringe-se a apenas 15 milhões, apesar de uma produção de dois bilhões de litros de bebida por ano durante a época de safra da cana-de-açúcar – maio a dezembro. Já o uísque, uma das bebidas mais apreciadas mundialmente, possui uma fatia de quatro bilhões de dólares deste mercado, com uma produção de 800 milhões de litros por ano [22, 23].

Visando valorizar a indústria de aguardente como importante fonte de arrecadação de divisas para o País e geradora de milhares de empregos diretos e indiretos, o Ministério da Agricultura com o apoio da ABRABE (Associação Brasileira de Bebidas), lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana. Este programa tem por objetivo regularizar os mais de 30 mil alambiques clandestinos no país, que produzem sem nenhum controle de qualidade [28].

No Estado de Minas Gerais, o decreto nº 34.645 de 1993 criou o Pró-Cachaça, numa comparação ao Pró-Álcool, visando promover a qualidade e a imagem da aguardente mineira. Através da criação da Associação Mineira de Produtores de Aguardente de Qualidade (AMPAQ), o programa pode funcionar não só como órgão fiscalizador, mas principalmente como fonte de apoio aos fabricantes, através da realização de cursos, seminários, além de fornecimento de informações sobre novas tecnologias e pesquisas. No início eram 1.200 alambiques registrados na AMPAQ, hoje são mais de 8.000 alambiques que destilam 150 milhões de litros de aguardente por ano, atingindo um faturamento de R\$ 180 milhões [20, 26].

## 2. Aguardente de cana

### 2.1. Definição e legislação

As aguardentes são bebidas alcoólicas fermento destiladas que podem ser provenientes de várias matérias-primas, como aguardente de frutas, pisco (uva), tequila (agave), rum, steinhaeger, aguardente de cana-de-açúcar, dentre outras. O Decreto n.º 2314 de 04/09/97 do Ministério da Agricultura, regulamenta e caracteriza a aguardente de cana como sendo “uma bebida cuja graduação alcoólica de 38 a 54 % em volume, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar, ou ainda, pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcar até 6 g/L” [9].

Segundo este Decreto, a soma dos componentes secundários “não álcool” (Quadro 1), não deve ser inferior a 0,200 g/100 mL de álcool anidro [9].

Quadro 1. Limites dos componentes secundários “não álcool” permitidos na aguardente de cana-de-açúcar

COMPONENTE	TEOR MÁXIMO ( g / 100 mL de álcool anidro)
Acidez volátil expresso em ácido acético	0,150
Aldeídos expresso em aldeído acético	0,030
Ésteres expresso em acetato de etila	0,200
Álcoois superiores	0,300
Furfural	0,005

FONTE: CHAVES, [6].

O Decreto 2314/97 também regulamenta os teores máximos permitidos de metanol e cobre. O metanol, apesar de ser tóxico, é encontrado normalmente em aguardentes em baixos teores. Bebidas alcoólicas obtidas de frutas possuem um teor mais elevado deste álcool por serem ricas em pectinas. A formação deste álcool em aguardentes deve-se a hidrólise enzimática do grupo metoxila de substâncias pécticas. Pode também ser um álcool derivado da madeira e do petróleo [21, 25].

Em reações bioquímicas humanas, o metanol produz metabólitos altamente tóxicos, como ácido fórmico e formaldeído (resultante da ação da enzima álcool desidrogenase). Este último metabólito lesa as células da retina, provocando cegueira e em doses elevadas, pode levar à morte. Em razão da alta toxicidade deste álcool, sua tolerância de acordo com o Decreto nº 2314/97, é de no máximo de 0,25 mL/100 mL de álcool anidro em aguardente de cana e de 0,50 mL/100 mL de álcool anidro em aguardente de frutas [9, 14, 31].

O teor máximo de cobre não deve ser superior a 5 mg de cobre/L de aguardente [9]. O estabelecimento de um limite máximo para o cobre, segundo LUCENA [17], tem como objetivo evitar a comercialização de aguardentes com alto teor deste metal que é prejudicial à saúde se ingerido em grandes quantidades. O consumo de produtos com excesso de cobre pode causar doenças em vasos capilares, lesões no fígado e nos rins.

Um dos principais problemas relacionados com a exportação da aguardente de cana brasileira, ao lado da má qualidade da maioria das marcas nacionais, tem sido a presença de cobre em concentrações maiores que a permitida pela legislação. Esta contaminação se deve ao ataque de vapores alcoólicos com elevada acidez às chapas metálicas recobertas pelo azinhavre - carbonato de cobre [11, 17].

A substituição do cobre dos alambiques por outros materiais, como o aço inoxidável, por exemplo, tendo por objetivo eliminar a contaminação durante a destilação, revelou ter este metal papel importante na qualidade sensorial da aguardente. Produtos destilados em alambiques na ausência do cobre apresentam odores e sabores estranhos. Vários estudos comprovam que a presença do metal na parte ascendente do alambique, torna possível a obtenção de aguardentes livres de contaminação e com boas qualidades sensoriais [10, 11, 12].

## **2.2. Processo de produção**

Produzir aguardente de cana-de-açúcar de boa qualidade depende de vários fatores, dentre eles: qualidade da matéria prima, do mosto e do fermento utilizados, das condições e tempo de fermentação, do sistema e forma de destilação, do processo de envelhecimento, do engarrafamento, além do material de fabricação dos equipamentos utilizados durante todo o processo.

O processo de fabricação envolve as etapas apresentadas na Figura 1.

É considerada matéria prima de qualidade os colmos de cana-de-açúcar em estágios ideais de maturação e sadios. Uma vez cortada, a cana deve ser imediatamente transportada, lavada e processada, para se evitar perda de açúcar e contaminação da flora de microrganismos naturais. Após a moagem, o caldo é coado para retirar impurezas que possam permitir a proliferação de microrganismos contaminantes, diminuindo assim, o rendimento da transformação de açúcar em álcool, além de separar o bagaço, um contribuinte na formação de furfural, constituinte este não desejado [6, 9, 27].

É na etapa de fermentação que tem início a formação dos compostos voláteis, denominados também de compostos secundários da fermentação. Esses compostos (aldeído acético, ácidos orgânicos, ésteres, álcoois superiores dentre outros), em mínimas proporções, são responsáveis pelo “bouquet” da bebida. A qualidade e o tipo de fermento empregado são de grande importância, pois microrganismos diferentes produzem compostos voláteis de tipos e proporções diferentes. O vinho a ser destilado possui composição qualitativa bastante complexa [25].

A destilação tem influência direta no sabor de bebidas alcoólicas destiladas, pois é nesta etapa onde se transfere para a aguardente os compostos mais voláteis, derivados do mosto fermentado ou formados durante a destilação. São dois os tipos de aparelhos destiladores: os que trabalham com cargas contínuas - colunas de destilação; e as descontínuas - alambiques simples com um, dois ou três corpos [13, 18].

Segundo NÓBREGA [25], o alambique simples permite que muitos compostos voláteis que contribuem no sabor passem junto com o álcool para o destilado, como ocorre na produção de “full-bodied rum” – rum com sabor mais pronunciado. Já as colunas de destilação são utilizadas na produção de bebidas sem cor e sabor suave, como o “light rum” – rum mais neutro.

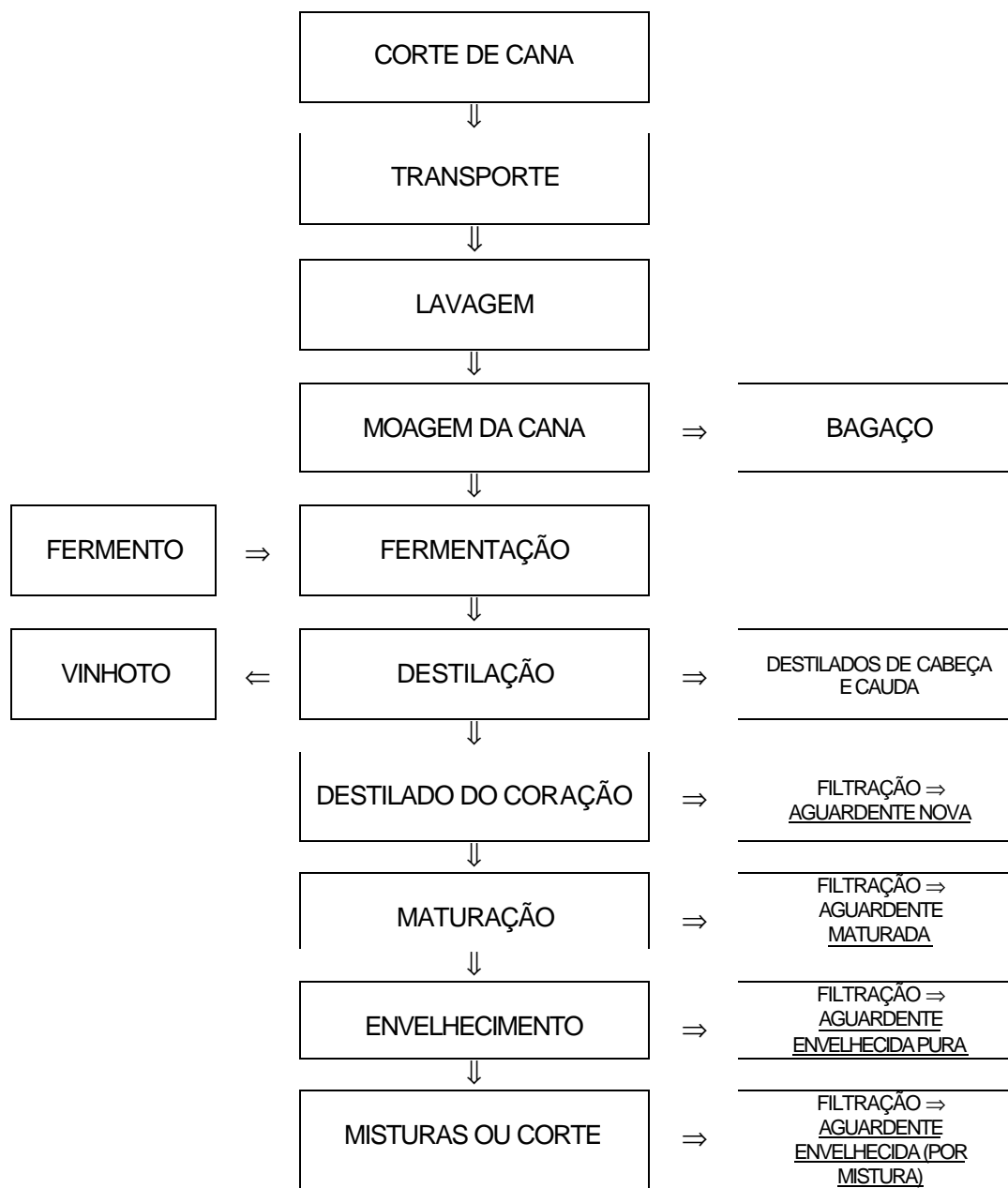


Figura 1. Etapas do processo de fabricação de aguardente de cana-de-açúcar [9].

### 2.3. Processo de envelhecimento

Bebidas recém destiladas, como a aguardente de cana e o uísque, possuem sabor agressivo, pungente e desagradável, mesmo tendo as etapas de fermentação e destilação rigorosamente controladas e o destilado apresente as características dentro das especificações legais. Recomenda-se um período de descanso de dois a três meses para a aguardente de cana, quando comercializada sem a etapa de envelhecimento. Porém no Brasil a bebida é destilada e comercializada, quase imediatamente, distanciando-se muito dos destilados produzidos e comercializados em outros países [6, 15].

Visando o aprimoramento da qualidade sensorial, o envelhecimento é considerado a última etapa do processo de fabricação de certas bebidas alcoólicas, antes do engarrafamento. Tradicionalmente são estocadas em tonéis de madeira, sendo o carvalho (*Quercus alba*, *Q. robur*, *Q. sessilis*), o tipo de madeira mais utilizado. A maturação de uma bebida alcoólica também ocorre em recipientes de outros materiais, como ferro, aço inoxidável, vidro, porém, nesses casos, há necessidade de aeração no momento da estocagem da bebida no recipiente. Existem ainda, técnicas de aceleração do envelhecimento, como o uso de corrente de ozônio, descarga elétrica, irradiação, adição de determinados sais especialmente de prata, ou a adição de lascas de madeira [6, 24, 30].

O mecanismo de envelhecimento envolve inúmeras transformações químicas e físicas e independe do tipo de matéria-prima utilizada na produção da aguardente. As seguintes mudanças ocorrem durante esta etapa:

- a- reações entre os compostos secundários formados durante a fermentação e destilação;
- b- extração direta de componentes da madeira, como óleos voláteis, substâncias tânicas, açúcares e glicerol, ácidos orgânicos não voláteis e esteróides;
- c- decomposição de macromoléculas como lignina, celulose, hemicelulose e incorporação destas substâncias na bebida;
- d- reações entre os componentes extraídos da madeira;
- e- reações entre os compostos secundários provenientes da destilação e os componentes extraídos da madeira;
- f- evaporação de compostos voláteis, etanol e água através da madeira;
- g- formação de complexo estável entre etanol e água [7, 8, 19, 24, 29].

A extração de compostos da madeira depende de fatores como, a idade e tamanho do tonel, tratamento da superfície interna (carbonização ou aplicação de vinho), bem como o tipo de madeira utilizada. A concentração dos compostos tende a aumentar em tonéis de menor tamanho, em que a razão área da superfície/volume de destilado é maior, além de ocorrerem maiores perdas por evaporação [24].

A carbonização ou degradação térmica é o tratamento mais utilizado. A superfície da madeira é exposta ao calor, onde a concentração das substâncias produzidas pela carbonização (degradação de macromoléculas, como lignina) dependerá da temperatura do tratamento, como mostra o Quadro 2. Compostos responsáveis pelo aroma e sabor de madeira crua e adstringência são diminuídos com esse tipo de tratamento [7].

O tratamento da superfície com vinho, muito utilizado por destilarias escocesas, pode ser realizado de inúmeras formas. Um procedimento típico consiste em aplicar sob pressão, um vinho tipo xerez espanhol (Paxarette), proporcionando a adsorção pela madeira. Outra forma de tratamento consiste em aplicar amônia, sob pressão com vapor d'água durante 60 minutos, visando a remoção de grande parte das substâncias tânicas, originando dessa forma uma bebida com coloração leve e envelhecimento lento [9].

O enchimento de tonéis novos com água fresca para inchá-los, também é considerado um tratamento, apesar de simples, pois as tábuas de madeira podem trincar, deformar os tonéis e acarretar vazamento [29].

Quadro 2. Aldeídos aromáticos quantificados em solução hidroalcoólica a 60% v/v com lascas de carvalho queimada

Componentes (ppm)	Temperatura de queima			
	100° C	150° C	200° C	Queima forte
Vanilina	1,1	3,8	13,5	2,8
Propiovanilona	0,6	1,1	1,4	0,9
Siringaldeído	0,1	3,8	32,0	9,2
Acetosiringona	---	0,025	1,5	0,6
Coniferaldeído	Traços	4,3	24,0	4,8
Ácido vanílico	---	1,8	6,1	1,1
Sinapaldeído	Traços	6,5	60,0	9,0

FONTE: NISHIMURA e MATSUYAMA, [24].

As condições em que os tonéis são armazenados tem influência direta sobre as transformações ocorridas durante a maturação. Philp, citado por DIAS [9], estudou a influência da temperatura e umidade sobre o envelhecimento de uísque e observou que alterações na umidade afetaram apenas o volume e o teor alcoólico. Já variações de temperatura no ambiente alteraram, além do volume e teor alcoólico, o pH, cor, sólidos, ácidos, aldeídos, fenóis, taninos e açúcares totais. A concentração de componentes secundários aumentou com a temperatura na ordem de 4% por ° C.

Bebidas envelhecidas a 9° C e em ambiente com umidade relativa de 73% por alguns anos apresentaram aroma mais fino, suave e agradável de que bebidas mantidas a temperaturas mais altas. A concentração de álcool na bebida estocada também influencia no desenvolvimento do aroma e sabor, pois a ação da mistura etanol-água é variável. NISHIMURA e MATSUYAMA [24] mediram os teores de extrato total e fenol total de lascas de carvalho em soluções com diferentes concentrações de etanol e observaram que o conteúdo de etanol ao redor de 60% é a concentração mais eficiente para que a bebida degrade os componentes da madeira (Quadro 3).

Quadro 3 – Extrato total e fenóis totais liberados de lascas de carvalho em misturas de etanol-água durante cinco meses

Conteúdo de Álcool (% v/v)	Extrato seco (%)	Fenólicos totais (mg/L)
20	6,31	62,5
40	7,44	74,8
60	7,68	78,8
80	6,53	66,3
100	3,70	38,5

FONTE: NISHIMURA e MATSUYAMA, [24].

Reações entre os compostos secundários formados durante a fermentação e destilação elevam os níveis de aldeídos voláteis, ésteres e ácidos totais durante o envelhecimento, diminuindo assim a agressividade das bebidas recém destiladas. Compostos derivados da lignina, como vanilina, siringaldeído e coniferaldeído, propiciam aroma e sabor característicos em bebidas alcoólicas envelhecidas, identificados em conhaques, uísque e rum [7, 9, 19]. Para NISHIMURA e MATSUYAMA [24] a formação de ácidos e aldeídos aromáticos derivados da lignina pode-se dar pela degradação da lignina pela flambagem ou queima da madeira durante a confecção dos toneis; pela

extração de monômeros presentes na madeira e pela etanólise da lignina, acentuada em meio ácido.

A identificação da idade de uma bebida envelhecida ainda é muito complexa, porém alguns autores sugerem que compostos fenólicos de baixo peso molecular, como vanilina, siringaldeído e ácido gálico, possam ser considerados como indicadores de bebidas envelhecidas. A diminuição do teor de metanol e o aumento dos teores de acetato de etila, acetaldeído e 1,1-diertoimetano podem caracterizar aguardentes com mais de 5 anos [8, 19].

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALMEIDA, R. [www.cachaca.com.br](http://www.cachaca.com.br) – 20/09/2000.
- [2] ALMEIDA, R. Discriminação e preconceito. **Drinking – Informativo do Mercado de Bebidas**. Ano 6, n. 16, 1997.
- [3] ALMEIDA, M.E.W., BARRETO, H.H.C. Álcoois superiores em aguardente de cana por cromatografia em fase gasosa. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 31, p. 117-124, 1971.
- [4] BOZA, Y., HORII, J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 391-396, 1998.
- [5] CARDELLO, H.M.A.B., FARIA, J.B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana de durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.
- [6] CHAVES, J.B.P.1998. **Manual Técnico CPT: Cachaça – Produção Artesanal de Qualidade, Viçosa**.
- [7] CLYNE, J., CONNER, J.M., PATERSON, A., PIGGOTT, P.J. The effect of cask charring on scotch whisky maturation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 28,p. 69-81, 1993.
- [8] DELGADO, T., GÓMEZCORDOVÉS, G., VOLLARROYA, B. Relationships between phenolic compounds of low molecular weight as indicators of the aging conditions and quality of brandies. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 4,: 342-345, 1990.
- [9] DIAS, S.M.B. Efeito de diferentes tipos de madeira sobre a composição química da aguardente de cana envelhecida. Belo Horizonte, 1997. 103p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- [10] FARIA, J.B. e POURCHET CAMPOS, M.A. Eliminação do cobre contaminante das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.) brasileiras. **Alimentos e Nutrição**, v. 1, p. 117-126, 1989.
- [11] FARIA, J.B. e LOURENÇO, E.J. Influência do cobre na composição das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 2, p. 93-100, 1990.
- [12] FARIA, J.B.; DELIZA, R.; ROSSI, E.A.. Compostos sulfurados e a qualidade das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 13, n. 1, p. 89-93, 1993.

- [13] FURTADO, S.M.B. Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana: influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas. Campinas, 1995. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [14] KAVET, R. e NAUSS, K. The toxicity of inhaled methanol vapors E-Background Burdens of Methanol and formate. **Critical Reviews Toxicology**, v. 21, n. 1, p. 21-50, 1990.
- [15] LIMA, U.A. Produção Nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados internos e externos. In: MUTTON, M.J.R., MUTTON, M.A. **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal, Editora Unesp, 1992 . p. 151-163.
- [16] LIMA, U.A.; Aguardentes. In: AQUARONE, E.; LIMA, U.A., BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983. V. 5, p.79-103.
- [17] LUCENA, V.G. O problema do cobre nas aguardentes. **Brasil Açucareiro**, v. 53, n. 6, p. 406-10, 1959.
- [18] MAIA, A.B.R.A., PEREIRA, AM., LIMA, C.A.A., CARVALHO, J.S., RINCON, R.G., CARVALHO, P.D., NELSON, D.L. Fermentação alcoólica semi-contínua destinada a produção de aguardente de cana. **Boletim SBCTA**, v. 25, n. 1, p. 33-36, 1991.
- [19] MAIA, A.B. Componentes secundários da aguardente. **STAB**, v. 12, n. 6, p. 29-34, 1994.
- [20] MARTINHO, D.B., SANTOS, S. Apoio governamental incentiva produção de cachaça. **Drinking – Informativo do Mercado de Bebidas**. Ano 6, n. 16, 1997.
- [21] MIRANDA, M.P., DANTAS, V.P., DEL CORRAL, F.S.D. Grau alcoólico e níveis de metanol em aguardentes do comércio (no Estado da Bahia). **Boletim SBCTA**, v. 26, n. 2, p. 104-107, 1992.
- [22] MORAIS, P.B; ROSA, V.R.; LINARDI, V.R.; PATARO, C.; MAIA, A.B.R.A. Short Communication: characterization and succession of yeast populations associated with spontaneous fermentation during the production of Brazilian sugar-cane *aguardente*. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 13, p. 241-243, 1997.

- [23] NASCIMENTO, R.F.; CARDOSO, D.R., LIMA NETO, B.S.; FRANCO, D.W. Determination of acids in brazilian sugar cane spirits and other alcoholic beverages by HRCG-SPE. **Chromatographia**, v. 48, n. 11/12, p. 751-757, 1998.
- [24] NISHIMURA, K., MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOT, J.R.; SHARP, R. DUNCAM, R.E.B. **The science and technology of whiskies**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. p. 235-63.
- [25] NÓBREGA, I.C.C. Características de qualidade de aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação. Viçosa, 1994. 67p. Dissertação (Mestrado). – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- [26] PATARO, C., SANTOS, A., CORREA, S.R., MORAIS, P.B., LINARDI, V.R., ROSA, C.A. Physiological characterization of yeasts isolated from artisanal fermentation in an *aguardente* distillery. **Revista de Microbiologia**, v. 29, p. 104-108, 1998.
- [27] PINTO, G.L. **Fabricação de Aguardente**. Informe técnico – UFV. Ano 7, n. 57, 16 p.,1991.
- [28] SILVA, C.A.B. (coord.). **Produção de aguardente de cana**. Série Perfis Agroindustriais, n. 4. Brasília: Ministério da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural. 30p, 1995.
- [29] SINGLETON, V.L. Maturation of wines and spirits: comparisons, facts, and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, n. 1, p. 98-115, 1995.
- [30] SOUZA, M.D.C.A., DEL MASTRO, 1999. Estudo comparativo de aguardentes de cana-de-açúcar irradiadas. **III Simpósio Latino-americano de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, 16-19 de novembro de 1999.
- [31] TEPHLY, T.R. & McMARTIN, K.E. Methanol metabolism and toxicity. In: STEGINK, L.D. & FILER JR., L.J. **Aspartame physiology and biochemistry**. New York, Marcel Dekker, 1984, p.111-39.
- [32] VARGAS, E.A. & GLORIA, M.B.. Qualidade da aguardente de cana (*Saccharum officinarum*, L.) produzida, comercializada e/ou engarrafada no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 1, p. 43-46, 1995.

# PERFIL SENSORIAL DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA

## RESUMO

Muitas bebidas destiladas mundialmente consumidas passam pelo processo de envelhecimento, e a espécie de madeira utilizada na confecção do tonel tem extrema influência no desenvolvimento sensorial da bebida a ser estocada. Mesmo assim, poucos são os estudos sobre a qualidade sensorial de aguardente de cana-de-açúcar envelhecida. Assim, o objetivo deste trabalho foi obter o perfil sensorial de aguardente de cana envelhecida em tonéis de angelim, jequitibá e carvalho, através da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Foram analisadas 10 amostras de aguardente por oito julgadores selecionados com base na capacidade de discriminação e repetibilidade. Através do método rede foram gerados atributos que melhor descrevessem as características de cada amostra. Por consenso do painel, os atributos analisados foram: aparência- viscosidade e cores amarela e marrom; aromas- alcoólico, madeira e melão de cana; gostos- amargo, ácido e doce; e sabores- alcoólico inicial e residual, madeira, melão de cana, adstringente e agressivo. A ANOVA mostrou existir diferença sensorial significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre as aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira e tempo de maturação em 11 atributos sensoriais. A aguardente envelhecida em angelim apresentou coloração marrom com o envelhecimento, diferenciando-se das demais madeiras, que apresentaram coloração amarela. A bebida envelhecida apresentou decréscimo de intensidade do aroma e sabor melão de cana nos primeiros quatro meses de estocagem e intensidade zero nos demais tempos. Com isso concluiu-se que as diferentes espécies de madeira e tempos de maturação foram responsáveis por bebidas com diferentes perfis sensoriais, sendo que o aroma e sabor melão de cana diminuíram de intensidade devido à incorporação de extratos de madeira que conferem aroma e sabor de madeira na aguardente.

**Palavras-chave:** aguardente de cana-de-açúcar, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), envelhecimento, qualidade sensorial.

## SENSORY PROFILE OF SUGAR -CANE SPIRIT STORED IN BARRELS MADE BY THREE WOOD SPECIES

### SUMMARY

Aging is an important part of the process of producing many spirits, and the wood species used for making barrels affects the sensory development of the spirit. Nevertheless, there are few studies on the sensory quality of aged sugar-cane spirits. The objective of this research was to obtain the sensory profile of sugar cane spirits aged in angelim, jequitibá and oak barrels, using the Quantitative Descriptive Analyses (QDA). Eight judges who were selected according to their discriminative powers and repeatability analyzed ten samples of spirits. Following the Kelly Repertory Grid method, the best attributes used for the evaluation of the spirits were: appearance (viscosity and yellow or brown colors); aroma (alcoholic, wood and cane molasses); taste (bitter, acid and sweet); and flavor (initial and residual alcoholic, wood, cane molasses, astringent ness and aggressiveness). Statistical analysis (ANOVA) showed significant difference ( $p \leq 0,01$ ) among the spirits aged in different wood species and time of maturation in eleven attributes. The spirits stored in angelim showed brown color and yellow color for the spirits stored in jequitibá and oak, with the time of maturation. Aging spirits decreased aroma and flavor of cane molasses in the first four stored months and no intensity in the rest. Different species of wood and time of maturation are responsible for spirits with different sensory profile, while aroma and flavor of cane molasses decreased intensity probably due incorporation of wood extracts that confer aroma and flavor of wood.

**Key words:** sugar-cane spirit, Quantitative Descriptive Analyses (QDA), aging, sensory quality.

## 1. INTRODUÇÃO

A aguardente de cana é uma bebida genuinamente brasileira, apreciada e consumida desde o século XVI. Atualmente atinge uma produção em torno de dois bilhões de litros/ano, da qual menos de 1% é exportada [2]. Esforços têm sido feitos para que a caninha brasileira tenha reconhecimento internacional.

A grande maioria das bebidas alcoólicas reconhecidas internacionalmente passa pelo processo de envelhecimento, como o uísque, o conhaque, o rum, os vinhos, dentre outras. A madeira tradicionalmente empregada na fabricação dos tonéis para o envelhecimento é o carvalho, madeira esta não cultivada no Brasil. O envelhecimento em tonéis de madeira influi diretamente na qualidade sensorial do produto. A aguardente nova, como qualquer bebida recém destilada, é transparente e possui sabor picante, aroma pungente e desagradável. Com algumas semanas de maturação, a bebida começa a apresentar mudanças agradáveis no aroma e sabor [8].

Segundo CARDELLO e FARIA [2], todas as etapas do preparo de bebidas fermento-destiladas são determinantes, e podem influenciar no desenvolvimento de aromas e sabores. Um grande número de reações químicas e bioquímicas produzem compostos fixos e voláteis, e muitos destes compostos irão agir posteriormente como produtores de aroma e sabor na bebida, mesmo após o envelhecimento.

Conhecer quais propriedades sensoriais caracterizam a aguardente de cana-de-açúcar recém destilada e envelhecida é fundamental para a obtenção de uma bebida de boa qualidade e aceitação. Métodos analíticos isolados não possibilitam avaliar satisfatoriamente estas propriedades. Com o objetivo de obter informações como essa, desenvolveu-se a Análise Sensorial, uma ciência cujo propósito é estudar como as reações às características dos alimentos são percebidas pelos sentidos, possibilitando ainda, identificar e quantificar essas características [3, 21].

Os primeiros estudos que deram origem à ciência sensorial partiram da área da psicologia e fisiologia, com o objetivo de entender o mecanismo e a sensibilidade dos sentidos com relação aos sabores. Por volta da década de 30, psicólogos conduziram pesquisas para mensurar a afetividade por

determinados produtos, e a confiança e validade de técnicas de escalas. A estatística contribuiu para a precocidade das avaliações sensoriais [21].

A Análise Sensorial possui aplicações ilimitadas, como por exemplo: no desenvolvimento de novos produtos, no melhoramento de produtos, na alteração de processos, na redução de custos ou substituição de nova fonte de matéria-prima, no controle de qualidade, na estabilidade dos produtos durante o armazenamento (shelf-life), na classificação de produtos, na aceitação ou em opiniões de consumidores, na seleção e treinamento de julgadores e na correlação entre avaliações sensoriais e medidas instrumentais [1, 5, 10, 12, 24, 26].

Os testes sensoriais são classificados de acordo com o critério de seleção de julgadores e as tarefas específicas, e são classificados como: testes afetivos, discriminatórios, descritivos e de qualidade. Dentre os principais métodos para testes descritivos disponíveis, atualmente, estão: Análise de Perfil de Sabor, Análise de Perfil de Textura, Análise Descritiva Quantitativa e Perfil Livre [13, 23, 24].

De acordo com Stone e Sidel, citado por DELLA LÚCIA [6], no método de Análise Descritiva Quantitativa – ADQ – a quantificação é realizada em dois níveis: primeiro por intermédio de uma técnica apropriada de mensuração, geralmente utilizando escalas não estruturadas de 15 cm (6 in), e segundo, por meio da obtenção de repetidos julgamentos, para estabelecer a confiabilidades dos julgadores. Este método requer um painel treinado de seis a doze julgadores e possui basicamente as seguintes etapas: recrutamento de candidatos a julgadores, pré-seleção de julgadores, levantamento dos termos descritivos, treinamentos dos julgadores, teste preliminar, seleção dos julgadores, procedimento do teste ADQ, tabulação e análise dos resultados.

Os voluntários a participar do teste sensorial devem apresentar disponibilidade de tempo para as sessões de treinamento e avaliação das amostras, estarem motivados e interessados a participar do trabalho, apresentar capacidade para discriminar e quantificar as características sensoriais do alimento em estudo. Devem ser indivíduos que consomem o produto com média ou alta frequência, pois são mais sensíveis que “consumidores infreqüentes” [5, 26, 27].

Para selecionar candidatos com o perfil descrito acima, utiliza-se um questionário com perguntas sobre gostar ou não do produto em análise, disponibilidade de tempo, além de verificar a familiaridade com termos descritivos e capacidade de utilização de escalas, seguido de uma série de testes discriminatórios. São selecionados candidatos com porcentagem de acerto acima de um valor estipulado, dependendo do grau de dificuldade da diferenciação entre as amostras utilizadas para o teste [5, 13, 15, 26].

As etapas de levantamento de atributos e treinamento são importantíssimas para um bom desenvolvimento da ADQ. Na prática são etapas conjuntas, pois no momento em que os julgadores apontam quais os possíveis termos que melhor descreverão o produto em análise, já está sendo iniciado o treinamento. Para o levantamento dos atributos são recomendados quatro métodos: descrição entrecruzada (método rede), discussão aberta com moderador, associação controlada e lista prévia [5, 15].

O aspecto fundamental de qualquer seqüência de treinamento é fornecer um trabalho estruturado para aprendizagem, tomando por base fatos demonstrativos, e permitir aos julgadores crescimento em habilidade e confiança. Treinar um indivíduo para avaliação sensorial consiste em fazê-lo fornecer respostas apropriadas, através do uso de escalas de intensidades, e ter consciência das características presentes no produto em particular. Para isso, são utilizados materiais de referência e amostras do produto a ser avaliado [7, 13, 22].

A equipe de julgadores é o instrumento utilizado na análise sensorial, e como a qualidade de resultados depende da eficiência do instrumento utilizado, a seleção dos julgadores que farão parte da equipe é de fundamental importância. Assim sendo, após o treinamento, por intermédio de um teste preliminar, seleciona-se os julgadores considerando o poder de discriminação e reprodutibilidade de cada indivíduo [3, 5].

A Análise Descritiva Quantitativa apesar de ser um método muito aplicado na caracterização sensorial de alimentos e bebidas, foi utilizada em poucos estudos que visavam caracterizar aguardente de cana-de-açúcar. FURTADO [9] utilizou a Análise Descritiva Quantitativa para caracterizar aguardente de cana recém destilada de forma fracionada e não fracionada e aguardentes comerciais. CARDELLO e FARIA [2] utilizaram este mesmo

método para obter o perfil sensorial de aguardente de cana envelhecida em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.) durante 48 meses.

Em contrapartida, são muitos os estudos utilizando a ADQ para caracterizar bebidas destiladas internacionalmente consumidas. PIGGOTT e JARDINE [18] registraram 35 termos para amostras de uísque com diferentes espécies de envelhecimento. CLYNE et al. [4] utilizaram uma lista de 24 termos descritivos para um painel treinado de 20 julgadores avaliarem amostras de uísque envelhecidas em tonéis de carvalho branco americano carbonizado e não carbonizado. HEYMANN e NOBLE [11] obtiveram 17 termos descritivos para avaliar amostras de vinho.

MECREDY et al. [14] utilizaram a análise descritiva quantitativa para levantar o perfil sensorial de cerveja, que apesar de não ser um exemplo de bebida destilada, é mundialmente consumida. Foram utilizados 9 termos descritivos para avaliação de 5 cervejas. Um painel com 14 julgadores foi treinado para avaliar as amostras, utilizando uma escala não estruturada de 15 cm ancoradas com os termos 'fraco' e 'forte' para todos os atributos levantados.

Com o objetivo de obter mais informações sensoriais de aguardente de cana envelhecida realizou-se este trabalho, buscando obter o perfil sensorial de aguardente de cana-de-açúcar durante o envelhecimento por um período de um ano em tonéis de madeiras brasileiras e de carvalho, utilizando para isso a Análise Descritiva Quantitativa.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material experimental

Foram adquiridos 200 L de aguardente de cana-de-açúcar recém destilada da marca Velha Aroeira (premiada em festivais) e distribuídos em tonéis de madeira com capacidade de 30 L cada. Utilizou-se madeira de três espécies: angelim vermelho (*Dinizia excelsa*), carvalho (*Quercus alba*) e jequitibá (*Cariniana rubra*). A espécie de cada madeira foi identificada pelo Laboratório de Dendrologia – Departamento Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa.

Para a confecção dos tonéis foram utilizadas madeiras reaproveitadas, que foram uniformizadas em desengrossadeira. As madeiras nacionais foram obtidas da região Norte do país e o carvalho foi importado da Europa. Os tonéis utilizados no experimento foram completados com aguardente e fez-se ambiência durante cinco dias. Após este tempo o líquido foi descartado e nova aguardente foi acondicionada nos tonéis.

Como local de envelhecimento foi utilizada a fabrica piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos e os tonéis foram estocados verticalmente.

### 2.2. Metodologia

O método de avaliação sensorial utilizado para levantar o perfil sensorial da aguardente de cana-de-açúcar foi a Análise Descritiva Quantitativa – ADQ, tendo por objetivo, descrever e quantificar o efeito do envelhecimento da aguardente de cana recém destilada em tonéis de diferentes espécies de madeira durante um ano de maturação.

#### 2.2.1. Preparo e apresentação das amostras

Nas avaliações foram utilizadas 10 diferentes amostras: aguardente recém destilada e aguardente envelhecida durante quatro, oito e 12 meses em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá. As aguardentes retiradas nos diferentes tempos de envelhecimento foram acondicionadas em garrafas de vidro e armazenadas em um freezer a 0° C.

A avaliação de aroma e sabor foi realizada em cabinas individuais com utilização de iluminação vermelha, e as amostras servidas em xícaras de porcelana de interior negro para mascarar possíveis diferenças na aparência. A avaliação da aparência foi realizada fora da cabina com iluminação natural, e as amostras apresentadas em copos de vidro, logo após a avaliação de aroma e sabor.

### 2.2.2. Recrutamento e pré-seleção de julgadores

Foram distribuídos 45 questionários para candidatos voluntários a compor a equipe sensorial. Assim, 30 candidatos foram recrutados com base na disponibilidade de tempo, habilidade para utilização de escalas e definição de termos descritivos, além de se apresentarem interessados em participar da equipe e gostar de aguardente de cana.

Para a etapa de pré-seleção dos julgadores foi utilizado teste discriminatório para verificar a acuidade sensorial de cada candidato. Foram utilizadas duas amostras de aguardentes de marcas comerciais diferentes e selecionados os candidatos a julgadores que apresentaram um mínimo de 50% de acerto nas quatro sessões de testes triangulares [5, 16].

### 2.2.3. Levantamento da terminologia descritiva e treinamento

Para que os julgadores se familiarizassem com a terminologia a ser empregada, foi apresentada uma lista contendo 25 atributos, como mostra o Quadro 1 [2, 9].

Quadro 1. Lista com termos descritivos de aguardente de cana-de-açúcar

TERMOS DESCRITIVOS		
Coloração amarela	Aroma de melação de cana fermentado	Doçura inicial
Aroma alcoólico	Aroma de compostos orgânicos	Doçura residual
Aroma de madeira	Sabor alcoólico	Gosto doce
Aroma de baunilha	Sabor alcoólico inicial	Gosto ácido
Aroma de melação de cana	Sabor alcoólico residual	Gosto amargo
Aroma de erva	Sabor de madeira	Sabor de erva
Aroma de frutas	Sabor de madeira inicial	Sabor encorpado
Aroma de perfume	Sabor de madeira residual	Sabor adstringente
Agressividade		

FONTE: CARDELLO e FARIA, [2] e FURTADO, [9].

O método rede foi utilizado com o intuito de gerar termos descritivos. As amostras foram apresentadas aos pares e foi solicitado aos julgadores que descrevessem similaridades e diferenças entre cada par de amostras. Para este método foram utilizadas quatro diferentes amostras: aguardente de cana recém-destilada e aguardente de cana envelhecida durante 4 meses em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

Após ser obtida uma ampla lista de termos descritivos, foram identificados os termos sinônimos e por consenso chegou-se a uma lista definitiva de atributos, que passou a fazer parte da ficha de avaliação final.

A etapa de levantamento de atributos pode ser considerada como o início do treinamento, pois nesta fase já são apresentadas aos julgadores amostras referências para exemplificar os atributos por eles levantados e apresentar as intensidades extremas que essas características podem aparecer nas amostras em análise.

#### **2.2.4. Seleção de julgadores**

Os candidatos a julgadores realizaram um teste piloto, onde avaliaram duas amostras (aguardente recém destilada e envelhecida durante 4 meses em tonel de carvalho) em três repetições, utilizando a ficha de avaliação final.

Com os resultados do teste preliminar, foi realizada análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (repetição e amostra) para cada atributo, para cada um dos julgadores. Foram dispensados os julgadores que apresentaram probabilidade para F amostra  $> 0,50$  e F repetição  $\leq 0,05$  [19].

#### **2.2.5. Avaliação das amostras**

Foram selecionados oito julgadores treinados para avaliação final das amostras de aguardente de cana. Para garantir aleatoriedade na forma de apresentação das amostras e que todos os julgadores avaliassem todas as combinações possíveis de amostras sem saturar seu paladar, as 10 aguardentes foram apresentadas duas a duas. Todas as amostras foram avaliadas em nove repetições, à exceção da aguardente envelhecida em angelim por 12 meses que foi avaliada em três repetições. Os tratamentos foram dispostos na aguardente na forma de fatorial 3x3 (três tipos de madeira e três tempos de envelhecimento) mais a aguardente recém destilada (tempo zero).

### 2.2.6. Análise dos resultados

Com os escores obtidos na análise descritiva quantitativa foi realizada análise de variância (ANOVA) adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos no esquema de parcelas subdivididas em nove repetições. Os tratamentos das parcelas constituíram um fatorial 3x8 (3 tipos de madeira e 8 julgadores), enquanto os três tempos de envelhecimento, as subparcelas.

É importante ressaltar que se trata de uma análise com dados desbalanceados, pois a aguardente envelhecida em angelim por 12 meses foi avaliada em apenas três repetições. Além disso, os dados da aguardente recém destilada não participaram da análise de variância. O esquema geral da ANOVA está apresentado a seguir:

Quadro 2. Esquema da ANOVA<sup>1</sup>

<b>FV</b>	<b>GL</b>
Tmad.	2
Julg.	7
Tmad*julg.	14
Resíduo (a)	192
Tempo	2
Tmad*tempo	4
Resíduo (b)	378

<sup>1</sup> Adotou-se a soma de quadrado tipo três [20].

Para avaliar o efeito do tempo de envelhecimento da aguardente sobre os atributos sensoriais, foram ajustadas equações de regressão e, neste caso, os dados da aguardente recém destilada (tempo 0) foram considerados. As análises estatísticas foram efetuadas por programas do pacote estatístico SAS [20]. Gráficos radiais foram construídos com o objetivo de visualizar o perfil sensorial das amostras.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Pré-seleção de julgadores e levantamento de atributos

Dos 30 candidatos que foram recrutados através do questionário, 18 foram selecionados para participarem do desenvolvimento de terminologia descritiva para aguardente de cana-de-açúcar, por atingirem um mínimo de 50% de acerto nos testes triangulares.

Na etapa de levantamento de atributos foi utilizado o método rede, em que se obteve uma ampla lista. Por consenso da equipe, termos sinônimos foram retirados e chegou-se a uma lista com 15 termos que melhor caracterizavam as amostras de aguardente. Também foram definidas pelos julgadores, com a ajuda do líder da equipe, as amostras que serviriam de referência durante toda a avaliação, bem como a definição de cada termo descritor (Quadro 3).

#### 3.2. Seleção dos julgadores

Para verificar o desempenho dos julgadores e a eficiência do treinamento foi realizado um teste preliminar, em que se avaliaram duas amostras de aguardente que se diferenciavam na maioria das características sensoriais. As avaliações foram realizadas em cabinas individuais.

A capacidade discriminatória e a repetibilidade de cada julgador foi analisada por ANOVA, para cada atributo. Foram dispensados os julgadores que apresentaram probabilidade para F amostra  $> 0,50$  ou F repetição  $\leq 0,05$  em mais de três atributos. Julgadores que apresentaram problemas em menos de três atributos foram retreinados e reavaliados.

Apesar de 18 julgadores terem participado da etapa de treinamento e levantamento de atributos, apenas 12 realizaram o teste piloto para seleção da equipe sensorial final. De acordo com os valores de probabilidade para F amostra e F repetição (Quadros 4 e 5), foram selecionados 8 julgadores: 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 12.

Quadro 3. Lista de termos descritivos com as respectivas definições e materiais de referencia

ATRIBUTOS	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
Cor amarela	Coloração amarela característica de aguardente envelhecida	<u>Nenhuma</u> : aguardente recém destilada – ARD
Cor marrom	Cor marrom característica de chá mate	<u>Escura</u> : ARD adicionada de solução amarelo tartrazina <u>Nenhuma</u> : aguardente recém destilada
Viscosidade	Resistência ao deslocamento de um líquido	<u>Escura</u> : chá mate <u>Pouca</u> : aguardente recém destilada com 10º GL
Aroma alcóolico	Aroma característico de etanol	<u>Muita</u> : ARD com 54º GL adicionada de mel <u>Fraca</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
Aroma de madeira	Aroma característico de aguardente envelhecida em tonel de carvalho	<u>Forte</u> : aguardente de cana recém destilada com 54º GL <u>Nenhum</u> : aguardente recém destilada
Aroma de melão de cana	É o aroma característico de caldo de cana de açúcar	<u>Forte</u> : aguardente envelhecida 36 meses em carvalho <u>Nenhum</u> : aguardente envelhecida 36 meses em carvalho
Gosto ácido	Gosto associado ao ácido cítrico, característico de frutas cítricas	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de caldo de cana <u>Fraca</u> : aguardente recém destilada com 30 GL
Gosto amargo	Gosto associado a quinina, característico de água tônica	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de ácido cítrico <u>Nenhum</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
Gosto doce	É o gosto associado a sacarose	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de solução de quinina 0,2% <u>Nenhum</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
Sabor alcóolico inicial	Sabor de álcool percebido no instante que a amostra entra em contato com a mucosa oral	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de açúcar refinado <u>Fraca</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
Sabor alcóolico residual	Sabor de álcool que permanece por um período de tempo após a ingestão	<u>Forte</u> : aguardente recém destilada com 54º GL <u>Fraca</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
Sabor de madeira	Sabor característico de aguardente envelhecida em tonéis de carvalho	<u>Forte</u> : aguardente recém destilada com 54º GL <u>Nenhum</u> : aguardente recém destilada
Sabor de melão de cana	Sabor característico do caldo de cana de açúcar	<u>Forte</u> : aguardente envelhecida 36 meses em carvalho <u>Nenhum</u> : aguardente envelhecida 36 meses em carvalho
Sabor adstringente	Sensação de secura na mucosa oral, semelhante àquela causada de forma intensa por caqui e banana, verdes	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de caldo de cana <u>Nenhum</u> : aguardente recém destilada com 30 GL
Sabor agressivo	Impacto agressivo de sabor inicial associado ao etanol.	<u>Forte</u> : ARD com 30º GL adicionada de ácido tânico <u>Fraca</u> : aguardente recém destilada com 30º GL
		<u>Forte</u> : aguardente recém destilada com 54º GL

Quadro 4. Valores de probabilidade (p) de F amostra para cada julgador avaliando poder discriminatório em todos os termos descritivos de aguardente

Atributos	Julgadores											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAMA	0,005	0,002	0,003	0,000	0,004	0,002	0,004	0,017	0,000	0,001	0,035	0,002
CMAR	0,423	0,000	0,184	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VISC	0,045	0,094	0,201	0,246	0,040	0,748 *	0,425	0,019	0,459	0,514 *	0,199	0,093
AALC	0,396	0,492	0,020	0,364	0,059	0,020	0,161	0,435	0,447	0,307	0,574 *	0,313
AMAD	0,021	0,830 *	0,082	0,315	0,089	0,001	0,434	0,096	0,287	0,079	0,532 *	0,041
AMEL	0,022	0,430	0,061	0,423	0,062	0,114	0,000	0,017	0,015	0,115	0,742 *	0,237
GACI	0,054	0,754 *	0,423	0,428	0,258	0,035	0,264	0,012	0,124	0,580 *	0,642 *	0,423
GAMA	0,003	0,331	0,027	0,409	0,009	0,245	0,189	0,012	0,229	0,423	0,561 *	0,185
GDOC	0,373	0,487	0,020	0,298	0,442	0,096	0,122	0,011	0,074	0,381	0,337	0,331
SAINI	0,000	0,695 *	0,050	0,471	0,015	0,498	0,036	0,018	0,208	0,273	0,336	0,355
SARES	0,452	0,529 *	0,373	0,431	0,188	0,118	0,170	0,388	0,319	0,498	0,488	0,015
SMAD	0,005	0,640 *	0,275	0,296	0,361	0,008	0,154	0,045	0,038	0,130	0,349	0,103
SMEL	0,047	0,612 *	0,042	0,423	0,009	0,025	0,504	0,003	0,072	0,483	0,154	0,215
SADST	0,369	0,423	0,141	0,377	0,364	0,055	0,423	0,062	0,227	0,067	0,491	0,487
SAGRE	0,435	0,555 *	0,256	0,412	0,264	0,165	0,043	0,162	0,338	0,467	0,363	0,053

\* julgadores com valores de probabilidade de F amostra > 0,50

CAMA – cor amarela, CMAR – cor marrom, VISC – viscosidade, AALC – aroma alcoólico, AMAD – aroma de madeira, AMEL – aroma de melado de cana, GACI – gosto ácido, GAMA – gosto amargo, GDOC – gosto doce, SAINI – sabor alcoólico inicial, SARES – sabor alcoólico residual, SMAD – sabor de madeira, SAMEL – sabor melado de cana, SADST – sabor adstringente, SAGRE – sabor agressivo.

Quadro 5. Valores de probabilidade (p) de F repetição para cada julgador avaliando repetibilidade em todos os termos descritivos de aguardente

Atributos	Julgadores											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CAMA	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
CMAR	0,500	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VISC	0,287	0,404	0,061	0,166	0,368	0,832	0,538	0,064	0,549	0,045 *	0,113	0,500
AALC	0,097	0,473	0,716	0,598	0,406	0,628	0,110	0,475	0,396	0,423	0,914	0,956
AMAD	0,179	0,942	0,276	0,989	0,863	0,202	0,469	0,415	0,518	0,500	0,434	0,176
AMEL	0,347	0,463	0,650	0,500	0,500	0,371	0,500	0,250	0,490	0,225	0,624	0,500
GACI	0,996	0,397	0,225	0,843	0,309	0,022 *	0,188	0,946	0,866	0,164	0,882	0,939
GAMA	0,729	0,053	0,471	0,380	0,499	0,555	0,805	0,500	0,230	0,500	0,723	0,500
GDOC	0,581	0,759	0,158	0,179	0,554	0,794	0,813	0,456	0,089	0,457	0,429	0,301
SAINI	0,113	0,628	0,382	0,972	0,404	0,327	0,164	0,438	0,862	0,359	0,281	0,330
SARES	0,863	0,372	0,059	0,768	0,322	0,465	0,352	0,433	0,684	0,549	0,083	0,201
SMAD	0,133	0,996	0,296	0,949	0,792	0,850	0,985	0,547	0,572	0,500	0,238	0,428
SMEL	0,634	0,530	0,643	0,500	0,500	0,613	0,638	0,371	0,293	0,146	0,318	0,500
SADST	0,821	0,570	0,353	0,241	0,073	0,414	0,939	0,342	0,422	0,500	0,563	0,614
SAGRE	0,875	0,548	0,402	0,985	0,539	0,594	0,401	0,479	0,928	0,567	0,251	0,286

\* julgadores com valores de probabilidade de F repetição  $\leq 0,05$

CAMA – cor amarela, CMAR – cor marrom, VISC – viscosidade, AALC – aroma alcoólico, AMAD – aroma de madeira, AMEL – aroma de melação de cana, GACI – gosto ácido, GAMA – gosto amargo, GDOC – gosto doce, SAINI – sabor alcoólico inicial, SARES – sabor alcoólico residual, SMAD – sabor de madeira, SMEL – sabor melação de cana, SADST – sabor adstringente, SAGRE – sabor agressivo.

### 3.3. Avaliação das amostras de aguardente de cana

Para avaliar se existem diferenças sensoriais significativas entre as aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira e em diferentes tempos de envelhecimento foi realizada análise de variância (ANOVA) com os escores de cada atributo sensorial. Os dados obtidos para os atributos aroma e sabor melão de cana e cores amarela e marrom não participaram da ANOVA, por não atender a pressuposição de homogeneidade de variância requerida para se realizar este teste. O Quadro 6 apresenta o resumo da análise.

Avaliando a fonte de variação interação tipo de madeira versus julgador, verificou-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para todos os atributos. Desta forma, o valor de F para tipo de madeira e julgador foi recalculado utilizando como resíduo o quadrado médio da interação (t<sub>mad\*judg</sub>), conforme recomendado por STONE e SIDEL [25].

Como os tratamentos apresentaram-se esquematizados na forma de parcelas subdivididas, foi avaliada a interação entre as fontes de variação tempo de envelhecimento e tipo de madeira. Verificou-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) nos atributos aroma alcoólico, gostos ácido, amargo e doce, sabores alcoólico inicial, alcoólico residual e agressivo. Desta forma, foram ajustadas equações lineares e quadráticas para cada tipo de madeira, adicionando os dados da amostra recém destilada, para a obtenção de um melhor ajustamento. Os atributos viscosidade, sabor adstringente, aroma e sabor de madeira apresentaram interação não significativa ( $p > 0,01$ ) entre estas fontes de variação, assim, foram ajustadas as equações lineares e quadráticas para cada um destes atributos adicionando, também, os dados da amostra recém destilada.

Quadro 6. Resumo da ANOVA dos escores de 11 atributos sensoriais de aguardente

Atributo	FV	GL	QM	Prob. > F	
				Teste com Resíduo	Teste com Interação
Viscosidade	Tmad.	2	130,85	0,0001	0,0001
	Julg.	7	9,65	0,0001	0,0869
	Tmad.*Julg.	14	4,18	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,72		
	Tempo	2	25,60	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	1,65	0,0595	
	Resíduo b	378	0,72		
Aroma Alcoólico	Tmad.	2	54,89	0,0001	0,0001
	Julg.	7	87,79	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	2,80	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,85		
	Tempo	2	47,32	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	5,22	0,0002	
	Resíduo b	378	0,91		
Aroma de Madeira	Tmad.	2	69,52	0,0001	0,0023
	Julg.	7	116,95	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	7,22	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,83		
	Tempo	2	46,55	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	1,66	0,1560	
	Resíduo b	378	0,99		
Gosto ácido	Tmad.	2	47,86	0,0001	0,0008
	Julg.	7	252,43	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	3,87	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,91		
	Tempo	2	10,12	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	11,31	0,0001	
	Resíduo b	378	1,04		
Gosto amargo	Tmad.	2	433,14	0,0001	0,0001
	Julg.	7	93,94	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	8,91	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,54		
	Tempo	2	76,29	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	34,28	0,0001	
	Resíduo b	378	0,70		
Gosto doce	Tmad.	2	108,92	0,0001	0,0001
	Julg.	7	105,60	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	5,04	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,59		
	Tempo	2	30,57	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	20,48	0,0001	
	Resíduo b	378	0,86		

Quadro 6. Continuação...

Atributo	FV	GL	QM	Prob. > F	
				Teste com Resíduo	Teste com Interação
Sabor Alcoólico Inicial	Tmad.	2	43,26	0,0001	0,0004
	Julg.	7	92,20	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	3,05	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,73		
	Tempo	2	37,54	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	10,24	0,0001	
	Resíduo b	378	0,82		
Sabor Alcoólico Residual	Tmad.	2	37,35	0,0001	0,0009
	Julg.	7	244,38	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	3,12	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,84		
	Tempo	2	15,45	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	8,92	0,0001	
	Resíduo b	378	0,88		
Sabor de Madeira	Tmad.	2	56,17	0,0001	0,0001
	Julg.	7	147,49	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	2,30	0,0004	
	Resíduo (a)	192	0,78		
	Tempo	2	32,09	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	1,89	0,0709	
	Resíduo b	378	0,87		
Sabor Adstringente	Tmad.	2	28,38	0,0001	0,0077
	Julg.	7	335,84	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	4,04	0,0001	
	Resíduo (a)	192	1,07		
	Tempo	2	21,50	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	1,49	0,1547	
	Resíduo b	378	0,89		
Sabor Agressivo	Tmad.	2	42,37	0,0001	0,0049
	Julg.	7	98,01	0,0001	0,0001
	Tmad.*Julg.	14	5,31	0,0001	
	Resíduo (a)	192	0,82		
	Tempo	2	22,72	0,0001	
	Tempo*Tmad.	4	9,40	0,0001	
	Resíduo b	378	1,00		

As equações da regressão para o tempo de envelhecimento dos atributos viscosidade, sabor adstringente, aroma e sabor de madeira, mostra uma tendência de aumento de intensidade destes atributos com o tempo (Figura 1 e 2). Esta é uma tendência natural, já que no envelhecimento ocorrem migrações de componentes da madeira à bebida armazenada em tonéis, como óleos voláteis, substâncias tânicas, açúcares e glicerol, ácidos orgânicos não voláteis e esteróides, que acarretam aumento de viscosidade da bebida, além de conferirem sabor adstringente (principalmente ácidos tânicos) e, aroma e sabor de madeira (especialmente óleos voláteis específicos de cada espécie de madeira) [4, 17].

O gosto amargo foi uma característica peculiar da aguardente envelhecida em angelim, que apresentou aumento de intensidade durante todo o tempo de envelhecimento. Na bebida envelhecida em carvalho e jequitibá também foi identificado gosto amargo, porém em intensidade muito menor que na bebida envelhecida em angelim. No carvalho houve uma tendência de acréscimo de intensidade até o oitavo mês, e um ligeiro decréscimo entre o oitavo e 12<sup>o</sup> meses de envelhecimento. No jequitibá o gosto amargo apresentou aumento de intensidade até o quarto mês e ligeiro decréscimo até o 12<sup>o</sup> mês de envelhecimento, como se pode verificar na Figura 3.

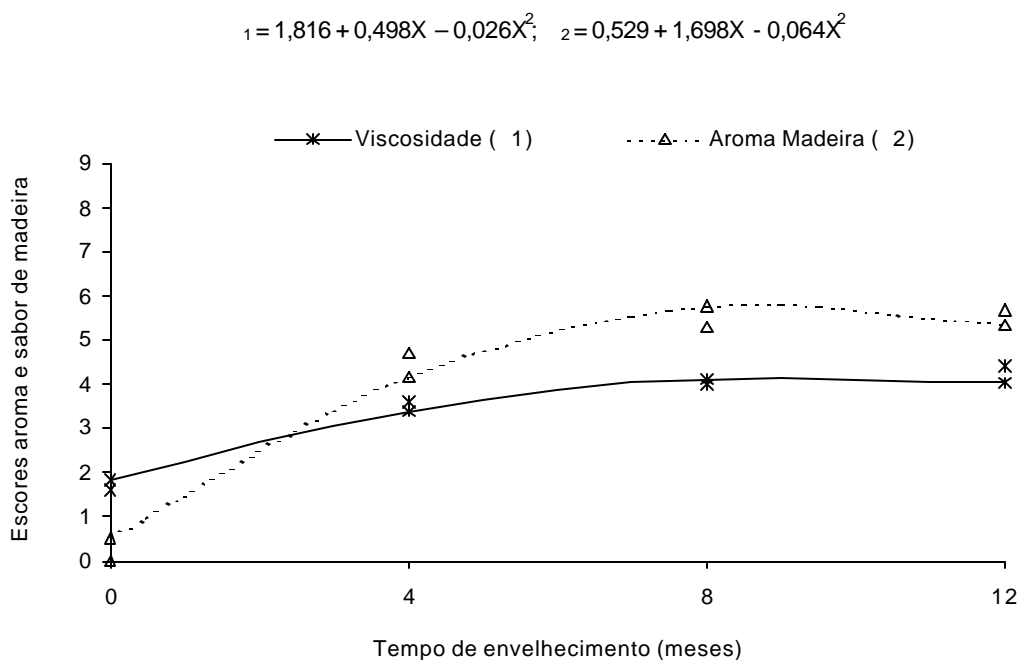


Figura 1. Médias, curvas e equações representativas dos atributos viscosidade e aroma de madeira de aguardente envelhecida.

$$_3 = 0,532 + 1,351X - 0,078X^2; \quad _4 = 0,933 + 0,694X - 0,038X^2$$

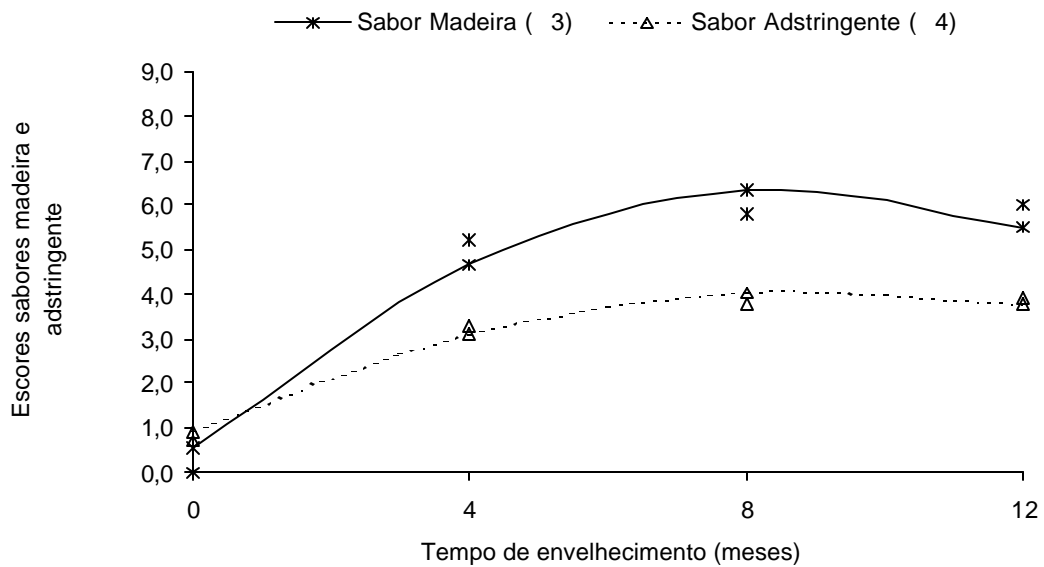


Figura 2. Curvas e equações representativas dos atributos sabores de madeira e adstringente de aguardente envelhecida.

$$_1 = 0,424 + 0,950X - 0,041X^2; \quad _2 = 0,214 + 0,433X - 0,026X^2; \quad _3 = 0,363 + 0,149X - 0,013X^2$$

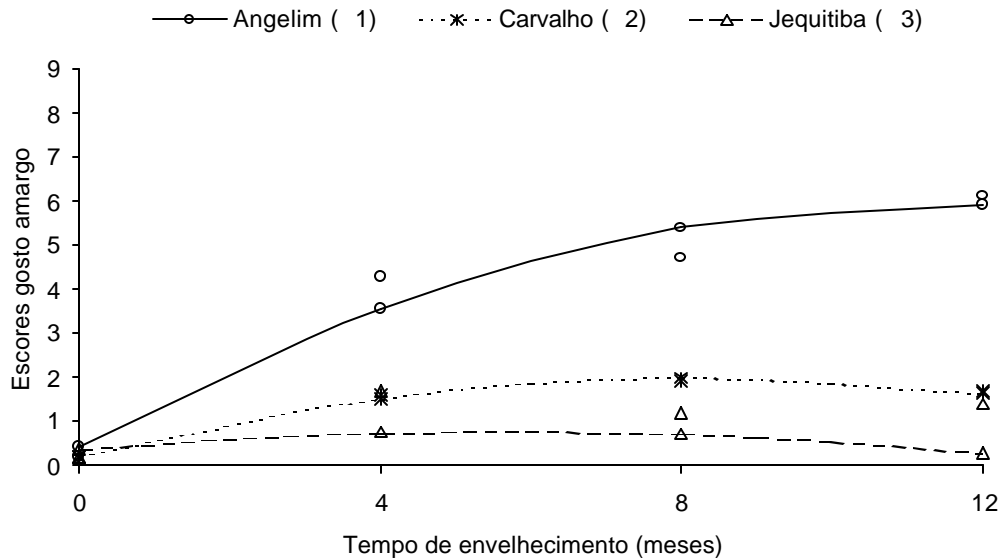


Figura 3. Curvas e equações representativas do atributo gosto amargo de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

A característica gosto doce também foi responsável pela diferenciação dos perfis sensoriais para as diferentes madeiras (Figura 4). Na aguardente envelhecida em angelim o gosto doce apresentou decréscimo ao longo do tempo de estocagem, mostrando que os componentes retirados desta espécie de madeira não são responsáveis por conferir este gosto, mas sim, o gosto amargo, como visto anteriormente.

A aguardente envelhecida em jequitibá apresentou acréscimo de 38% de intensidade do gosto doce em relação à aguardente recém destilada, porém apresentou um decréscimo entre oito e 12 meses de envelhecimento. Os componentes extraídos do jequitibá conferem gosto doce à bebida estocada nesta espécie de madeira, porém houve uma diminuição de intensidade deste atributo entre o oitavo e décimo segundo meses, que, provavelmente, ocorreu devido a uma ligeira perda de líquido ocorrida no final da estocagem.

Já a aguardente envelhecida em carvalho apresentou aumento de intensidade do gosto doce durante todo o tempo de estocagem, ou seja, esta espécie de madeira também é responsável em conferir gosto doce a bebidas nela estocada. CLYNE [4], CARDELLO e FARIA [2] obtiveram resultados semelhantes em seus estudos, onde avaliaram envelhecimento de uísque em tonéis de carvalho carbonizado e não carbonizado e envelhecimento de aguardente de cana-de-açúcar em tonel de carvalho durante 48 meses, respectivamente.

O atributo sensorial gosto ácido apresentou uma ligeira tendência de aumento de intensidade com o tempo de envelhecimento na aguardente estocada em carvalho e jequitibá (Figura 5). Já a bebida envelhecida em angelim apresentou decréscimo na intensidade a partir do oitavo mês de estocagem, provavelmente devido a grande perda de líquido ocorrida durante os 12 meses de envelhecimento.

$$_1 = 2,807 - 0,103X; \quad _2 = 2,817 - 0,091X; \quad _3 = 2,614 + 0,333X - 0,019X^2$$

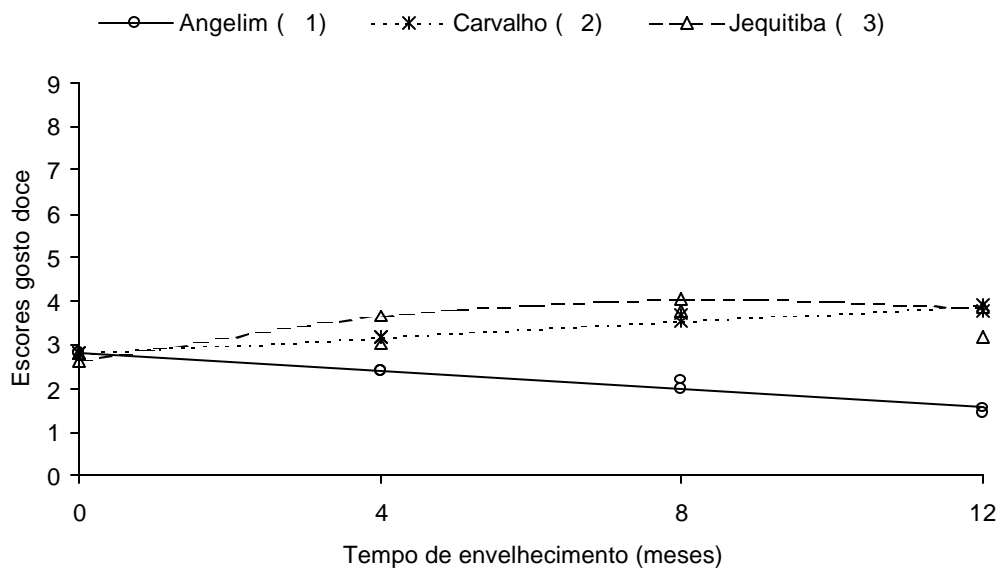


Figura 4. Curvas e equações representativas do atributo gosto doce de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

$$_1 = 3,899 + 0,148X - 0,022X^2; \quad _2 = 3,959 + 0,166X - 0,010X^2; \quad _3 = 3,928 + 0,034X$$

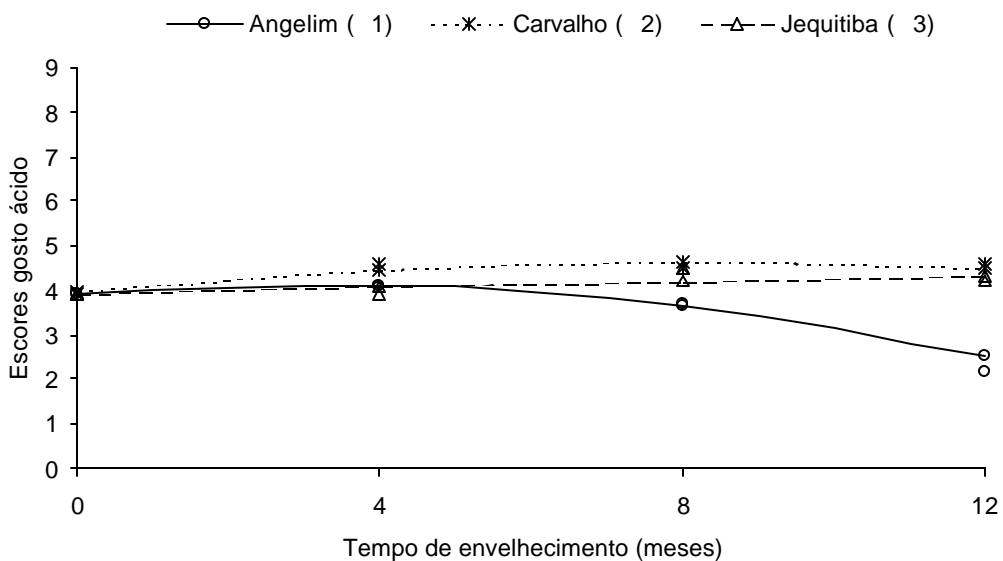


Figura 5. Curvas e equações representativas do atributo gosto ácido de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

Os atributos aroma alcoólico, sabor agressivo, sabor alcoólico inicial e residual apresentaram diminuição em sua intensidade com o tempo de envelhecimento na aguardente estocada em angelim, carvalho e jequitibá, sendo a envelhecida em angelim a que apresentou maior diminuição na intensidade destas características. A aguardente envelhecida em carvalho apresentou um pequeno acréscimo na intensidade do aroma alcoólico e dos sabores alcoólico inicial e residual entre o oitavo e 12º meses de estocagem. Tanto a bebida envelhecida em carvalho, quanto em jequitibá, apresentaram um ligeiro aumento de intensidade do sabor agressivo. Estas variações de intensidade nos atributos acima citados estão relacionadas às alterações de umidade e temperatura durante o período de envelhecimento, bem como a perda de líquido em alguns tonéis.

CARDELLO e FARIA [2] observaram tendência de decréscimo destas características sensoriais em aguardente envelhecida em tonel de carvalho durante 48 meses de maturação. A diminuição do teor alcoólico em bebidas estocadas em tonéis de madeira é natural, dependendo das condições ambientais de estocagem, e está diretamente relacionado com a diminuição da intensidade do aroma alcoólico, sabor agressivo, sabor alcoólico inicial e residual.

A diminuição da percepção da intensidade destes atributos também pode estar relacionada às características sensoriais como aroma e sabor de madeira, gostos ácido, amargo e doce, que mascarariam a presença dos demais atributos sensoriais. Nas Figuras 6 a 9 tem-se a variação da intensidade dos atributos aroma alcoólico, sabor agressivo, sabor alcoólico inicial e residual, respectivamente.

$$_1 = 6,015 - 0,423X + 0,013 X^2; \quad _2 = 6,096 - 0,363X - 0,019X^2; \quad _3 = 6,062 - 0,167X$$

—○— Angelim ( 1)    -·-·-·\*-- Carvalho ( 2)    - -△- - Jequitiba ( 3)

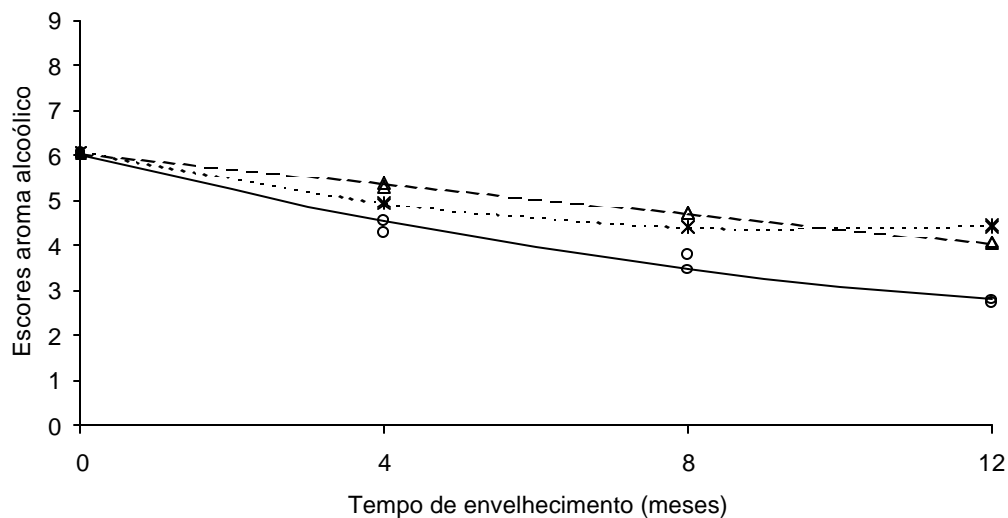


Figura 6. Curvas e equações representativas do atributo aroma alcoólico de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

$$_1 = 5,633 - 0,247X; \quad _2 = 5,784 - 0,344X - 0,020X^2; \quad _3 = 5,811 - 0,254X + 0,009 X^2$$

—○— Angelim ( 1)    -·-·-·\*-- Carvalho ( 2)    - -△- - Jequitiba ( 3)

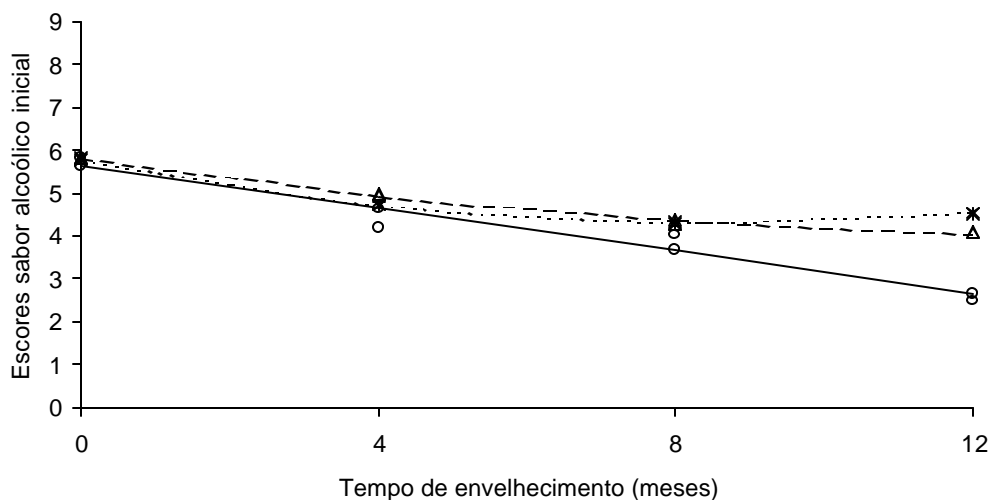


Figura 7. Curvas e equações representativas do atributo sabor alcoólico inicial de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

$$1 = 5,777 - 0,317X + 0,008 X^2; \quad 2 = 5,869 - 0,373X - 0,025X^2; \quad 3 = 5,871 - 0,239X + 0,009 X^2$$

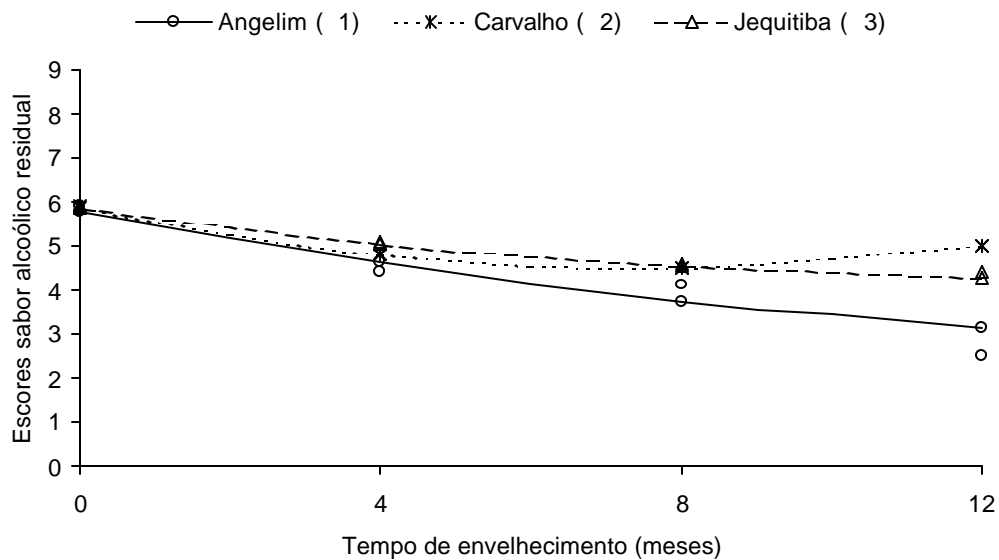


Figura 8. Curvas e equações representativas do atributo sabor alcoólico residual de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

$$1 = 4,855 - 0,239X; \quad 2 = 5,179 - 0,371X - 0,022X^2; \quad 3 = 5,130 - 0,323X + 0,015X^2$$

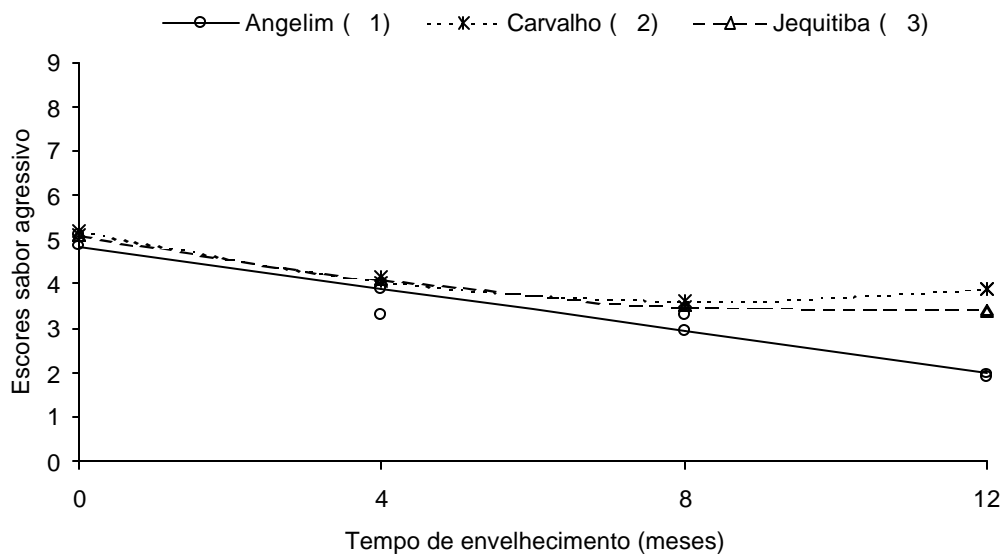


Figura 9. Curvas e equações representativas do atributo sabor agressivo de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

Com relação à coloração, a aguardente envelhecida em tonel de angelim diferenciou-se das demais madeiras apresentando tonalidade marrom, em intensidade crescente com o tempo de envelhecimento. As bebidas envelhecidas em carvalho e jequitibá apresentaram coloração amarela, sendo que a jequitibá apresentou tonalidade mais clara que o carvalho (Quadro 8).

Ao se observar os escores médios das características sensoriais aroma e sabor de melão de cana fornecidos pelo painel treinado, nota-se uma diminuição de intensidade com o tempo de envelhecimento. Até o quarto mês de estocagem a bebida apresentava menor intensidade destes atributos, quando comparada à bebida recém destilada. A partir do quarto mês os julgadores não conseguiam mais identificar este atributo na aguardente estocada em angelim, e, a partir do oitavo mês na bebida armazenada em carvalho e jequitibá. Este fato ocorreu, provavelmente, devido à incorporação de substratos da madeira à bebida armazenada, fazendo com que o aroma e sabor da madeira sobressaíssem com o tempo de envelhecimento. Os escores médios das características sensoriais citadas, não incluídas na ANOVA, encontram-se no Quadro 8.

Quadro 8. Escores médios dos atributos sensoriais cores amarela e marrom e aroma e sabor de melão de cana de aguardente de cana-de-açúcar

Atributo sensorial	Angelim				Carvalho				Jequitibá			
	0	4	8	12*	0	4	8	12*	0	4	8	12*
Cor marrom	0	4,2	5,1	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Cor amarela	0	0	0	0	0	4,9	5,4	5,7	0	1,9	2,4	2,7
Aroma de melão de cana	3,7	0	0	0	3,7	0,5	0	0	3,7	0,6	0	0
Sabor de melão de cana	3,4	0	0	0	3,4	0,3	0	0	3,4	0,5	0	0

\* meses de envelhecimento

### **3.4. Representação gráfica**

Uma representação gráfica dos perfis sensoriais da aguardente envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira e diferentes tempos de envelhecimento também pode ilustrar a tendência global de diferenciação das amostras. Desta forma foram construídos gráficos radiais representativos de cada tipo de madeira com os diferentes períodos de maturação (Figura 10 a 13).

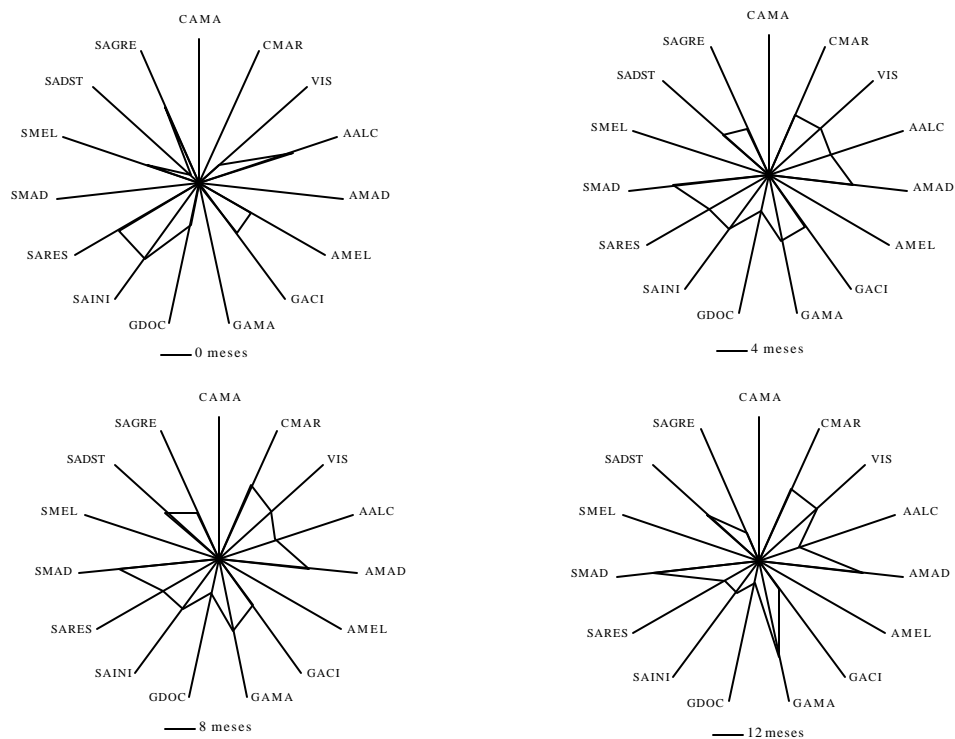


Figura 10. Perfil sensorial de aguardente envelhecida em tonel de angelim durante um período de 12 meses de maturação.

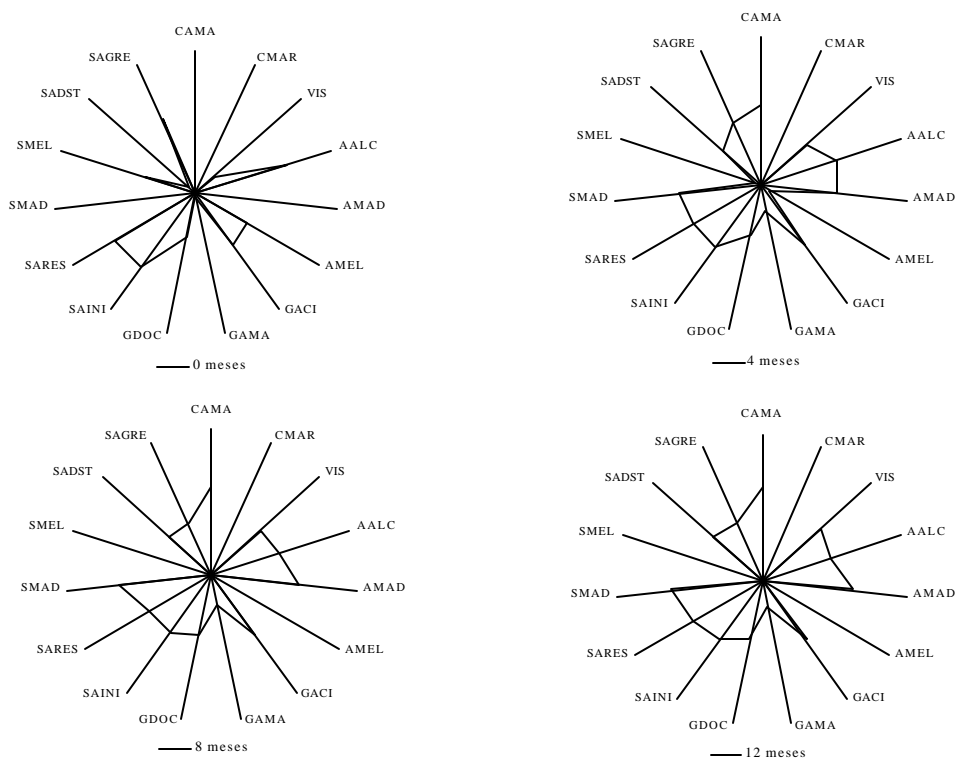


Figura 11. Perfil sensorial de aguardente envelhecida em tonel de carvalho durante um período de 12 meses de maturação.

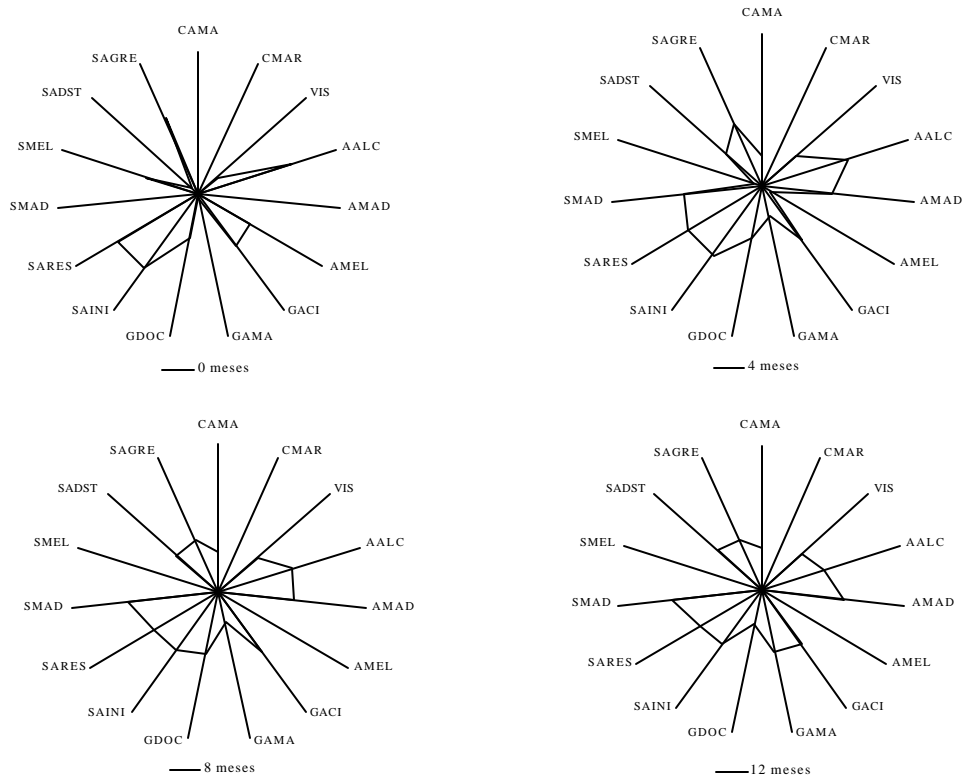


Figura 13. Perfil sensorial de aguardente envelhecida em tonel de jequitibá durante um período de 12 meses de maturação.

#### 4. CONCLUSÕES

A aguardente de cana envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira apresentou diferença em seus perfis sensoriais. Dentre as 11 características sensoriais analisadas através de análises de variância e de regressão, todas apresentaram diferença significativa para os três tipos de madeira e quatro tempos de envelhecimento. Os atributos viscosidade, sabor adstringente, aroma e sabor de madeira não apresentaram interação significativa entre tipo de madeira e tempo de envelhecimento ( $t_{mad*tempo}$ ), portanto foram regredidos sem decompor para as diferentes madeiras. Para os escores dos demais atributos, que apresentaram esta interação significativa, foram obtidas equações de regressão para cada tipo de madeira.

Quando se avalia o período de envelhecimento, observa-se que algumas características apresentaram diminuição de intensidade com o tempo. O aroma e sabor de melão de cana foram características sensoriais típicas de aguardente recém destilada, que apresentou intensidade média 3,7 na escala de nove pontos, e intensidade zero na aguardente envelhecida durante 12 meses nas diferentes espécies de madeiras.

A viscosidade, o sabor adstringente, o aroma e sabor de madeira apresentaram aumento de intensidade durante os 12 meses de maturação, tendência esta natural, já que ocorrem migrações de componentes da madeira à bebida estocada, e a aguardente envelhecida em angelim foi a que apresentou maior intensidade nestas características.

Com relação aos atributos aroma alcoólico, sabor agressivo e sabor alcoólico inicial e residual, houve um decréscimo de intensidade durante os 12 meses de envelhecimento, sendo a aguardente envelhecida em angelim a que apresentou maior diminuição na intensidade destas características.

A bebida envelhecida em tonel de angelim diferenciou-se das demais madeiras na aparência, sendo a única a apresentar coloração marrom, além dos atributos mencionados acima. O gosto amargo também foi característica marcante desta bebida, apresentando-se em intensidade média seis na escala de nove pontos, contra 1,8 e 3,5 nas madeiras carvalho e jequitibá, respectivamente.

A aguardente envelhecida em carvalho e jequitibá apresentou perfil sensorial semelhante, inclusive com relação à variação entre os diferentes tempos de envelhecimento. O gosto ácido apresentou aumento de intensidade com o tempo de maturação nas aguardentes envelhecidas em carvalho e jequitibá. Com relação ao gosto doce, a aguardente estocada em carvalho apresentou acréscimo de intensidade até 12 meses, quanto à bebida no jequitibá, o acréscimo foi até o oitavo mês, mantendo-se praticamente constante até o 12<sup>o</sup> mês. Já a aguardente envelhecida em angelim apresentou diminuição de intensidade durante o tempo de envelhecimento em ambos os gostos primários.

Pode-se concluir assim, que as madeiras são responsáveis por diferentes perfis sensoriais em aguardentes envelhecidas. Isto pode ser explorado no sentido de produzir grande variedade em sabores de aguardente de cana devido à biodiversidade de nossas madeiras. O painel sensorial indica que se pode obter aguardente envelhecida em madeiras brasileiras com perfil sensorial similar à bebida envelhecida em carvalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BECKLEY, J.P., KROLL, D.R. Searching for sensory research excellence. **Food Technology**, p. 61-63, 1996.
- [2] CARDELLO, H.M.A.B., FARIA, J.B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana de durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.
- [3] CHAVES, J.B.P. 1993. **Análise Sensorial: glossário**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa
- [4] CLYNE, J., CONNER, J.M., PATERSON, A., PIGGOTT, P.J. The effect of cask charring on scotch wisky maturation. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 28, p. 69-81, 1993.
- [5] DAMÁSIO, M.H. e COSTELL, E.. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
- [6] DELLA LÚCIA, F. Avaliação físico-química e sensorial de leite U.A.T. (ultra alta temperatura) produzido no Brasil e na Argentina. Viçosa, 1999. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- [7] DELLA MODESTA, R.G. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CTAA, 1994. v. 2.
- [8] DIAS, S.M.B. Efeito de diferentes tipos de madeira sobre a composição química da aguardente de cana envelhecida. Belo Horizonte, 1997. 103p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- [9] 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. Campinas, 1995. 99 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [10] GILLETTE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of food protection**, v. 47, p. 403-409, 1984.
- [11] HEYMANN, H., NOBLE, A.C. Compararison of canonical variate and principal component analyses of wine descriptive analysis data. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 5, p. 1335-1358, 1989.

- [12] INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS – IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverages products. **Food Technology**, v. 35, n. 11, p. 50-59, 1981.
- [13] MAGALHÃES, F.A.R. Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso. Viçosa, 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- [14] MECREDY, J.M., SONNEMANN, J.C., LEHMANN, S.L. Sensory profiling of beer by modified QDA method. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 36-41, 1974.
- [15] MOSKOWITZ, H.R. **Applied sensory analysis of foods**. Boca Raton: CRC Press, v.1, 259 p, 1988.
- [16] MEILGARD, M.C., CIVILLE, G.V., CARR, B.T. 1991. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 2 ed, 360 p.
- [17] NISHIMURA, K., MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOTT, J.R.; SHARP, R. DUNCAM, R.E.B. **The science and technology of whiskies**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. p. 235-63.
- [18] PIGGOTT, J.R. e JARDINE, S.P. Descriptive sensory analysis of whisky flavor. **Journal of Institute of Brewing**, v. 85, p: 82-85, 1979.
- [19] POWERS, J.J., CENCIARELLI, S., SHINHOLSER, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. **Revista Agroquímica e Tecnología de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 469-484, 1982.
- [20] SAS Institute. **SAS User's guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1996.
- [21] SCHUTZ, H.G. Evaluation of the sensory science discipline. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 42-46, 1998.
- [22] SHEPHERD, R., GRIFFITHS, N.M., SMITH, K. The relationship between consumer preferences and trained panel responses. **Journal of Sensory Studies**, v. 1, n. 1, p. 19-35, 1988.
- [23] SIDEL, J.L., STONE, H., BLOMMQUIST, J. Use and mensure of sensory evaluation in research and quality control. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 11, p. 2296-2302, 1981.
- [24] STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R.C.. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24-33, 1974.

- [25] STONE, H., SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices** 2 ed. London: Academic Press, 337 p., 1993.
- [26] STONE, H. e SIDEL, J.L.. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 48-52, 1998.
- [27] WEISS, J.J. Selection of sensory judges. **Journal of Food Quality**, v. 4, p. 55-63, 1981.

# ESTUDO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA

## RESUMO

Dada à abundância de cana-de-açúcar no Brasil, a aguardente de cana ocupa um lugar de destaque na indústria de bebidas nacionais, sendo poucos os estudos sobre a qualidade físico-química desta bebida. Análises físico-químicas de aguardente de cana envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira podem gerar informações para se adequar o tempo e as condições de estocagem com o objetivo de se obter um produto de melhor qualidade. Desta forma, este trabalho visou avaliar o perfil de qualidade da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira. Foram analisados o valor de pH, os teores alcoólico ( $^{\circ}\text{GL}$ ), de ésteres totais e de acidez volátil, fixa e total da aguardente recém destilada e envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá durante zero, quatro, oito e 12 meses. A ANOVA mostrou que apenas os teores alcoólico e de ésteres totais apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre as amostras envelhecidas nos tonéis de diferentes espécies de madeira. Em relação ao tempo de envelhecimento, todas as características de qualidade avaliadas apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre as amostras. A Análise de Componente Principal mostrou uma grande associação entre teor de ésteres,  $^{\circ}\text{GL}$  e acidez volátil, fixa e total. A maioria das amostras estiveram associadas a estas características de qualidade. Desta forma, as diferentes espécies de madeira e tempos de envelhecimento foram responsáveis por bebidas com diferentes perfis de qualidade, além de todas se apresentarem dentro dos limites exigidos pela Legislação Brasileira para os indicadores de qualidade avaliados.

**Palavras-chave:** aguardente de cana-de-açúcar, qualidade, envelhecimento, características físico-químicas.

## PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY STUDY OF THE SUGAR-CANE SPIRITS STORAGED IN BARRELS MADE BY THREE WOOD SPECIES

### SUMMARY

Due the sugar-cane abundance in Brazil, cane spirits occupy a prominent position among drinks. Yet there are few studies on the physical-chemical quality of this drink. Physical-chemical analyses of aged cane spirits from barrels made of different wood species were done to obtain information that could optimize storage conditions and time. The pH value, the alcoholic concentration ( $^{\circ}\text{GL}$ ), contents of total esters and volatile, fixed and total acidity of recently distilled and aged storage spirit in angelim, jequitibá and oak barrels for four, eight and 12 months. Analyses of variance (ANOVA) showed that only the alcoholic and total esters content gave significant differences ( $p \leq 0,01$ ) among aged samples in barrels from different wood species. All quality characteristics differed significantly ( $p \leq 0,01$ ) with age. Principal Component Analyses showed a strong association among esters content,  $^{\circ}\text{GL}$  and acidity, fixed, total and volatile. Most of the samples was associated with these quality characteristics. The different wood species and storage times were responsible for drinks with different quality profiles. All of the values measured fell within in the limits demanded by Brazilian Legislation, except contents of total esters and volatile acidity of spirits aging in angelim barrels during twelve months.

**Key words:** sugar-cane spirit, quality, aging, and physical chemistry characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a qualidade é uma das grandes armas para se obter vantagens no mercado competitivo, devido ao aumento da vigilância dos consumidores em relação à qualidade dos produtos que compram. Sob o aspecto operacional, a qualidade consiste em um grupo de especificações dentro de determinados limites ou tolerâncias que devem ser atingidos, sendo essas especificações denominadas de padrões de identidade e qualidade. A inexistência destes padrões e a falta de controle de qualidade na produção de aguardente de cana-de-açúcar têm sido umas das principais barreiras para um maior avanço de comercialização desta bebida no mercado externo [4, 12].

Sucintamente, a definição de uma aguardente de cana de boa qualidade está relacionada às características sensoriais e ao enquadramento deste produto aos padrões de identidade e qualidade previstos pela legislação brasileira. De acordo com a legislação, é considerada aguardente de cana-de-açúcar a bebida com graduação alcoólica de 38 a 54% em volume, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar, ou, ainda, pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcar até 6 g/L. A regulamentação da qualidade desta bebida é feita com base em algumas características como acidez volátil, ésteres, aldeídos, álcoois superiores e furfural, todos permitidos em valores máximos de 0,150, 0,030, 0,030, 0,300 e 0,005 g/100 mL de álcool anidro, respectivamente [1, 5].

A aguardente envelhecida também é regulamentada pela legislação, sendo considerada como tal a bebida que contiver no mínimo 50% de destilado alcoólico simples de cana envelhecido, por um período não inferior a um ano, podendo ser adicionada de caramelo para conferir ou corrigir a cor [5, 9]. Em termos de qualidade a aguardente envelhecida apresenta aroma e sabor com superior qualidade sensorial, quando comparada com a aguardente recém destilada. Segundo alguns autores, o envelhecimento seria uma etapa imprescindível na produção de aguardente para assegurar condições de abertura de um firme e uniforme mercado de exportação [2, 5, 9, 10].

Tendo em vista que a legislação brasileira define aguardente de cana com base em um intervalo de graduação alcoólica, medir a porcentagem de etanol presente no produto a ser comercializado tornou-se uma das análises mais comuns. Segundo CHAVES [4], embora o texto legal admita o produto

com 38 a 54° GL, a maioria da aguardente produzida no Brasil apresenta-se entre 40 e 50° GL. Com o envelhecimento, a concentração alcoólica da bebida armazenada tende a diminuir com o tempo de estocagem, entretanto, esta queda de teor alcoólico ocorre somente em ambientes com alta umidade relativa. Quando a bebida é estocada em tonéis de madeira em ambiente com baixa ou moderada umidade relativa, este teor alcoólico tende a aumentar com o tempo de envelhecimento [11, 15].

Além do etanol e da água, a aguardente contém pequena quantidade de dezenas de compostos orgânicos denominados compostos secundários, que segundo a legislação brasileira, devem apresentar-se em níveis mínimo e máximo de 0,200 g e 0,650 g/100 mL de álcool anidro, respectivamente. Estes compostos secundários são incorporados ao longo de todo o processo produtivo e a natureza e proporção dos mesmos é determinada, em diferentes níveis, pelas características da matéria prima, da fermentação, da destilação e do envelhecimento. Dentre os diversos compostos secundários formados durante todo o processamento de aguardente, a legislação regulamenta as quantidades máximas permitidas de ácidos, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, furfural, cobre e metanol [8, 10].

Dentre os ácidos isolados e identificados em aguardente, apresenta-se como os mais importantes quantitativamente, os ácidos pirúvico, cítrico, succínico e oxaloacético, além do ácido acético, que mesmo sem ter ocorrido contaminação do mosto por bactérias acéticas, é formado por ser um co-produto natural da fermentação alcoólica em *Saccharomyces cerevisiae*. Em proporções bem menores, também são formados os ácidos butírico, capríco, caprilico e cáprico. Com o envelhecimento, a aguardente apresenta um aumento de acidez devido a fatores como incorporação de ácidos existentes na madeira (ácido tânico, ácido gálico, ácido pimérico) à bebida estocada e oxidação de etanol a ácido acético. A acidez em aguardente é expressa em acidez volátil, fixa e total [3, 10, 12, 13].

Os ésteres são alguns dos componentes secundários responsáveis pelo aroma e sabor característico das aguardentes. A formação destes compostos ocorre durante a fase de fermentação, onde há uma reação intracelular entre etanol e ácido acético, formando acetato de etila (composto responsável pelo aroma frutal). Da mesma maneira outros álcoois reagem com demais ácidos formando diferentes ésteres, como caprilato de etila e de propila, e propionatos

de etila e de amila, dentre outros. Durante o envelhecimento estas reações de esterificação também ocorrem, mas a uma velocidade muito menor, requerendo vários meses e até anos, para equiparar-se ao teor produzido intracelularmente [10, 12].

Os álcoois superiores, juntamente com os ésteres, são fundamentais na formação do “bouquet” da aguardente de cana. e devem apresentar em uma proporção próxima da unidade. Álcoois superiores com três a cinco carbonos são tradicionalmente associados a bebidas destiladas e responsáveis pelo aroma característicos destas bebidas. São exemplos destes compostos o isobutanol, álcool amílico, glicerol, n-propanol. A presença de altos teores de álcoois superiores, principalmente de n-propanol, está associado a aguardente de qualidade sensorial inferior. Sugere-se haver uma ligação entre sintomas como dor de cabeça, náusea e fraqueza muscular quando consumidos em excesso bebidas alcoólicas com quantidades excessivas de álcoois superiores [1, 10, 12].

Os aldeídos são produtos da oxidação simples dos álcoois, sendo considerados intermediários na formação dos ácidos. Os principais aldeídos encontrados em aguardente são acetaldeído, formaldeído, valeraldeído e butiraldeído. De modo geral, os aldeídos com até oito átomos de carbono tem aromas penetrantes, geralmente enjoativos, e são considerados indesejáveis em bebidas alcoólicas. A formação desses aldeídos não possui ocorrência restrita na fermentação, o acetaldeído, por exemplo, em fermentações normais aparece no mosto durante as primeiras horas, porém diminui sua concentração ao longo da fermentação, podendo praticamente desaparecer [4, 10].

Os métodos analíticos usualmente utilizados para determinar a concentração dos compostos secundários descritos acima não identificam cada substância separadamente, mas sim o peso total do conjunto dessas substâncias pertencentes à determinada classe funcional. Desta forma, todos os aldeídos presentes são dosados pelo teor equivalente de acetaldeído, os ácidos em ácido acético, os ésteres em acetato de etila, e os álcoois superiores em álcool isoamílico. Entre os álcoois, analisa-se separadamente o metanol, e entre os aldeídos, o furfural.

Os resultados obtidos das análises físico-químicas para avaliação da qualidade de aguardente podem ser correlacionados, utilizando-se de análises estatísticas apropriadas, a dados sensoriais, permitindo, assim, conhecer como variam as preferências e certas características sensoriais, em relação a variabilidade analiticamente medida. As análises físico-químicas e sensoriais de aguardente de cana envelhecida podem gerar informações importantes para se adequar o tempo e as condições de envelhecimento, para obtenção de produto com qualidade [2, 6].

Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar algumas características de qualidade e identidade de aguardente de cana envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira e associar essas características a cada amostra analisada.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material de análise

Foram analisadas 10 amostras de aguardente de cana-de-açúcar: aguardente recém destilada e envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá durante quatro, oito e 12 meses de envelhecimento.

### 2.2. Metodologia

Foram determinados valor de pH, teor alcóolico, acidez total, acidez fixa, acidez volátil e ésteres totais, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz nas 10 diferentes amostras de aguardente [8]. As análises foram realizadas em triplicata.

### 2.3. Análise dos resultados

Com os dados obtidos da análise de seis parâmetros físico-químicos foi realizada análise de variância (ANOVA) adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos no esquema de parcelas subdivididas em duas repetições. Os tratamentos das parcelas constituíram três tipos de madeira, enquanto três tempos de envelhecimento, as subparcelas. Os dados da aguardente recém destilada (tempo 0) não foram utilizados nesta análise. O esquema geral da ANOVA está apresentado a seguir:

Quadro 1. Esquema da ANOVA

<b>FV</b>	<b>GL</b>
Tmad.	2
Resíduo (a)	3
Tempo	2
Tmad*tempo	4
Resíduo (b)	6

Para avaliar o efeito do tempo de envelhecimento da aguardente sobre os indicadores de qualidade, foram ajustadas equações de regressão e, neste caso, os dados da aguardente recém destilada foram considerados. Visando associar as características de qualidade às diferentes amostras de aguardente, foi realizada análise de componente principal (ACP). Todas as análises estatísticas foram realizadas por programas do pacote estatístico SAS [15].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aguardente de cana estocada em tonéis de diferentes espécies de madeira, durante um período de 12 meses, ocorreu uma perda substancial de volume. O tonel de angelim foi o que apresentou maior perda, em torno de 56% e o tonel de carvalho foi o que apresentou menor porcentagem de perda, em torno de 38%, como mostra a Figura 1.

As características físicas da madeira, como densidade, permeabilidade, resistência mecânica e durabilidade devem ser consideradas quando se tem por objetivo utilizá-la na fabricação de tonéis destinados ao envelhecimento de bebidas. Contudo estes parâmetros não foram observados antes da confecção dos tonéis utilizados neste ensaio. A história dos tonéis também é de suma importância, já que em sua maioria são reaproveitados várias vezes. Suas tábuas podem sofrer tratamentos físicos e químicos, sendo que neste caso, as tábuas utilizadas passaram por uma desengrossadeira, fazendo com que a bebida ficasse exposta a uma madeira rejuvenescida [5, 9]. A diferença da porcentagem de perda de líquido nos diferentes tipos de madeira pode estar associada às diferenças físicas de cada madeira, já que todas passaram pelo mesmo tratamento físico.

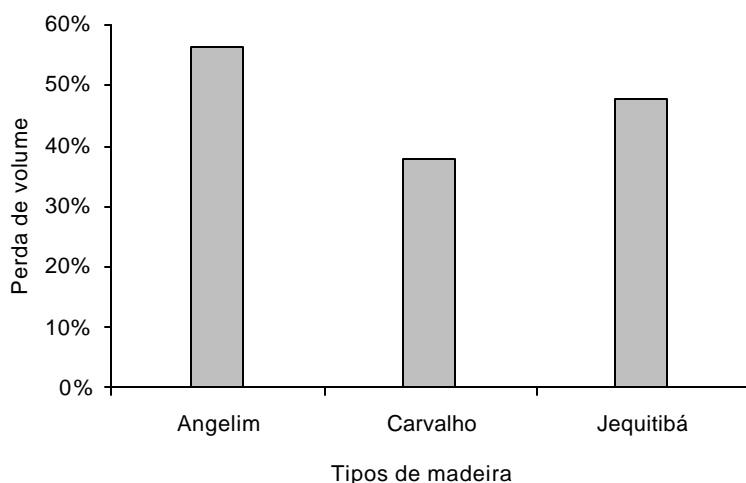


Figura 1. Perda de aguardente (% de volume) durante a estocagem em tonéis de diferentes espécies de madeira.

Para avaliar se existem diferenças sensoriais significativas entre as aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira e em diferentes tempos de envelhecimento foi realizada análise de variância (ANOVA) dos dados de cada parâmetro físico-químicos avaliados. O Quadro 2 apresenta o resumo da ANOVA.

De acordo com a análise de variância pode-se observar que apenas o teor alcoólico e o teor de ésteres totais apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) para as aguardentes envelhecidas nas diferentes espécies de madeira, as demais características de qualidade analisadas não apresentaram diferenças entre as bebidas estocadas em tonel de angelim, carvalho ou jequitibá, mostrando desta forma, que essas características de qualidade variaram somente com o tempo de envelhecimento.

Como os tratamentos estão esquematizados na forma de parcelas subdivididas, foi avaliada a interação entre as fontes de variação tempo de envelhecimento e tipo de madeira (tmad\*tempo). Verificou-se efeito significativo para a interação ( $p \leq 0,01$ ) em todos os parâmetros físico-químicos avaliados. Desta forma, para o tempo de envelhecimento foram ajustadas equações lineares e quadráticas em cada tipo de madeira.

Quadro 2. Resumo da ANOVA das características físico-químicas de aguardente de cana analisadas

Atributo	FV	GL	QM	Prob. > F
pH	Tmad.	2	0,0046	0,6581
	Resíduo (a)	3	0,0094	
	Tempo	2	0,0843	0,0005
	Tempo*Tmad.	4	0,0328	0,0037
	Resíduo (b)	6	0,0024	
° GL	Tmad.	2	101,4039	0,0002
	Resíduo (a)	3	0,2339	
	Tempo	2	63,6906	0,0001
	Tempo*Tmad.	4	50,4306	0,0001
	Resíduo (b)	6	0,1539	
Acidez total	Tmad.	2	11094,0603	0,1292
	Resíduo (a)	3	2557,6279	
	Tempo	2	11704,6269	0,0001
	Tempo*Tmad.	4	5275,8551	0,0001
	Resíduo (b)	6	108,5582	
Acidez fixa	Tmad.	2	15969,1026	0,0550
	Resíduo (a)	3	1542,7879	
	Tempo	2	11150,1610	0,0001
	Tempo*Tmad.	4	5160,7965	0,0001
	Resíduo (b)	6	121,6034	
Acidez volátil	Tmad.	2	536,4396	0,1761
	Resíduo (a)	3	179,9839	
	Tempo	2	33,8339	0,0001
	Tempo*Tmad.	4	31,3738	0,0001
	Resíduo (b)	6	12,4582	
Ésteres	Tmad.	2	12686,2989	0,0015
	Resíduo (a)	3	111,2988	
	Tempo	2	7194,4706	0,0001
	Tempo*Tmad.	4	9842,0107	0,0001
	Resíduo (b)	6	33,0099	

As aguardentes envelhecidas em angelim e jequitibá apresentaram queda no teor alcoólico com o tempo de envelhecimento, na ordem de 36 e 7%, respectivamente. A aguardente envelhecida em carvalho apresentou acréscimo de 0,58% (Figura 2). Segundo vários autores a diminuição ou acréscimo do teor alcoólico em bebidas armazenadas em tonéis de madeira depende de vários fatores como temperatura e umidade relativa durante o armazenamento, tamanho e espessura do tonel e a própria composição química da madeira [5, 11, 15]. Neste experimento a única fonte, das citadas acima, que variou foi o tipo de madeira, pois as condições de armazenamento foram às mesmas, bem como o tamanho e espessura dos tonéis. A alta queda do teor alcoólico na aguardente envelhecida em angelim pode estar associada

ao vazamento ocorrido no início do ensaio, bem como devido a peculiaridade da espécie da madeira.

CARDELLO e FARIA [2] não observaram alteração no teor alcoólico entre a aguardente recém destilada e envelhecida durante 12 meses em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). Somente a partir de 36 meses de estocagem foi que apresentou uma ligeira diminuição, na ordem de 3%. A bebida estocada durante 48 meses apresentou o mesmo teor alcoólico da envelhecida durante 36 meses. DIAS [5] observou elevações pouco acentuadas (0,4 a 2%) no teor alcoólico de aguardente armazenada em tonéis de jatobá [*Hymenaea* spp], carvalho [*Quercus* sp] e amburana [*Amburana cearensis*] e diminuições na ordem de 0,6 a 6,5% em aguardente envelhecida em tonéis de jequitibá [*Cariniana estrellensis*], ipê [*Tabebuia* spp] e bálsamo [*Myroxylon peruiferum*].

$$_1 = 50,898 + 0,918X - 0,195X^2; \quad _2 = 51,47 - 0,234X + 0,023X^2; \quad _3 = 51,72 - 0,270X$$

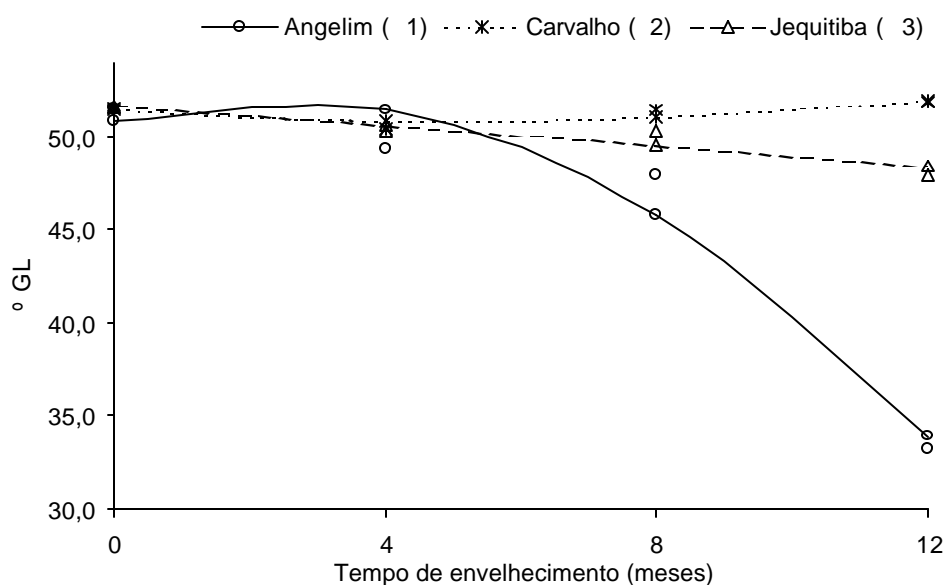


Figura 2. Curvas e equações representativas dos teores alcoólicos (° GL) de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

Com relação ao teor máximo de ésteres totais (0,200 g acetato de etila/100 ml de álcool anidro), a aguardente envelhecida durante 12 meses em tonel de angelim foi a única a se encontrar acima do limite legal. Diferentemente do teor de acidez, a variação no teor de ésteres apresentou

tendências diferentes nas aguardentes envelhecidas nos tonéis das diferentes madeiras.

As bebidas maturadas em angelim e carvalho apresentaram acréscimo no teor de ésteres totais durante os 12 meses de estocagem de 166% e 10%, respectivamente. A bebida maturada em jequitibá apresentou decréscimo de 85% no teor de ésteres totais durante 12 meses de envelhecimento (Figura 3). Esta tendência pode estar relacionada às características peculiares de cada tipo de madeira como, permeabilidade e variabilidade qualitativa e quantitativa dos substratos da madeira.

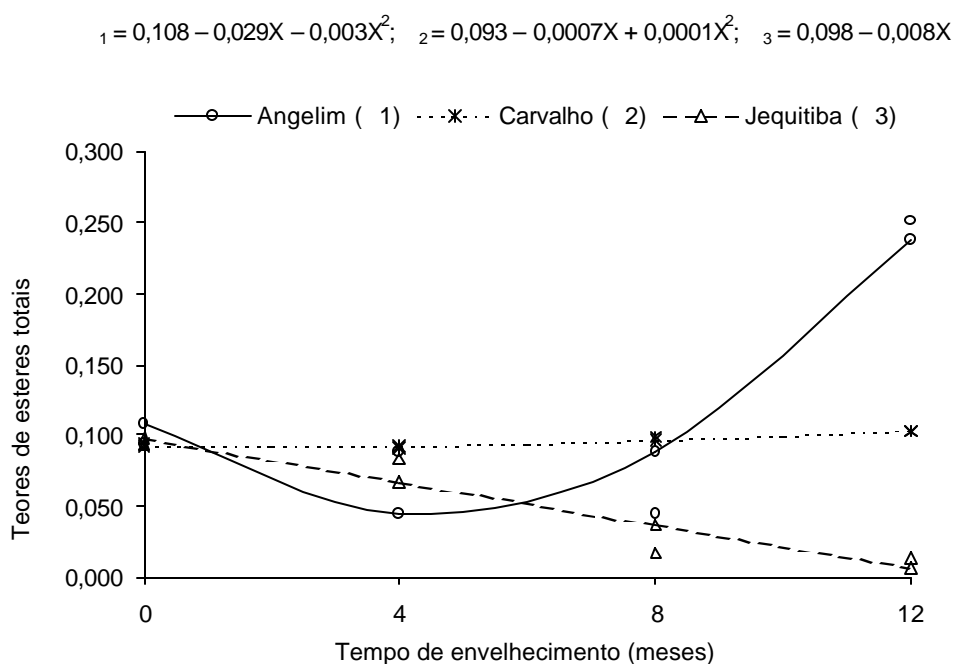


Figura 3. Curvas e equações representativas dos teores de ésteres totais (g acetato de etila/100 ml álcool anidro) de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

A variação dos valores de pH apresentou acréscimo até o oitavo mês de estocagem na aguardente envelhecida em carvalho e jequitibá, e um suave decréscimo entre o oitavo e 12º meses de envelhecimento. Já a bebida envelhecida em angelim apresentou uma brusca queda de pH entre o período de oito a 12 meses (Figura 4). Esta grande variação pode estar relacionada ao fato do tonel de angelim ter sido o único a apresentar vazamento de líquido durante as primeiras semanas de armazenamento. CARDELLO e FARIA [2] observaram uma variação maior de queda de pH de 9,5% e 18,5% em

aguardente envelhecida em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.) durante 12 e 48 meses, respectivamente. LEHTONEN [8] observou uma diminuição do nível de pH de amostras de uísque envelhecidas num período de 6 a 48 meses de 5,5 a 4,0.

A discreta diminuição do pH com o tempo de envelhecimento pode estar associada ao aumento de acidez que ocorre devido a fatores como: incorporação de substratos da madeira na aguardente (ácidos fenólicos) e oxidação de álcool a ácido acético [11, 13, 15].

$$_1 = 3,982 - 0,118X - 0,011X^2; \quad _2 = 3,991 - 0,054X - 0,004X^2; \quad _3 = 4,003 + 0,054X - 0,004X^2$$

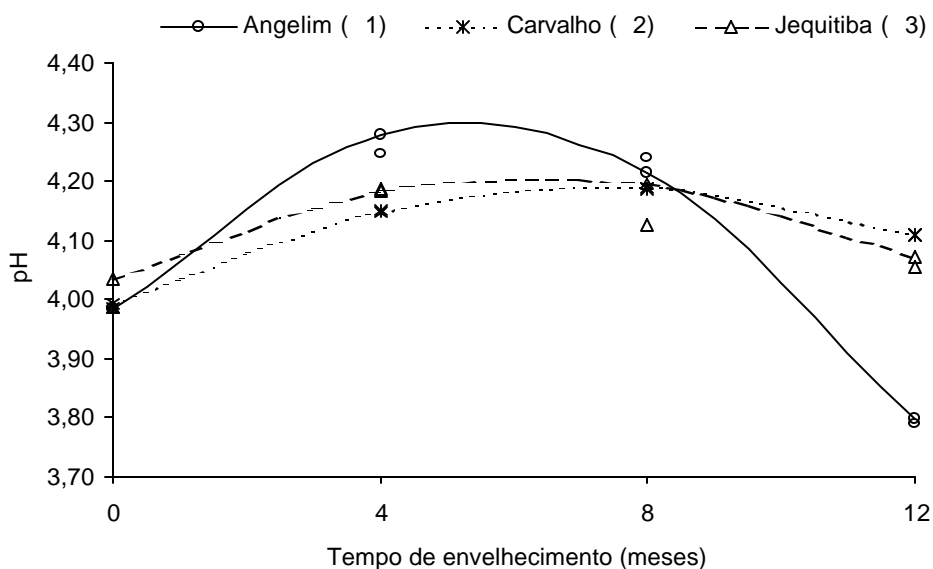


Figura 4. Curvas e equações representativas de valores de pH de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

A acidez é expressa em forma de acidez total, fixa e volátil, apesar da legislação regulamentar apenas a concentração máxima de acidez em termos de acidez volátil.

A aguardente envelhecida apresentou nos tonéis de diferentes tipos de madeira uma tendência de pequeno aumento de acidez volátil até um período de oito meses de maturação. A bebida envelhecida em angelim apresentou um acréscimo de 148% entre zero e 12 meses de estocagem. Já a aguardente envelhecida em jequitibá acresceu em 26%, durante o mesmo período. Os teores de acidez total e fixa variaram praticamente nas mesmas proporções. (Figuras 5, 6, e 7). A aguardente envelhecida em carvalho apresentou

acrécimo de 15% no teor de acidez volátil durante os 12 meses de estocagem.

As aguardentes envelhecidas em tonéis de carvalho e jequitibá enquadraram-se dentro do limite estabelecido pela legislação quanto ao teor de acidez volátil (0,150 g de ácido acético/100 ml de álcool anidro). A bebida envelhecida em angelim durante 12 meses encontrou-se com um teor de acidez volátil 65% acima do permitido pela legislação.

DIAS [5] avaliou o teor de acidez volátil em aguardente envelhecida em tonéis de diferentes tipos de madeira e observou um moderado acréscimo durante os 5 meses de maturação, sendo a bebida maturada em jatobá a que apresentou menor acréscimo de acidez - 26%, e a envelhecida em tonel de amburana o maior - 70%. CARDELLO e FARIA [2] observaram um acréscimo de 37,5 e 192% no teor de acidez volátil em aguardente envelhecida em tonel de carvalho durante 12 e 48 meses, respectivamente, com valores dentro do limite permitido.

$$_1 = 0,106 - 0,011X + 0,002X^2; \quad _2 = 0,101 - 0,0012X; \quad _3 = 0,100 - 0,005X + 0,001X^2$$

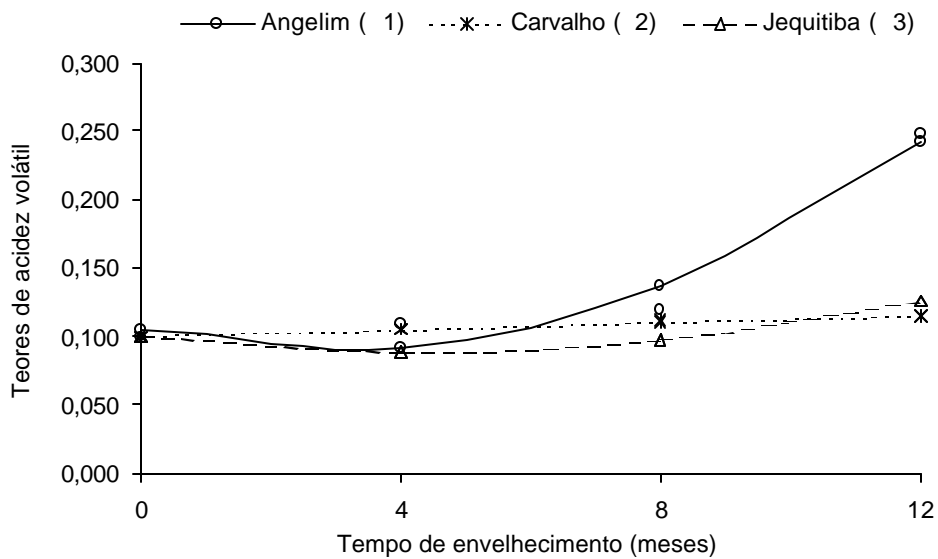


Figura 5. Curvas e equações representativas dos teores de acidez volátil (g ácido acético/100 mL de álcool anidro) de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

$$1 = 0,031 - 0,003X - 0,001X^2; \quad 2 = 0,028 - 0,001X + 0,0001X^2; \quad 3 = 0,029 - 0,002X + 0,001X^2$$

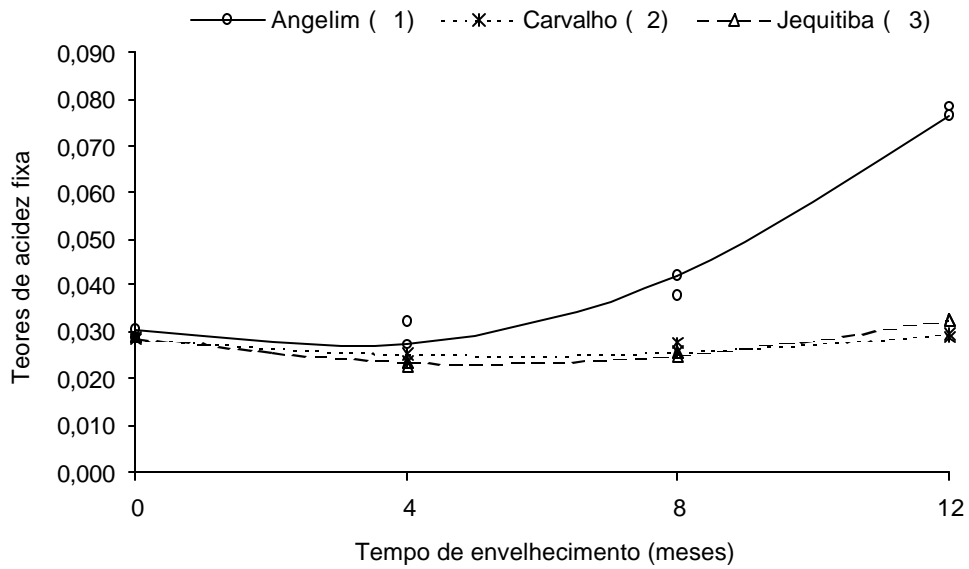


Figura 6. Curvas e equações representativas dos teores de acidez fixa (g ácido acético/100 mL de álcool anidro) de aguardente envelhecida em tonéis de angelim e jequitibá.

$$1 = 0,137 - 0,014X - 0,003X^2; \quad 2 = 0,127 - 0,0014X; \quad 3 = 0,129 - 0,007X + 0,001X^2$$

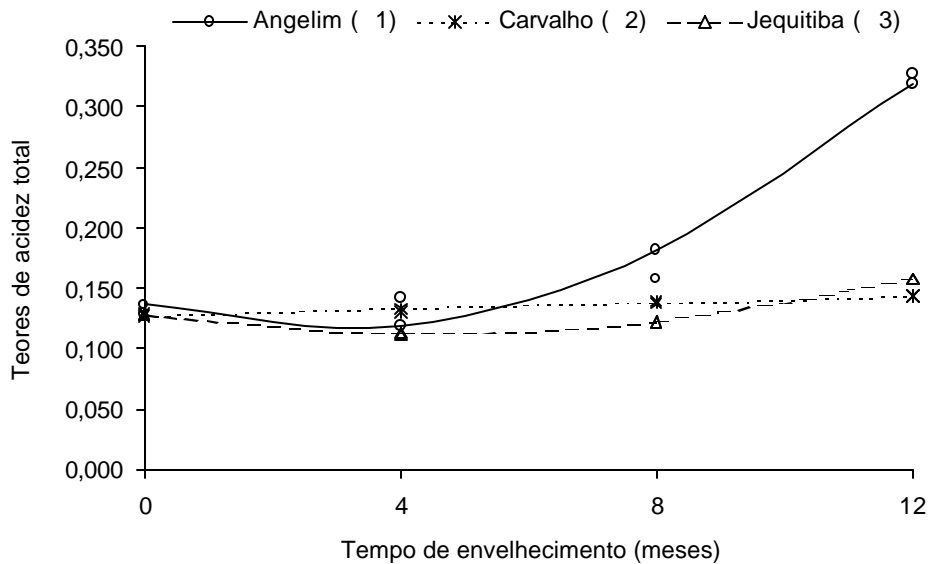


Figura 7. Curvas e equações representativas dos teores de acidez total (g ácido acético/100 mL de álcool anidro) de aguardente envelhecida em tonéis de angelim e jequitibá.

Visando obter uma relação entre a diferenciação das amostras devido aos diferentes tratamentos submetidos às características de qualidade avaliadas, foi realizada Análise de Componente Principal (ACP), apresentada graficamente na Figura 8. Os três primeiros componentes principais explicaram 99,24% da variabilidade total das aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira. O componente principal 1 (CP 1) explicou 88,15% da variação e foi responsável em dispor em grupos distintos as características de qualidade teor alcoólico (° GL) e valor de pH das características acidez total (AT), acidez fixa (AF), acidez volátil (AV) e teor de ésteres totais (ET), por consequência a aguardente envelhecida em angelim durante 12 meses se diferenciou das demais amostras. Os segundo e terceiro componentes principais (CP 2 e CP 3) explicaram 11,09% da variabilidade e foi responsável em dispor em grupos distintos as amostras de aguardente envelhecida em angelim durante quatro e oito meses das demais amostras.

A proximidade entre determinadas características de qualidade pode sugerir que essas características apresentam associação entre si, verificando-se alta relação entre os teores de acidez total, fixa e volátil e os teores de ésteres totais, como mostram os valores das cargas (loadings), que são as correlações entre os valores das características de qualidade avaliadas e os escores dos Componentes Principais (CPs) das amostras de aguardente (Quadro 2).

Quadro 2. Cargas (loadings) entre as características de qualidade avaliadas e os escores dos CPs das amostras de aguardente de cana maturada durante 12 meses em tonéis de diferentes espécies de madeira

	CP1	CP2	CP3
Teor alcoólico (° GL)	-0,83882	-0,09018	0,03663
Teor de ésteres totais (ET)	0,96624	-0,08943	0,29831
Valor de pH (pH)	-0,99090	0,31306	0,13825
Teor de acidez total (AT)	0,94046	0,15774	-0,00546
Teor de acidez fixa (AF)	0,98932	0,10241	-0,01365
Teor de acidez volátil (AV)	0,85435	0,16372	-0,00929

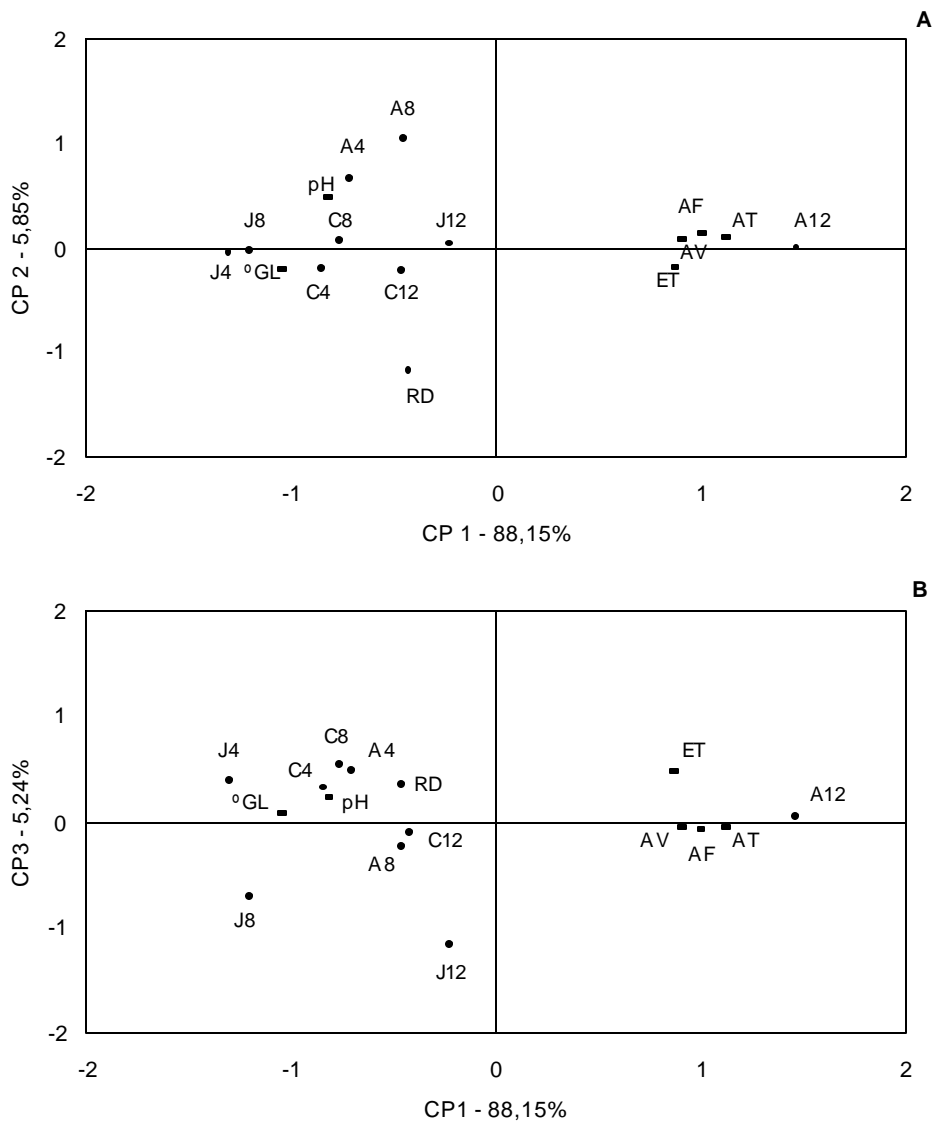


Figura 8. Dispersão das amostras em relação aos três primeiros componentes principais e cargas (loadings) das características físico-químicas avaliadas de aguardente de cana envelhecida em tonéis de três espécies de madeira.

(A) CP 1 x CP 2; (B) CP 1 x CP 3.

**Legenda:**

RD – aguardente recém destilada;  
 A4 – aguardente maturada em angelim por quatro meses;  
 C4 – aguardente maturada em carvalho por quatro meses;  
 J4 – aguardente maturada em jequitibá por quatro meses;  
 A8 – aguardente maturada em angelim por oito meses;  
 C8 – aguardente maturada em carvalho por oito meses;  
 J8 – aguardente maturada em jequitibá por oito meses;  
 C12 – aguardente maturada em carvalho por 12 meses;  
 J12 – aguardente maturada em jequitibá por 12 meses;  
 ° GL – teor alcoólico  
 AV – acidez volátil  
 AF – acidez fixa  
 AT – acidez total  
 ET – ésteres totais.

Houve uma tendência de agrupamento entre as aguardentes envelhecidas durante 12 meses em tonéis de jequitibá e carvalho. Pode-se afirmar que a aguardente maturada por um período de 12 meses apresenta similaridade na variação de suas características físico-químicas. Observou-se um agrupamento entre as aguardentes envelhecidas durante quatro e oito meses das madeiras angelim, carvalho e jequitibá.

A amostra de angelim envelhecida durante 12 meses (A12) distanciou-se das demais amostras na projeção bidimensional da ACP, estando diretamente relacionada aos teores de ésteres totais, acidez total, fixa e volátil. Foi nesta madeira que se obteve maior variação destas características, principalmente entre oito e 12 meses de estocagem. Já a aguardente recém destilada apresentou-se relacionada ao teor alcoólico, distanciando-se também das demais amostras.

#### 4. CONCLUSÕES

Este ensaio mostrou não existir diferença significativa ( $p > 0,01$ ) entre as amostras de aguardente envelhecidas em tonéis de diferentes tipos de madeiras para as seguintes características de qualidade avaliadas: pH, acidez total, fixa e volátil. Com relação ao teor de ésteres totais e teor alcoólico, as aguardentes avaliadas apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) quando envelhecidas em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá, demonstrando que apenas para estes parâmetros avaliados houve diferenciação das amostras envelhecidas em tonéis de diferentes espécies de madeira, o que não pode ser atribuído aos demais parâmetros físico-químicos. Todas as características apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) quando analisado os diferentes tempos de envelhecimento.

O pH apresentou pequeno decréscimo na aguardente envelhecida durante 12 meses em tonéis de carvalho e jequitibá. Esta variação de pH está associada ao ligeiro acréscimo de acidez volátil, fixa e total ocorridas em ambas as madeiras. A bebida envelhecida em angelim também apresentou decréscimo no valor de pH e acréscimo no valor de acidez, porém em intensidade muito maior no período entre oito e 12 meses de estocagem.

Através da ACP pode-se associar a aguardente recém destilada a característica físico-química teor alcoólico e a envelhecida em angelim durante 12 meses as características teores de acidez total, fixa e volátil e teor de ésteres totais. As aguardentes envelhecidas em angelim por quatro e oito meses de envelhecimento sofreram a tendência de se agruparem. Esta tendência também se evidenciou nas aguardentes estocadas em jequitibá e carvalho durante o mesmo período de maturação. Outro grupo distinto de amostras foi o da aguardente envelhecida durante 12 meses em carvalho e jequitibá, que se distanciou da aguardente envelhecida em angelim durante o mesmo período.

Desta forma, conclui-se que a aguardente envelhecida em angelim apresentou um perfil de qualidade característico e diferente das demais madeiras. Assim, essências nativas apresentam perfis de qualidade próprios, podendo também ser utilizadas na confecção de tonéis para maturação de bebidas fermento-destiladas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARAÚJO, J.M.A., COELHO, S.R.M., MACEDO, J.A., SCHEUERMANN, E.S.S. Álcoois superiores em aguardente de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) por cromatografia de fase gasosa em coluna capilar. **XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, p. 1041-1044, 1998.
- [2] BRASIL. Decreto n. 2.314, 4 set. 1997. Regulamenta a Lei n. 8.918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial**, Brasília, v. 171, p. 19.556, 1997. Seção II, Artigo 91.
- [3] 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.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.
- [4] CHAVES, J.B.P. 1998. **Manual Técnico CPT: Cachaça – Produção Artesanal de Qualidade**. Viçosa.
- [5] CHAVES, J.B.P., PÓVOA, M.E.B. A qualidade de aguardente de cana-de-açúcar. In: MUTTON, M.J.R., MUTTON, M.A. **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal, Editora Unesp, 1992 . p. 93-132.
- [6] DIAS, S.M.B. Efeito de diferentes tipos de madeira sobre a composição química da aguardente de cana envelhecida. Belo Horizonte, 1997. 103p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
- [7] FERNÁNDEZ GARCIA, T., CASP, A. Relacion entre la evaluacion sensorial del pacharan y sus componentes volatiles. **Alimentaria**, novembro de 1998.
- [8] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1.
- [9] LEHTONEN. P.J., KELLER,L.A., ALI-MATTILA, E. Multi-method analysis of matured distilled alcoholic beverages for brand identification. **Zebensmittel Lentersuchung Unters Forrschung**, v. 208, p. 413-417, 1999.
- [10] LMA, U.A. Produção Nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados internos e externos. In: MUTTON, M.J.R., MUTTON, M.A. **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal, Editora Unesp, 1992 . p. 151-163.

- [11] MAIA, A.B. Componentes secundários da aguardente. **STAB**, v. 12, n. 6, p. 29-34, 1994.
- [12] NISHIMURA, K., MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOT, J.R.; SHARP, R. DUNCAM, R.E.B. **The science and technology of whiskies**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. p. 235-63.
- [13] NÓBREGA, I.C.C. Características de qualidade de aguardentes de cana comerciais e comparação entre dois processos de fermentação. Viçosa, 1994. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV).
- [14] REAZIN, G.H. Chemical mechanisms of whisky maturation. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 32, p. 283-289, 1981.
- [15] SAS Institute. **SAS User's guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1996.
- [16] SINGLETON, V.L. Maturation of wines and spirits: comparisons, facts, and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, n. 1, p. 98-115, 1995.

## MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DE AGUARDENTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ENVELHECIDA EM TONÉIS DE TRÊS ESPÉCIES DE MADEIRA

### RESUMO

A aguardente de cana é uma bebida nacional com grande capacidade de expansão para os mercados interno e externo e qualidade e satisfação do consumidor são pontos chaves para a sobrevivência e o sucesso desse produto. Para satisfazer as necessidades e expectativas dos consumidores em potencial, se faz necessário analisar e descrever a natureza das diferenças e preferências sensoriais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o nível de aceitação das aguardentes de cana-de-açúcar recém destilada e envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira, utilizando para isto testes afetivo e descritivo. Os escores de aceitação foram obtidos a partir de um painel não treinado de consumidores, e os descritivos, de um painel treinado. O painel de consumidores apontou as aguardentes envelhecidas em tonéis de carvalho e jequitibá durante oito e 12 meses como as de maior aceitação, apresentando média em torno de sete na escala hedônica de nove pontos. A ANOVA desses escores apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre as aguardentes envelhecidas em tonéis de diferentes espécies de madeira e não significativo ( $p > 0,01$ ) entre os tempos de envelhecimento. A Análise de Componente Principal (ACP) permitiu a construção de mapas de preferência internos (MPI) e sensoriais. A associação dos MPIs aos escores das características sensoriais gerados pelo painel treinado associaram as aguardentes de boa aceitabilidade aos atributos viscosidade, sabor adstringente e aroma e sabor de madeira. A aguardente recém destilada foi a de menor aceitação, com média em torno de quatro, associada aos atributos aroma e sabor de melão de cana, aroma alcoólico e sabores agressivo e alcoólicos inicial e residual. Concluiu-se, que a aguardente envelhecida possui maior aceitação que a bebida recém destilada, além disso, a aguardente envelhecida em jequitibá (madeira brasileira) apresentou mesmo nível de aceitabilidade que a bebida envelhecida em carvalho.

**Palavras-chaves:** aguardente de cana-de-açúcar, Mapa de Preferência Interno (MPI), envelhecimento, teste de aceitação.

## **INTERNAL PREFERENCE MAPPING OF SUGAR -CANE SPIRITS STORAGED IN BARRELS MADE BY THREE WOOD SPECIES**

### **SUMMARY**

Sugar cane spirit is a national Brazilian drink with great capacity of expansion to both, internal and external markets. Quality and consumer's satisfaction are important points for success of this product. To satisfy the needs and consumers' expectations, it is necessary to analyze and describe the nature of differences and sensory preferences of spirits produced in different ways. The objective of this research was to evaluate the acceptance level of recently distilled and aged sugar-cane spirits in barrels made of different wood species, using affective and descriptive tests. Acceptance scores were obtained from a panel of consumers while descriptive scores were given by a trained panel. Analyses of Variance (ANOVA) showed that spirits aged stored in oak and jequitibá barrels for eight and 12 months had larger acceptance, with an average of around seven on the hedonic scale of nine points. Principal Component Analyses (PCA) allowed the construction of internal preference mapping (IPM) and sensory mapping. The IPM with the attributes of the trained panel associated the spirits of good acceptability to increased viscosity, astringent flavor and aroma and wood flavor. Recently distilled spirit had lower acceptability, average around four, and was associated with aroma and flavor of cane molasses, alcoholic aroma and aggressive flavors and initial and residual alcoholic. Aged spirits had larger acceptance than recently distilled drinks. Moreover, spirits aged in Brazilian national woods had the same acceptability level as drinks aged in oak.

**Key words:** sugar-cane spirits, Internal Preference Mapping (IPM), aging, test of acceptance.

## 1. INTRODUÇÃO

Para garantir o sucesso de um produto é necessário obter informações sobre as expectativas dos consumidores perante o mesmo. Não importa quão poderosa imagem é criada através da marca, embalagem ou marketing, o sucesso ou insucesso de um alimento, por exemplo, depende fundamentalmente de seu desempenho no paladar do consumidor. Bom marketing garantirá apenas a primeira venda, não garantindo sucessividade [8, 13, 18]. Para um produto em expansão no mercado mundial, como a aguardente, é de fundamental importância descrever a natureza das diferenças e preferências sensoriais, podendo assim antecipar as reações dos consumidores.

Para satisfazer necessidades e expectativas específicas de uma determinada faixa de mercado é necessário analisar a preferência dos consumidores em base individual, ou por grupo homogêneo, e prever seu comportamento na escolha do produto. É muito importante determinar o quanto cada produto é preferido ou não, sem o compromisso com o marketing de imagem. A relação do grau de preferência com as características sensoriais ou mesmo físico-químicas dos produtos permite orientar modificações na formulação para se aumentar a demanda no mercado [8, 11, 13, 16, 18].

A análise sensorial é muito empregada em pesquisas nas indústrias de alimentos. Uma finalidade desta análise é obter descrição das diferenças nos produtos utilizando para isso, um método denominado de análise descritiva, em que um painel treinado de pessoas caracteriza e descreve a intensidade das características sensoriais observadas nos produtos avaliados. Em adição, dados de preferência destes produtos podem ser obtidos aplicando-se estudos de consumidores [1, 7, 13].

Em pesquisas sensoriais descritivas e de preferência, as pessoas usam seus sentidos para avaliar certas propriedades dos produtos. Os membros de um painel sensorial ou de consumidores são usualmente referidos como assessores ou julgadores, e seus julgamentos podem ser com relação a qualidade global do produto em análise, ou simplesmente aceitação do mesmo. Pode-se também avaliar propriedades específicas como seu doce gosto, sua cor, seu gosto amargo ou a aspereza de sua superfície. Estas propriedades

são chamadas de atributos, e constituem as variáveis da análise estatística usada para avaliar os resultados sensoriais e estudos de consumidores [6].

Uma simples análise de preferência permite definir o nível de aceitabilidade de um produto perante um grupo de pessoas, todavia isso não é suficiente quando se faz necessário explicar as razões da preferência. Determinar a razão pela qual determinado produto é mais aceito que outro pode ser obtido através da análise das relações entre os dados de preferência e os dados descritivos. Como os consumidores muitas vezes não estão aptos a utilizar termos para descrever as características sensoriais de um produto e escalas de valores para quantificar estas características, é necessário que os dados descritivos sejam obtidos analiticamente e objetivamente por um painel treinado [7, 13].

Uma técnica desenvolvida para alcançar o objetivo de comparar a preferência dos produtos e correlacionar com as características sensoriais, e assim poder determinar as razões que levam um produto a ser consumido, é denominada de Mapa de Preferência. É um método estatístico multidimensional, que consiste de uma adaptação de análise de componente principal (ACP) e de regressão polinomial para os dados de preferência e descritivo. Mapa de Preferência reproduz informações preciosas sobre a resposta de cada consumidor em um formato visual de fácil entendimento. A técnica de mapa de preferência pode possibilitar o pesquisador identificar grupos de consumidores com diferentes preferências e padrões de consumo [7, 11, 12, 18].

Mapa de preferência pode ser dividido, segundo HELGESEN et al. [11], em duas categorias, análise externa e interna. Ambas podem correlacionar dados descritivos e de preferência, porém este correlato é realizado de formas distintas. Na análise interna os dados utilizados para construção do mapa são provenientes do painel de consumidores, podendo ser correlacionado com os dados descritivos obtidos por um painel treinado. Já na análise externa o mapa é construído baseando-se nos dados provenientes do painel treinado, sendo então correlacionado com os dados de preferência.

As análises estatísticas necessárias para se obter um mapa de preferência interno (MPI) apresentam uma mesma tendência, ao se observar as informações fornecidas por diversos pesquisadores. Geralmente, os dados dos consumidores são adicionados, na forma de um vetor, a um mapa interno de amostras, gerado a partir de uma ACP. Tem-se um vetor para cada consumidor, que mostra a direção individual crescente de preferência. Nesta variação do método de mapa de preferência, os indivíduos da ACP são os produtos e as variáveis são os consumidores. Pode-se adicionar ao MPI dados sensoriais descritivos, realizando uma regressão entre cada variável sensorial (atributo) e os componentes principais (CPs) da ACP dos dados de preferência [5, 11, 13, 16, 18].

As análises estatísticas requeridas para se obter um mapa de preferência externo (MPE) também apresentam uma mesma tendência, porém com algumas variações no tocante ao método de análise utilizado. No geral, os resultados obtidos de dados descritivos são analisados utilizando um método multivariado (Análise de Componente Principal, General Procrustes Analysis - GPA, análise de correspondência, análise fatorial múltipla, análise canônica) e com o resultado é construído o mapa externo [3]. Os dados de preferência podem simplesmente ser regredidos contra os dados descritivos, ou realizar análise de agrupamento (cluster analysis) nos escores de consumidores, antes de realizar a regressão entre os grupos de dados.

MPE é uma ferramenta que permite dados de consumidores serem mapeados em um espaço multidimensional, derivado de outros dados de não preferência (externo) relacionado a estímulos. O espaço externo é usualmente obtido por ACP de dados sensoriais descritivos gerados por um painel treinado [9, 10]. No mapa de preferência externo, os dados de aceitação de cada indivíduo são regredidos contra os escores de PC's obtidos da análise descritiva, ou seja, realiza-se uma regressão polinomial para cada consumidor (vetor Y) contra as características sensoriais (matriz X) [12, 18].

DAILLANT-SPINLER et al. [5] utilizaram mapa de preferência interno para associar aceitação de 12 variedades de maçãs do hemisfério sul avaliadas por 120 consumidores, utilizando escala hedônica não estruturada de 10 cm, ancorada no extremo esquerdo em 'desgostei extremamente', e no extremo direito em 'gostei extremamente' e dados descritivos obtidos por um painel treinado de 12 julgadores.

ARDITTI [1] utilizou MPI para identificar grupos de consumidores de “nuggets” de frango congelados, em quatro países Europeus. MONTELEONE et al. [13] associaram através do MPI dados obtidos por um painel treinado de oito julgadores que avaliaram óleo de oliva extra virgem encontrados no mercado da província de Potenza – Itália, com dados obtidos por 100 consumidores, que avaliaram oito marcas de óleo de oliva com relação a cor, odor e sabor.

GOU et al. [9] utilizaram mapa de preferência externo para associar dados obtidos por um painel treinado de 12 julgadores que avaliaram quatro amostras de óleo vegetal (óleo de oliva, óleo de oliva extra virgem, óleo de girassol e óleo de oliva “pomace”). Para teste de aceitação foram recrutados 100 consumidores habituais. Os dados descritivos foram analisados utilizando General Procrustes Analysis e os de consumidores através de análise de agrupamento (cluster analysis). A integração dos diferentes dados foi obtida por análise de regressão.

RISVIK et al. [16] estudaram a relação entre a técnica convencional de obtenção de perfil sensorial e a técnica de mapa projectivo. O mapa do perfil sensorial convencional é obtido por um painel treinado de 12 julgadores que avaliaram sete formulações comerciais de sopa em pó. Já o mapa projectivo foi obtido por um grupo separado de oito consumidores. Os julgadores foram questionados a colocar as amostras a serem avaliadas em um mapa de duas dimensões (papel A3).

Os escores obtidos pelo perfil convencional foram analisados utilizando Análise de Componente Principal, onde os resultados foram biplotados, ou seja, em um mesmo gráfico plotou-se as amostras (escores dos CPs) e os atributos (cargas dos CPs). Os dados do mapa projectivo foram coletados convertendo os mapas em papel A3 dos consumidores para coordenadas em dois eixos (X e Y) [16].

São poucas as informações sobre utilização de Mapa de Preferência para caracterização de bebidas alcoólicas. QANNARI et al. [14] cita Martin por ter utilizado MPI para avaliar escores de aceitação de 50 consumidores para seis variedades de “soft drink”. Foi utilizado escala hedônica de 9 pontos. Os escores de cada consumidor foram centrados sobre sua origem e análise hierárquica de agrupamento, utilizando a distancia  $d$ , e o método de Ward foram implementados. CAVALHEIRO et al. [2 ] avaliaram a aceitação de sete amostras de aguardente de cana, sendo 5 marcas comerciais e 2 destiladas em laboratório (alambique de cobre e de aço inoxidável). Para o teste de aceitação foram recrutados 89 julgadores através de um questionário de avaliação relativo à efetividade. Foi utilizada escala hedônica de nove pontos, onde os escores obtidos foram analisados por dois métodos estatísticos: mapa de preferência interno e análise de variância univariada com comparação de médias pelo teste de Tukey.

Assim, este trabalho teve por objetivo obter informações sobre as razões de aceitação ou preferência de aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes tipos de madeira, utilizando-se Mapa de Preferência Interno (MPI).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Material de análise**

Foi envelhecida aguardente de cana-de-açúcar recém destilada da marca Velha Aroeira em tonéis de três tipos de madeira: angelim vermelho (*Dinizia excelsa*) e jequitibá (*Cariniana rubra*), espécies nativas e o carvalho (*Quercus alba*). Foram retiradas amostras de cada tonel em diferentes períodos de maturação. Assim, ao final do período de estocagem obteve-se as seguintes amostras para serem avaliadas: aguardente recém destilada, envelhecida em tonel de jequitibá e carvalho durante quatro, oito e 12 meses, e em tonel de angelim durante quatro e oito meses, totalizando nove amostras.

### **2.2. Metodologia sensorial**

#### **2.2.1. Painel de consumidores**

Participaram desta etapa 44 consumidores de faixa etária entre 20-47 anos. As análises foram realizadas em cabinas individuais, com iluminação natural, onde cada julgador avaliou a impressão global das nove amostras utilizando uma escala hedônica de nove pontos, ancorada em seus extremos com os termos 'gostei extremamente' e 'desgostei extremamente'. As amostras foram apresentadas uma a uma, de forma aleatória.

#### **2.2.2. Painel treinado**

O método utilizado para descrever e quantificar as amostras em análise foi a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Para isso, foram selecionados candidatos a participarem do painel sensorial que apresentavam disponibilidade de tempo, acuidade sensorial e boa vontade em participar do trabalho.

As seguintes etapas da ADQ foram realizadas: recrutamento e pré-seleção de julgadores, levantamento da terminologia descritiva e treinamento, seleção de julgadores e avaliação das amostras, conforme descrito no capítulo Perfil sensorial de aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de três espécies de madeira.

O treinamento do painel e a avaliação das amostras duraram aproximadamente sete semanas. Os julgadores levantaram um total de 15 atributos que descreviam as amostras. Com o objetivo de quantificar as características sensoriais levantadas, cada característica sensorial foi quantificada através de uma linha de escala não estruturada de 9 cm, ancorada verbalmente em ambos os extremos.

As nove amostras foram apresentadas aos oito julgadores duas a duas, para garantir aleatoriedade na forma de apresentação e os julgadores avaliaram todas as combinações possíveis de amostras, sem assim, saturar seus paladares. As amostras foram avaliadas em nove repetições.

### 2.3. Análises dos resultados

#### 2.3.1. Painel de consumidores

Com os escores obtidos da escala hedônica utilizada no teste de aceitação foi realizada análise de variância (ANOVA) adotando-se o delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos no esquema de parcelas subdivididas com 44 repetições (julgadores). Os tratamentos das parcelas constituíram três tipos de madeira, enquanto os três tempos de envelhecimento, as subparcelas.

É importante ressaltar que se trata de uma análise com dados desbalanceados, pois os escores da aguardente envelhecida em angelim durante 12 meses não foram avaliados, assim como os dados da aguardente recém destilada (tempo 0). O esquema geral da ANOVA está apresentado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Esquema da ANOVA<sup>1</sup>

<b>FV</b>	<b>GL</b>
Tmad.	2
Julg.	43
Resíduo (a)	86
Tempo	2
Tmad*tempo	3
Resíduo (b)	215

<sup>1</sup> Adotou-se a soma de quadrado tipo três [17].

Para avaliar o efeito do tempo de envelhecimento da aguardente sobre a aceitação, foram ajustadas equações de regressão e, neste caso, os dados da aguardente recém destilada foram considerados.

Na construção do Mapa de Preferência Interno (MPI) foi realizada análise de componente Principal (ACP) com o objetivo de obter um consenso na configuração do estímulo sensorial utilizando somente dados de aceitação. Com o resultado da ACP foi construído um mapa de amostra com os escores dos componentes principais (CPs) e um mapa de consumidores com as cargas (loadings) dos CPs, que representa o coeficiente de correlação entre cada consumidor (variáveis) e os escores de cada CP. Na junção dos plots de amostra e consumidor, os consumidores são representados na forma de um vetor normalizado, onde a direção mostra a preferência no mapa de amostra [11, 15].

A análise por componentes principais consiste em transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, de dimensões equivalentes e propriedades importantes. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, que são independentes entre si e com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos de variação total contida nos dados iniciais [4]. De forma simplificada, a ACP reduz a dimensionalidade do conjunto original de variáveis com a menor perda possível de informações e ainda permite o agrupamento de indivíduos (tratamentos) similares através de gráficos em espaço bi ou tridimensional de fácil interpretação geométrica [15].

### **2.3.2. Painel treinado**

Foi realizada Análise de Componente Principal (ACP) nas médias dos escores obtidos da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Assim foi construído um mapa sensorial com os escores dos componentes principais de cada uma das nove amostras e as cargas (loadings) entre as variáveis (15 atributos sensoriais) e as amostras.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por programas do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) [17].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o resumo da análise de variância apresentado no Quadro 2, pode-se observar que há diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre o grau de aceitação das aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira e tempos de envelhecimento. Como os tratamentos foram esquematizados na forma de parcela subdividida, foi avaliada a interação entre as fontes de variação tempo de envelhecimento e tipo de madeira (tmad\*tempo), verificando-se interação não significativa ( $p > 0,01$ ). Independente deste resultado foram ajustadas equações lineares e quadráticas para cada tipo de madeira, já que a fonte de variação tipo de madeira apresentou diferença sensorial significativa ( $p \leq 0,01$ ).

A análise de regressão para o tempo de envelhecimento mostra uma tendência de aumento crescente do grau de aceitabilidade da aguardente de cana maturada durante 12 meses em tonel de jequitibá. A bebida estocada em carvalho apresentou tendência de aumento de aceitação até o oitavo mês de maturação, e uma ligeira queda entre oito e 12 meses. Mesmo assim a aguardente envelhecida em carvalho apresentou maior aceitação que a jequitibá. A aguardente envelhecida em angelim apresentou aumento de aceitação até o quarto mês de estocagem. Do quarto para o oitavo mês houve uma brusca queda na aceitação da mesma. Essas tendências encontram-se ilustradas na Figura 1.

Quadro 2. Resumo da ANOVA dos escores da escala hedônica de aceitação de aguardente de cana

FV	GL	QM	Prob. > F
Tmad	2	42,0303	0,0001
Julg	43	10,2450	0,0001
Resíduo a	86	4,0040	
Tempo	2	7,3409	0,0020
Tmad*tempo	3	17,9596	0,1272
Resíduo b	215	3,5261	

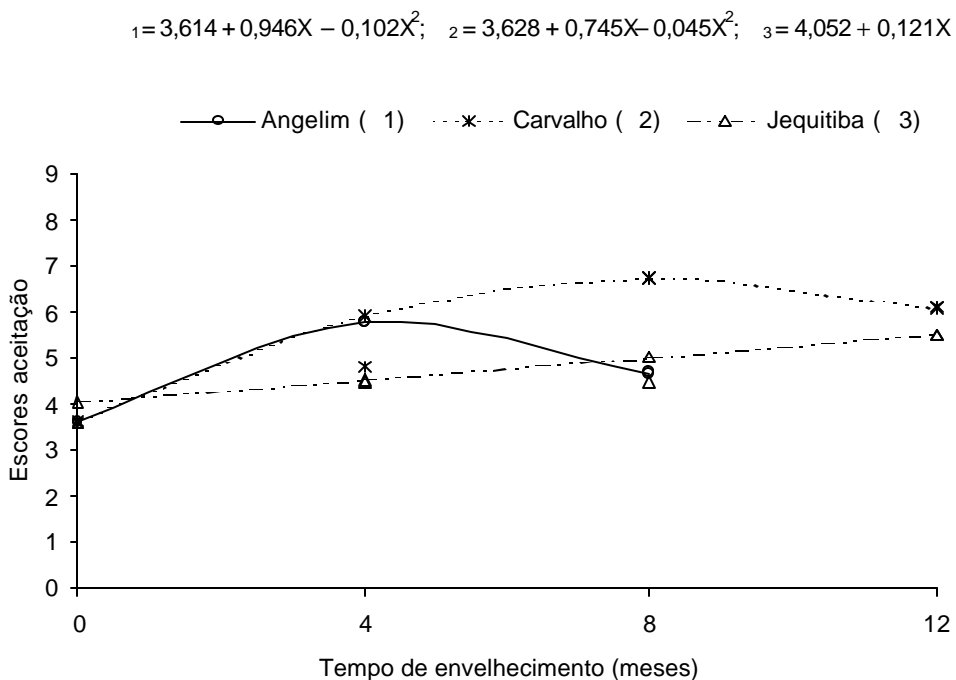


Figura 1. Curva e equação representativa dos escores de aceitação de aguardente envelhecida em tonéis de angelim, carvalho e jequitibá.

Com os mesmos dados de aceitação foi construído Mapa de Preferência Interno (MPI). A Análise de Componente Principal (ACP) dos escores fornecidos pelos julgadores mostra que 60% da variação da preferência foi explicada pelos três primeiros componentes principais (Figura 2A e 2B). As amostras presentes nos quadrantes de maior concentração de vetores de consumidores são as que apresentaram maior aceitabilidade.

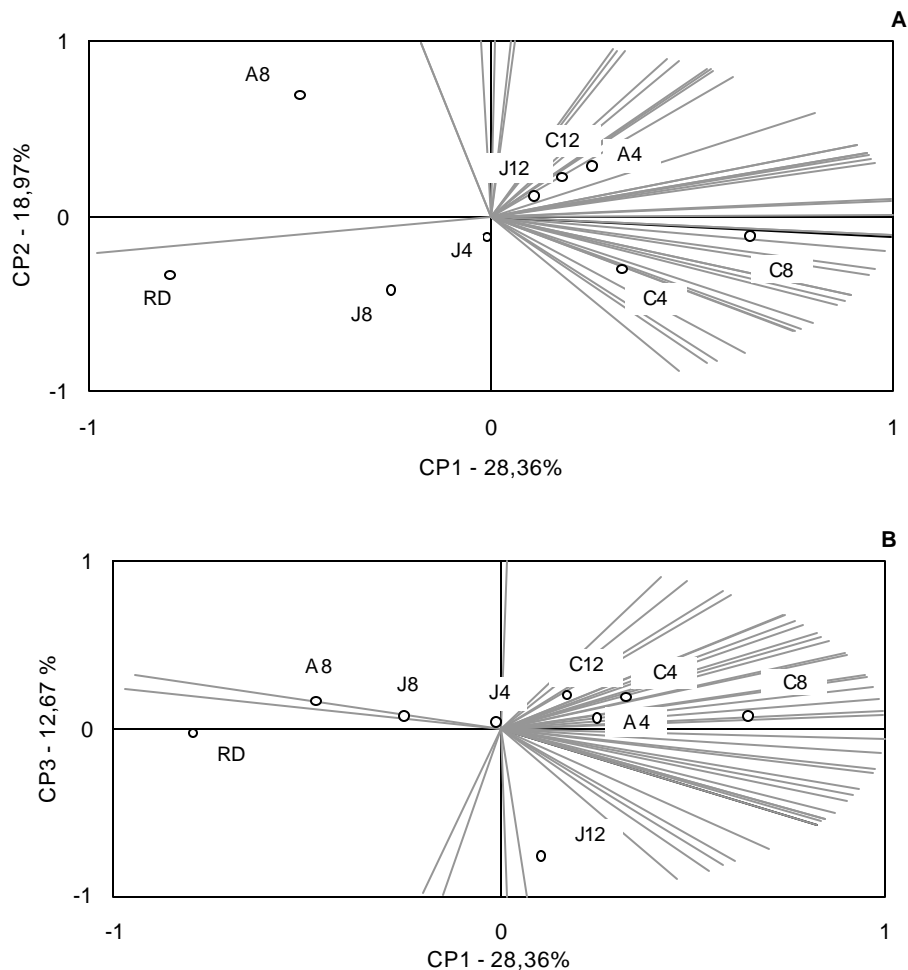


Figura 2. Mapa de preferência Interno de aguardente de cana envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira. (A) CP 1 x CP 2 e (B) CP 1 x CP 3.

**Legenda:**

RD – aguardente recém destilada;  
A4, C4 e J4 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por quatro meses, respectivamente;  
A8, C8 e J8 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por oito meses, respectivamente;  
C12 e J12 – aguardente maturada em carvalho e jequitibá por 12 meses, respectivamente.

Através da correlação dos escores dos Componentes Principais das amostras do MPI com os escores das características sensoriais avaliadas por um painel treinado de aguardente, é possível associar as amostras de melhor aceitação com os atributos sensoriais que caracterizam as aguardentes envelhecidas em diferentes espécies de madeira. A correlação entre esses dados é denominada de carga (loading). No Quadro 3 apresenta-se os valores das cargas utilizados para a construção da Figura 3A e 3B.

Quadro 3. Cargas (loadings) entre os escores das características sensoriais e os escores dos CPs das amostras do MPI de aguardente de cana maturada em tonéis de diferentes espécies de madeira

	CP1	CP2	CP3
Cor amarela	0,7084	-0,2680	0,1108
Cor marrom	-0,1854	0,7949	0,2235
Viscosidade	0,5800	0,6796	0,2567
Aroma alcoólico	-0,4240	-0,7239	0,1362
Aroma de madeira	0,6489	0,5700	0,0351
Aroma melão de cana	-0,6506	-0,4265	0,0035
Gosto amargo	-0,1356	0,6448	-0,2280
Gosto ácido	0,8089	-0,5406	0,2947
Gosto doce	0,3285	-0,5492	0,4836
Sabor alcoólico inicial	-0,4699	-0,5759	0,1457
Sabor alcoólico residual	-0,4363	-0,5824	0,1182
Sabor de madeira	0,6240	0,5235	0,0542
Sabor de melão de cana	-0,6763	-0,4086	0,0002
Sabor adstringente	0,4953	0,6731	0,0575
Sabor agressivo	-0,4514	-0,5610	0,1544

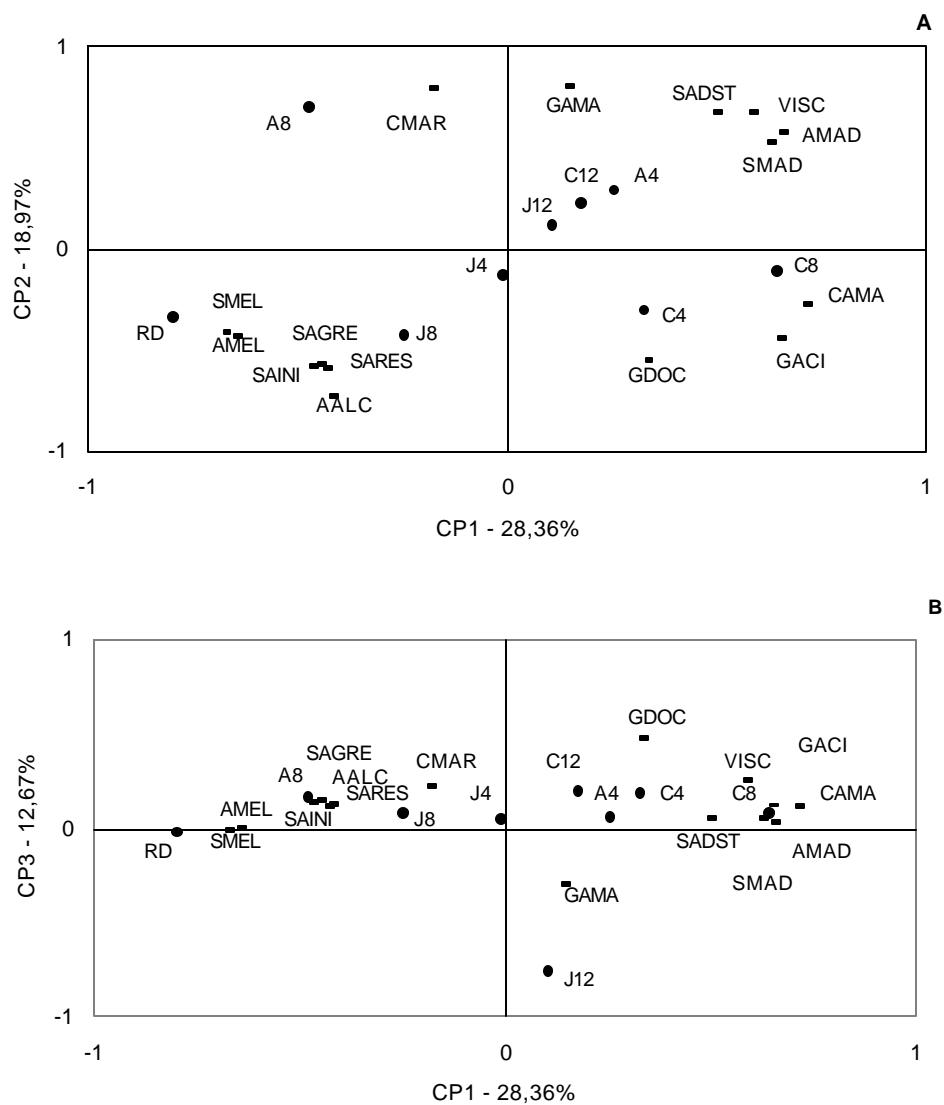


Figura 3. Mapa de Preferência Interno e cargas das características sensoriais avaliados por um painel treinado de aguardente de cana envelhecida. (A) CP 1 x CP 2; (B) CP 1 x CP 3.

**Legenda:**

RD – aguardente recém destilada;

A4, C4 e J4 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por quatro meses, respectivamente;

A8, C8 e J8 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por oito meses, respectivamente;

C12 e J12 – aguardente maturada em carvalho e jequitibá por 12 meses, respectivamente;

CAMA – cor amarela

VISC – viscosidade

AMAD – aroma de madeira

GACI – gosto ácido

GDOC – gosto doce

SARES – sabor alcóólico residual

SMEL – sabor melão de cana

SAGRE – sabor agressivo

CMAR – cor marrom

AALC – aroma alcóólico

AMEL – aroma de melão

GAMA – gosto amargo

SAINI – sabor alcóólico inicial

SMAD – sabor de madeira

SADST – sabor adstringente

O Componente Principal 1 de preferência mostra uma alta associação entre as seguintes características sensoriais: aroma de madeira (AMAD), sabor de madeira (SMAD), sabor adstringente (ADST) e viscosidade (VISC). Estes atributos estão em posição contrária a aroma alcoólico (AALC), sabor alcoólico inicial (SAINI), sabor alcoólico residual (SARES), sabor agressivo (SAGRE), aroma melão de cana (AMEL) e sabor melão de cana (SMEL). A contraposição destes dois grupos de atributos sensoriais estão relacionados a diferenciação entre a aguardente recém destilada e as aguardentes envelhecidas em carvalho durante quatro e oito meses.

O componente principal 2 é o responsável pela diferenciação entre aguardente envelhecida em angelim durante oito meses, associada a cor marrom (CMAR) e gosto amargo (GAMA), e envelhecida em carvalho durante quatro e oito meses, associadas a cor amarela (CAMA), gosto ácido (GACI) e gosto doce (GDOC). O componente 3 de preferência está altamente correlacionado aos mesmos atributos correlacionados ao CP 2, inclusive com relação a diferenciação dos mesmos, porém é o responsável pela contraposição da aguardente envelhecida durante 12 meses em jequitibá das demais amostras.

O mapa sensorial obtido dos escores avaliados pelo painel treinado encontra-se ilustrado na Figura 4A e 4B. As correlações entre os atributos e a diferenciação das amostras foram muito parecidas com os obtidos pela correlação dos mapas internos de preferência e as características sensoriais avaliadas na ADQ. No mapa obtido pelo painel treinado é possível diferenciar de forma mais clara as amostras envelhecidas em tonéis de diferentes madeiras e diferentes tempos de maturação. A análise de componente principal dos escores fornecidos pelos julgadores do painel treinado mostra que 61% da variação das características sensoriais foram explicadas pelos três primeiros componentes principais.

O componente principal 1 está diretamente relacionado a contraposição de dois grupos de características sensoriais. O grupo 1 engloba as aguardentes envelhecidas, que estão associadas a viscosidade, aroma de madeira, sabor de madeira e sabor adstringente. O grupo 2 engloba a aguardente recém destilada associada a aroma de melão de cana, sabor melão de cana, aroma alcoólico, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual e sabor agressivo.

O componente principal 2 contrapõe as características cor amarela, gosto ácido e gosto doce, associadas a aguardente envelhecida em carvalho e jequitibá durante quatro, oito e 12 meses de envelhecimento contra cor marrom e gosto amargo, associados a aguardente envelhecida em angelim durante quatro e oito meses.

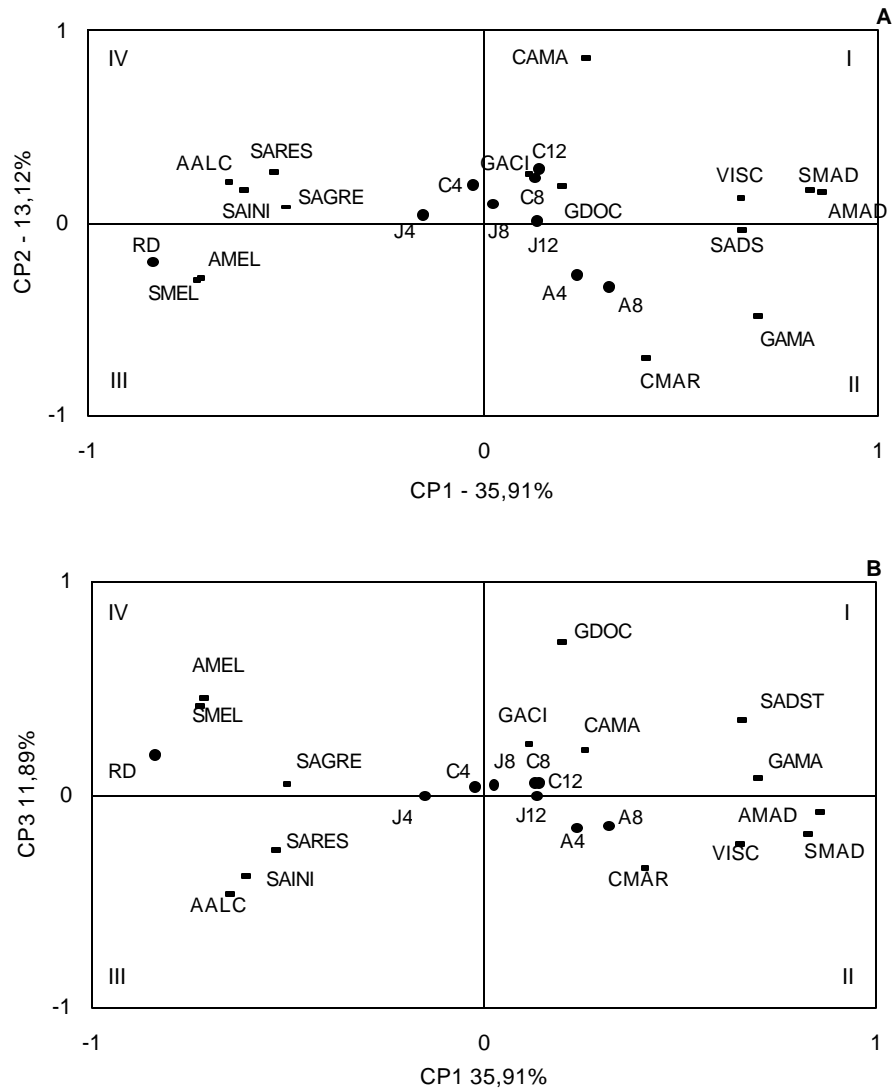


Figura 4. Dispersão das amostras em relação aos três primeiros componentes principais e cargas (loadings) dos dados descritivos de um painel treinado para avaliar aguardente de cana envelhecida.

(A) CP 1 x CP 2; (B) CP 1 x CP 3.

**Legenda:**

RD – aguardente recém destilada;

A4, C4 e J4 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por quatro meses, respectivamente;

A8, C8 e J8 – aguardente maturada em angelim, carvalho e jequitibá por oito meses, respectivamente;

C12 e J12 – aguardente maturada em carvalho e jequitibá por 12 meses, respectivamente.

CAMA – cor amarela

VISC – viscosidade

AMAD – aroma de madeira

GACI – gosto ácido

GDOC – gosto doce

SARES – sabor alcoólico residual

SMEL – sabor melão de cana

SAGRE – sabor agressivo

CMAR – cor marrom

AALC – aroma alcoólico

AMEL – aroma de melão

GAMA – gosto amargo

SAINI – sabor alcoólico inicial

SMAD – sabor de madeira

SADST – sabor adstringente

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo da aceitação das amostras de aguardente de cana recém destilada e envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira e tempos de maturação, mostra que as aguardentes envelhecidas apresentaram maior aceitabilidade que a bebida recém destilada.

As análises univariada e multivariada mostraram grande aceitabilidade das aguardentes maturadas em carvalho e jequitibá, além de um ligeiro acréscimo na aceitação com o aumento do tempo de maturação. O Mapa de Preferência Interno associado aos dados descritivos obtidos pelo painel treinado mostra que a aceitação destas amostras está diretamente relacionada ao aroma e sabor de madeira, sabor adstringente e viscosidade. Para este grupo de consumidores a bebida recém destilada foi a aguardente de menor aceitação e está diretamente associada ao aroma e sabor melaço de cana e aroma alcoólico, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual e sabor agressivo.

Pode-se observar com esses resultados que o envelhecimento de aguardente em tonéis de madeira por um período não inferior a oito meses, traz grandes benefícios sensoriais à bebida, fazendo com que tenha uma boa aceitabilidade perante o grupo de consumidores em potencial do produto. A observação destas informações só foi possível pela análise multivariada realizada nos dados de aceitação e a associação com dados descritivos. Desta forma pode-se concluir que a análise univariada, hoje, não é a única forma de se avaliar resultados sensoriais, e análise multivariada na forma de mapa de preferência, é uma ferramenta estatística adequada para esses tipos de dados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARDITTI, S. Preference mapping: a case study. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 5/6, p. 323-327, 1997.
- [2] CAVALHEIRO, S.F.L., FARIA, J.B., CARDELLO, H.M.A.B. Análise afetiva de aguardentes comerciais e obtidas em laboratório por métodos estatísticos univariados e mapa de preferência interno. **III Simpósio Latinoamericano de Ciências de Alimentos**, 16 a 19 novembro de 1999.
- [3] COURONNE, T. Application de l'analyse factorielle multiple à la mise en relation de données sensorielles et de données de consommateurs. **Sciences des Aliments**, v. 16, p. 23-35, 1996.
- [4] CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. 1994. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Imprensa Universitária UFV.
- [5] DAILLANT-SPINLER, 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 Quality and preference**, v. 7, n. 2, p. 113-126, 1996.
- [6] DIJKSTERHUIS, G. Multivariate data analysis in sensory and consumer science: an overview of developments. **Trends in Food Science e Technology**, v. 6, p. 206-211, 1995.
- [7] ELMORE, J.R., HEYMANN, H., JOHNSON, J., HEWETT, J.E. Preference mapping: relating of "creaminess" to a descriptive sensory map of a semi-solid. **Food Quality and Preference**, v. 10, p. 465-475, 1999.
- [8] GAINS, N., GUTTERIDGE, C. Putting taste on the map. **Dairy Industries International**, v. 56, n. 5, p. 31-32, 1991.
- [9] GOU, P., GUERRERO, L., ROMERO, A. The effect of panel selection and training on external preference mapping using a low number of samples. **Food Science and Technology International**, v. 4, p. 85-90, 1998.
- [10] GREENHOFF, K., MACFIE, H.J.H. Preference mapping in practice. In: MACFIE, H.J.H., Thomson, D.M.H. **Measurement of Food Preferences**. Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1994.

- [11] HELGESEN, H., SOLHEIM, R., NAES, T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 2, p. 97-109, 1997.
- [12] HOUGH, G., SÁNCHEZ, R. Descriptive analysis and external preference mapping of powdered chocolate milk. **Food Quality and Preference**, v. 9, n. 4, p. 197-204, 1998.
- [13] MONTELEONE, E., CARLUCCI, A., CAPORALE, G., WAKELING, I. Analisis della preferenza dei consumatori per l'olio extra vergine di oliva. **La rivista italiana delle sostanze grasse**, v. 74, p. 415-421, 1997.
- [14] QANNARI, E.M., VIGNEAU, E., LUSCAN, P., LEFEBVRE, A.C., VEY, F. Clustering of variables, application in consumer and sensory studies. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 5/6, p. 423-428, 1997.
- [15] REGAZZI, A.J. Análise de componentes principais. **INF 766 - Análise Multivariada (notas manuscritas)**. Viçosa, DPI-UFV, 1999. Cap 3.
- [16] RISVIK, E., MCEWAN, J.A., RODBOTTEN, M. Evaluation of sensory profiling and projective mapping data. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 1, p. 63-71, 1997.
- [17] SAS Institute. **SAS User's guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1996
- [18] SCHLICH, P., MCEWAN, J.A. Cartographie des préférences: un outil statistique pour l'industrie agro-alimentaire. **Sciences des Aliments**, v. 12, p. 339-355, 1992.

## CONCLUSÕES GERAIS

A avaliação sensorial de aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes espécies de madeira por um painel treinado, utilizando ADQ, mostrou que os atributos aroma e sabor melaço de cana sofreram diminuição de intensidade com o tempo de maturação, demonstrando assim, que aroma e sabor de melaço de cana são características sensoriais típicas de aguardente recém destilada. A viscosidade, o sabor adstringente, o aroma e sabor de madeira apresentaram aumento de intensidade durante os 12 meses de estocagem, tendência esta natural, já que ocorrem migrações de componentes da madeira à bebida envelhecida. Já os atributos aroma alcoólico, sabor agressivo e sabor alcoólico inicial e residual, apresentaram decréscimo de intensidade.

A ANOVA e a ACP mostraram maior aceitação das aguardentes maturadas em carvalho e jequitibá, além de um ligeiro acréscimo de preferência com relação ao aumento do tempo de maturação. O Mapa de Preferência Interno correlacionado com os dados descritivos obtidos pelo painel treinado mostra que a aceitação destas amostras está diretamente relacionada ao aroma e sabor de madeira, sabor adstringente e viscosidade. Para este grupo de consumidores a bebida recém destilada foi a aguardente de menor aceitação e está diretamente associada ao aroma e sabor melaço de cana e aroma alcoólico, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual e sabor agressivo. Pode-se concluir desta forma, que o envelhecimento de aguardente em tonéis de madeira traz grandes benefícios sensoriais à bebida, fazendo com que tenha uma boa aceitabilidade perante o grupo de consumidores em potencial do produto.

Em relação às características físico-químicas avaliadas, as aguardentes envelhecidas em tonéis de carvalho e jequitibá apresentaram-se dentro dos limites dos padrões de qualidade estipulados pelo Ministério da Agricultura e a aguardente envelhecida em angelim apresentou-se fora dos padrões legais quanto ao teor de ésteres totais e acidez volátil. Desta forma, pode-se concluir que diferentes espécies de madeira seriam responsáveis por conferir as aguardentes perfis sensoriais e físico-químicos próprios, sendo a jequitibá a que apresentou essas características mais próximas ao carvalho.

