

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

**Caracterização sensorial e química de cachaça mono e
bidestilada, envelhecidas em tonéis de carvalho.**

MICHELLE BOESSO ROTA

Tese para obtenção do Título de Doutor em Ciência de Alimentos.

ORIENTADOR
PROF. DR. JOÃO BOSCO FARIA

ARARAQUARA - 2012

MICHELLE BOESSO ROTA

**Caracterização sensorial e química de cachaça mono e
bidestilada, envelhecidas em tonéis de carvalho.**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação
em Alimentos e Nutrição da Faculdade de
Ciências Farmacêuticas da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como requisito para obtenção do título de Doutor
em Alimentos e Nutrição –Área de Ciência dos
Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

ARARAQUARA

DEZEMBRO - 2012

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

R842c Rota, Michelle Boesso
Caracterização sensorial e química de cachaça mono e bidestilada,
envelhecidas em tonéis de carvalho / Michelle Boesso Rota. – Araraquara,
2012
106 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita
Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação
em Alimentos e Nutrição
Orientador: João Bosco Faria

1. Cachaça. 2. Bidestilação. 3. Envelhecimento. I. Faria, João Bosco,
orient. II. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Faria
(Orientador)

Prof. Dr. André Ricardo Alcarde
(Membro Titular)

Profa. Dra. Helena Maria André Bolini
(Membro Titular)

Profa. Dra. Daniela Cardoso Umbelino Cavallini
(Membro Titular)

Prof. Dr. Rubens Monti
(Membro Titular)

DEDICO:

**Ao meu pai, José Augusto Rota,
pelo apoio emocional e físico;
À minha mãe, Nilma Maria Boesso Rota
(*sempre presente*), pelo apoio espiritual.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, pelos conselhos, compreensão e por ser meu maior exemplo de força e caráter;
À minha mãe (*sempre presente*), que com certeza, de onde estiver, deu-me força espiritual para prosseguir pelo caminho que escolhi;

À minha família, por entender meus momentos de ausência e pela força que me transmitiram;
Ao meu marido, Jader Moreno, pela paciência, apoio incondicional, companheirismo e incentivo durante todo meu doutorado;

Ao Prof. Dr. João Bosco Faria, pela orientação e dedicação durante este período de aprendizado;

Ao Prof. Dr. Juan Cacho, do *Laboratório de Análisis del Aroma y Enología*, da *Universidad de Zaragoza-Espanha*, por ter me recebido em seu laboratório, onde tive a oportunidade de grande aprendizado. Ao pessoal da sua equipe, em especial à Liliana Moncayo Martinez e Julian Zapata, por todo apoio e amizade durante o tempo que passei em Zaragoza;

Às minhas amigas da faculdade: Karina Medeiros e Jordana Gianezini, pelas palavras de conforto quando precisei;

Às minhas amigas da pós: Aline Cavalcanti, Crislaine Perez e Mariana Rodrigues, por todo o apoio e companheirismo;

Aos assessores e consumidores dos testes sensoriais pela paciência e colaboração;

Aos membros da banca examinadora pela participação e valiosas sugestões;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela bolsa de doutorado (2009/51371-3);

À Coordenação do Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de doutorado sanduíche – PDEE (6605-10-9);

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

INTRODUÇÃO.....	17
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
1. Cachaça.....	19
1.1 Definição.....	19
1.2 O processo de produção da cachaça: condições da matéria prima, processo de fermentação, destilação e envelhecimento.....	20
2. Compostos Voláteis.....	24
2.1 Estudo dos compostos voláteis presentes na cachaça.....	24
2.2 CG-Olfatometria.....	25
2.2.1 Métodos Quantitativos.....	26
3. Análise Sensorial.....	27
3.1 Análise Sensorial da Cachaça.....	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

CAPÍTULO 2 – DETERMINAÇÃO POR CG-OLFATOMETRIA DOS COMPOSTOS ODORÍFEROS PRESENTES NA CACHAÇA TRADICIONAL E BIDEDESTILADA, DURANTE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO.

RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Reagentes e Padrões.....	37
2.2 Material.....	37
2.2.1 Obtenção das amostras.....	37
2.2.1.1 Amostras tradicionais.....	38
2.2.1.2 Amostras bidedestiladas.....	38
2.3 CG-Olfatometria.....	38
2.3.1 Preparação do Extrato Olfatométrico.....	38
2.3.2 Determinação do tempo de arraste no sistema DHS-SPE para cachaça.....	39
2.3.3 Análise CG-Olfatometria.....	40
2.4 Tratamento de dados.....	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.1 Tempo de armadilha no sistema DHS-SPE para cachaça.....	42
3.2 Análise CG-Olfatometria.....	42
3.2.1 Resultados Olfatométricos.....	42
4. CONCLUSÕES.....	51
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

CAPÍTULO 3 – PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE DE CACHAÇA TRADICIONAL E CACHAÇA BIDESTILADA ENVELHECIDAS EM TONÉIS DE CARVALHO

RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	59
2.1 Material.....	59
2.1.1 Obtenção das amostras.....	59
2.1.1.1 Amostras tradicionais.....	60
2.1.1.2 Amostras bidestiladas.....	60
2.2 Análise Descritiva Quantitativa.....	60
2.2.1 Pré-seleção dos candidatos.....	60
2.2.2 Desenvolvimento da Terminologia Descritiva e Treinamento dos Assessores.....	62
2.2.3 Seleção Final da Equipe de Assessores.....	62
2.2.4 Avaliação Final das Amostras.....	63
2.3 Teste com consumidores- Teste de Aceitação.....	63
2.3.1 Recrutamento e avaliação da aceitação das amostras de cachaça.....	63
2.4 Análise Estatística.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.1 Análise Descritiva Quantitativa.....	64
3.1.1 Recrutamento e Pré-seleção dos Assessores.....	64
3.1.2 Levantamento e Desenvolvimento da Terminologia Descritiva.....	66
3.1.3 Seleção dos Assessores para a Análise Descritiva Quantitativa.....	69
3.1.4 Análise Descritiva Quantitativa.....	70
3.2 Teste de Aceitação.....	73
4. CONCLUSÕES.....	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

CAPÍTULO 4 – COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES EM CACHAÇAS TRADICIONAIS E BIDESTILADAS DURANTE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO.

RESUMO.....	79
ABSTRACT.....	80
1. INTRODUÇÃO.....	81
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	83
2.1 Material.....	83
2.1.1 Obtenção das amostras.....	83
2.1.1.1 Amostras tradicionais.....	83
2.1.1.2 Amostras bidestiladas.....	84
2.2 Determinações físico-químicas da cachaça.....	84
2.3 Determinação de compostos minoritários na cachaça utilizando-se SPE-GC-MS.....	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
4. CONCLUSÕES.....	99
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	101

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segundo IR_{polar} em coluna DB-WAX.....43

Tabela 2 – IR_{polar} dos compostos não identificados em CG-Olafatometria de cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, e seus candidatos avaliados.....45

Tabela 3 - Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segundo valor médio de FM (%) acima de 50.....46

Tabela 4 - Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segundo a diferença entre os valores máximos e mínimos de Frequência Modificada (FM(%)).....48

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Concentração das soluções aquosas dos gostos básicos.....61

Tabela 2 – Níveis de significância (p) para provadores em função de discriminação de amostras ($F_{amostra}$).....69

Tabela 3 - Níveis de significância (p) para provadores em função da repetibilidade ($F_{repetição}$).....69

Tabela 4 – Médias dos atributos para as cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas, envelhecidas 12 e 24 meses.....70

Tabela 5 – Médias de aceitação dos atributos avaliados para as cachaças tradicionais e bidestiladas envelhecidas e sem envelhecer74

CAPÍTULO 4

Tabela 1 – Aspectos da composição química das cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....88

Tabela 2 – Concentrações (ppb) dos compostos voláteis encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....90

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Sistema DHS-SPE.....	39
Figura 2 – Porcentagem de aroma de cachaça perdido no sistema de extração (DHS-SPE).....	42
Figura 3 – PCA de amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses.....	50

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Percentual de acertos dos candidatos para cada estímulo aromático utilizado no teste de reconhecimento de odores.....	65
Figura 2 – Definições e referências dos termos descritivos para as cachaças.....	66
Figura 3 – Ficha utilizada para a análise descritiva das cachaças tradicionais e bidestiladas não envelhecidas, envelhecidas 12 e 24 meses.....	68
Figura 4 – Perfil sensorial em gráfico aranha com as médias dos atributos das cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas 12 e 24 meses, separadamente.....	72
Figura 5 – Representação gráfica da caracterização dos consumidores em relação ao quanto gostam ou desgostam de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e caipirinha.....	73
Figura 6 - Representação gráfica da caracterização dos consumidores em relação à frequência de consumo de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e caipirinha.....	73
Figura 7 – Representação gráfica dos resultados do teste de aceitação em relação à atitude de compra.....	75

CAPÍTULO 4

Figura 1 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	92
Figura 2 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	93
Figura 3 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	94
Figura 4 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	94
Figura 5 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	95
Figura 6 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	95

Figura 7 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	96
Figura 8 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	96
Figura 9 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	97
Figura 10 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	97
Figura 11 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	98
Figura 12 – Perfil de compostos minoritários presentes em cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.....	98

RESUMO GERAL

A cachaça, bebida fermento-destilada mais consumida no Brasil, tem uma produção anual estimada em 1,3 bilhão de litros, envolvendo mais de 5 mil marcas registradas e a estimativa é de que existam ainda mais de 40 mil produtores não registrados, em todo país. Para obtermos uma cachaça de boa qualidade, além dos cuidados que devem ser tomados durante seu processo de produção e o atendimento às exigências dos padrões de qualidade exigidos pela Legislação Brasileira, essa bebida deve apresentar qualidade sensorial que satisfaça ou supere as expectativas de seus consumidores. Para isso, os compostos voláteis, tais como ésteres, álcoois superiores e compostos carbonílicos, assumem papel de grande importância na caracterização do aroma e sabor característicos da cachaça.

O processo de bidestilação para a obtenção da cachaça vem sendo atualmente estudado mas, com a revisão bibliográfica, pode-se observar que o perfil aromático dessa nova bebida e da cachaça tradicionalmente obtida é geralmente determinado pelos compostos presentes maioritariamente nessas bebidas, exigidos pela Legislação Brasileira, não se conhecendo o efeito desse processo de destilação nos compostos odoríferos importantes para a qualidade sensorial dessas bebidas.

Portanto, os compostos voláteis de amostras de cachaça obtidas tradicionalmente e pelo processo de bidestilação, submetidas ou não ao processo de envelhecimento, foram determinados por CG-Olfatometria, sendo encontrados 54 compostos odorantes importantes, dos quais 47 foram identificados. Essa técnica evidenciou a maior complexidade aromática das cachaças bidestiladas, pela presença, nessas amostras, de um maior número de compostos odorantes importantes, em relação às amostras tradicionais.

Dentre os compostos considerados importantes para o aroma da cachaça, 12 foram destacados pela sua contribuição na definição da base aromática da cachaça, e 10 foram considerados responsáveis por promover as diferenças sensoriais observadas entre as amostras estudadas.

A Análise Descritiva Quantitativa das amostras de cachaça foi realizada por nove julgadores selecionados e treinados. O aumento do tempo de envelhecimento, promoveu aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos descritores cor amarela, corpo, aroma amadeirado, aroma açúcar mascavo, aroma banana, aroma mel, aroma baunilha, aroma cravo, gosto amargo, sabor amadeirado, sabor mel e sabor cravo, tanto nas amostras tradicionais quanto nas

bidestiladas, como também diminuição significativa dos descritores aroma alcoólico, aroma melaço, aroma fermentado, pungência bucal, gosto salgado e sabor alcoólico. O teste de aceitação realizado com consumidores de cachaça mostrou uma maior aceitação da cachaça bidestilada envelhecida, principalmente quando submetida a 24 meses de envelhecimento, que apresentou as maiores médias para a maioria dos atributos avaliados.

A composição físico-química das amostras foi determinada maioritariamente por GC-FID e minoritariamente por GC-MS. Todas as amostras bidestiladas apresentaram-se dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos pela Legislação Brasileira, porém as amostras tradicionais apresentaram concentrações maiores do que as permitidas pela nossa Legislação para álcoois superiores, coeficiente de congêneres, 2-butanol, cobre e carbamato de etila. Foram identificados 40 compostos voláteis nas amostras de cachaça estudadas, dentre os quais 12 ésteres, 2 álcoois, 8 terpenos, 8 Fenóis, 3 Lactonas e 2 aldeídos.

Desta forma, cabe destacar que com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que o processo de bidestilação é uma boa alternativa para garantir a qualidade da cachaça, pois o processo promoveu o aumento de compostos odorificamente importantes, a melhor extração de compostos presentes na madeira dos tonéis utilizados para o envelhecimento, evidenciados pela Análise Descritiva Quantitativa e pela determinação dos compostos presentes minoritariamente, aumentando assim a aceitação do produto e adequou os teores dos compostos exigidos pela Legislação Brasileira, principalmente do cobre e do carbamato de etila contaminantes.

GENERAL ABSTRACT

The sugar cane spirit, distilled beverage yeast-most consumed in Brazil, has an estimated annual production of 1.3 billion liters, involving more than 5000 trademark and it is estimated that there are more than 40 thousand farmers not registered in any country. To obtain a good quality of sugar cane spit, and care should be taken during their production process and meeting the requirements of the quality standards required by Brazilian law, this drink should have sensory quality that meets or exceeds the expectations of its consumers. For this, the volatile compounds such as esters, higher alcohols and carbonyl compounds, assume major role in the characterization of the aroma and flavor of sugar cane spirit.

The process of bidistilled for obtaining the cachaça is currently being studied but with the bibliography review, we can observe that the flavor profile of this new beverage and sugar cane spirit traditionally obtained is generally determined mainly by compounds present in these beverages, as required by Brazilian law , not knowing that the effect distillation process in important odoriferous compounds for the sensory quality of these beverages.

Therefore, the volatiles compounds of sugar cane spirit samples traditionally obtained and obtained by the bidistilled process, subjected or not to the aging process were determined by GC-Olfactometry, founded 54 important odorant compounds, 47 of which were identified. This technique showed the greater aromatic complexity of bidistilled cachaças by the presence in these samples, a greater number of important odorous compounds for traditional samples.

Among the compounds considered important to the aroma of sugar cane spirit, 12 were highlighted for their contribution in defining the aromatic base of this beverage, and 10 were considered responsible for promoting the sensory differences observed among samples.

The Quantitative Descriptive Analysis of cachaça samples was carried out by nine judges selected and trained. The increase in aging time, caused a significant increase ($p \leq 0.05$) in the descriptors yellow, body, woody aroma, brown sugar flavor, banana flavor, honey flavor, aroma vanilla, clove aroma, taste bitter, woody flavor honey and clove flavor, both in traditional and in bidestiladas samples, as well as significant decrease of aroma descriptors alcoholic aroma molasses, fermented aroma, pungency mouth, salty taste and flavor alcoholic. The acceptance test conducted with consumers of rum showed greater acceptance of idistilled

aged, especially when subjected to 24 months of age, which showed the highest averages for most attributes.

The physico-chemical composition of the samples was determined by GC-FID majority and minority by GC-MS. All bidistilled samples were within the quality parameters established by the Brazilian law, but the traditional samples had concentrations greater than those permitted by our legislation for higher alcohols, coefficient of congeners, 2-butanol, copper and ethyl carbamate. We identified 40 volatile compounds in cachaça samples studied, among which 12 esters, 2 alcohols, 8 terpenes, 8 phenols, 3 lactones and 2 aldehydes.

Thus, it is worth noting that with the data obtained in this work, one can conclude that the process of bidistilled is a good alternative to ensure quality cachaça, since the process promoted the increase of important odorific compounds, the best extraction of compounds present in wooden casks used for aging, evidenced by Quantitative Descriptive Analysis and determination of the compounds present in a minority, thereby increasing product acceptance and adapted levels of the compounds required by Brazilian law, primarily copper and ethyl carbamate contaminants.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

INTRODUÇÃO

A produção anual da cachaça no Brasil é de cerca de 1,3 bilhões de litros. São mais de 5 mil marcas registradas e a estimativa é que existam mais de 40 mil produtores não registrados, em todo o país. Mesmo com todo o potencial dessa bebida, as exportações ainda representam somente 1% de toda a produção brasileira [1].

De acordo com a Legislação Brasileira (Instrução Normativa n ° 13 de 29 de Junho de 2005), cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com conteúdo alcoólico de 38 a 48% em volume a 20 ° C, obtida pela destilação do caldo de cana de açúcar fermentado, com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de até 6 gramas de açúcar por litro, expressos em sacarose. Quando a adição de açúcar for superior a 6 gramas e até 30 gramas por litro, deve constar no rótulo a designação "adoçada". Ainda segundo nossa Legislação, aguardente de cana também é definida da mesma maneira, porém com graduação alcoólica entre 38 e 54% em volume, a 20 °C [11].

A cachaça envelhecida é definida como a bebida que contém, no mínimo, 50% de cachaça envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade de no máximo 700 litros por período não inferior a um ano.

A **bidestillação** é uma prática normalmente adotada na produção de algumas bebidas destiladas, como o “whisky”, conhaque e rum e consiste em realizar duas destilações sucessivas, em um mesmo alambique ou em alambiques diferentes. Esse processo foi primeiramente proposto para a obtenção da cachaça por Novaes [3] e tinha como objetivo a obtenção de um destilado mais leve, para ser posteriormente envelhecido. Atualmente essa técnica vem sendo empregada visando uma melhor padronização do perfil dos compostos orgânicos secundários das cachaças produzidas em alambiques, visando obter uma bebida sensorialmente distinta com seletividade das frações desejadas, redução da acidez volátil, do conteúdo de cobre e de aldeídos [4] e visando ainda a redução ou até mesmo a eliminação de compostos indesejáveis como metanol, furfural, e carbamato de etila [5].

Esse novo processo vem sendo estudado, visando determinar seu efeito na composição majoritária [9] e a influência do alambique no processo [10], porém até o momento o efeito do processo de bidestillação na caracterização dos compostos voláteis importantes e na qualidade sensorial da cachaça não foi estudado.

Nesse sentido, foram objetivos desse trabalho: determinar o perfil sensorial das cachaças obtidas tradicionalmente e pelo processo de bidestilação; avaliar o efeito da bidestilação e do envelhecimento nos perfis dos compostos voláteis presentes, como também na concentração dos principais compostos odoríferos presentes na cachaça.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. CACHAÇA

1.1 Definição

De acordo com a Legislação Brasileira [11], cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com conteúdo alcoólico de 38 a 48% em volume a 20 ° C, obtida pela destilação do caldo de cana de açúcar fermentado, com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de até 6 gramas de açúcar por litro, expressos em sacarose. Quando a adição de açúcar for superior a 6 gramas e até 30 gramas por litro, deve constar no rótulo a designação "adoçada". Ainda segundo nossa Legislação, aguardente de cana também é definida da mesma maneira, porém com graduação alcoólica entre 38 e 54% em volume, a 20 °C.

A cachaça envelhecida é definida como a bebida que contém, no mínimo, 50% de Cachaça envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade de no máximo 700 litros por período não inferior a um ano.

Os requisitos de qualidade e os limites máximos da composição química para a aguardente de cana e cachaça no Brasil também foram fixados pela Instrução Normativa nº 13, cujos coeficientes de congêneres (soma dos componentes voláteis não álcool) não pode ser inferior a 200 mg.100 mL⁻¹, ou superior a 650 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro, observando-se os seguintes limites máximos para cada componente: 150 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro para acidez volátil (expressa em ácido acético), 200 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de ésteres, 30 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de aldeídos totais, 5 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro da soma de furfural e hidroximetilfurfural e 360 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de álcoois superiores (soma de álcoois n-propílico, isobutílico e isoamílico) [11].

Alguns contaminantes orgânicos presentes nas cachaças, em pequenas quantidades, também são controlados, como é o caso do metanol, do carbamato de etila, dos álcoois sec-butílico (2-butanol) e n-butílico (1-butanol) e de contaminantes inorgânicos como o cobre, chumbo e arsênio [11].

Portanto somente estão aptas para o consumo as bebidas que atendam os limites máximos estipulados pela Legislação Brasileira, que por outro lado, não determina nenhum padrão de qualidade para o sabor e o aroma da cachaça.

1.2 O processo de produção da Cachaça: condições da matéria-prima, processo de fermentação, destilação e envelhecimento.

Para que se obtenham bons resultados na obtenção da cachaça, a cana de açúcar tem que estar em perfeitas condições, em bom estado de maturação, deve ter sido recentemente cortada, não pode apresentar sinais de oxidação e estar devidamente limpa.

Após a colheita e extração do caldo da cana, é importante garantir uma quantidade ideal de açúcares fermentescíveis, valores adequados de pH, presença de nutrientes e as demais condições favoráveis para o metabolismo das leveduras responsáveis pela fermentação.

O processo de **fermentação** envolve basicamente a transformação do açúcar presente no caldo de cana em etanol, e se inicia com a inoculação das leveduras na dorna que contém o mosto de cana de açúcar. Além do etanol, outros compostos também chamados de compostos secundários são produzidos durante o processo fermentativo, incluindo o gás carbônico, os álcoois superiores, o glicerol, o ácido succínico, acético, láctico e butírico, o acetaldeído, cetonas, gás sulfídrico, bases nitrogenadas, ácidos graxos, furfural, aldeídos, ésteres e outros compostos presentes em quantidades menores. Esses compostos são os principais responsáveis pelo aroma e sabor característicos da cachaça, sendo portanto necessário um efetivo controle do processo fermentativo, visando evitar possíveis contaminações paralelas e a produção de compostos indesejáveis para a qualidade da bebida [2].

A principal característica da levedura utilizada no processo fermentativo é a sua resistência ao teor alcoólico, que aumenta no caldo com o tempo de fermentação. A levedura deve também transformar rapidamente o açúcar presente no mosto em álcool, diminuindo o tempo total do processo e assim, minimizando o risco de contaminações por outros microrganismos, que poderão produzir compostos indesejáveis à qualidade sensorial da cachaça.

A forma mais tradicional de **destilação** para obtenção da cachaça é a conduzida em alambiques de cobre e geralmente utilizada por pequenos produtores, denominada descontínua e produz uma bebida com conteúdo alcoólico entre 42 e 48%. Os alambiques são carregados com o vinho de cana e tem a fração volátil esgotada por aquecimento. Os vapores que contém a fração volátil são separados por condensação e a fração não volátil é descartada.

Nesse caso, ocorre um processo de destilação simples, sendo as substâncias separadas gradualmente, de acordo com sua volatilidade. Na mistura água-álcool que se destila inicialmente, estão presentes as substâncias mais voláteis, como o metanol, acetaldeído e acetato de etila, constituintes da fração cabeça, que apresenta um conteúdo de álcool em torno de 65%. A fração intermediária, chamada coração, e que corresponde a 80% do volume total do destilado, é rica em etanol e contém grande parte dos compostos voláteis que estavam presentes no vinho de cana. O etanol e as substâncias voláteis que são destilados nessa fase representam a cachaça propriamente dita, com um teor alcoólico entre 42 e 48% em volume. Na fração final da destilação, chamada de fração cauda (10% do destilado), estão presentes as substâncias menos voláteis, onde se encontram parte dos álcoois superiores.

Atualmente, nas grandes indústrias de cachaça, os processos de destilação utilizam colunas de destilação, geralmente construídas em aço inoxidável, onde o vinho de cana entra continuamente na coluna pela parte superior, que é aquecida pela base com vapor. Na parte superior da coluna de destilação sai continuamente a cachaça pronta, e na parte de baixo a parte não volátil. Esse tipo de processo é chamado de destilação contínua ou em coluna [2].

O cobre tem sido o material mais utilizado na fabricação dos alambiques, e vários trabalhos já mostraram [12] que a composição do alambique utilizado no processo de destilação influencia a qualidade da cachaça, principalmente em relação aos teores de compostos voláteis. Quando destiladas na presença de cobre, as aguardentes apresentam maiores teores de aldeídos e metanol do que as destiladas em alambique de aço inoxidável, enquanto essas apresentavam maiores teores de álcoois superiores, ésteres e dimetilssulfeto.

A **bidestillação** é uma prática normalmente adotada na produção de algumas bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum e consiste em realizar duas destilações sucessivas, em um mesmo alambique ou em alambiques diferentes. Esse processo foi primeiramente proposto para a obtenção da cachaça por Novaes [3] e tinha

como objetivo a obtenção de um destilado mais leve, para ser posteriormente envelhecido. Atualmente essa técnica vem sendo empregada visando também uma melhor padronização do perfil dos compostos orgânicos secundários das cachaças produzidas em alambiques, para a obtenção de uma bebida sensorialmente distinta, apresentando uma maior seletividade das frações desejadas, redução da acidez volátil, do conteúdo de cobre e de aldeídos [4], e visando ainda a redução ou até mesmo a eliminação de compostos indesejáveis como metanol, furfural, e carbamato de etila [5].

Algumas marcas comerciais de cachaça bidestilada já estão presentes no mercado, mas de maneira geral essa prática não é utilizada pelos pequenos produtores brasileiros, sendo ainda a destilação tradicional a mais utilizada para a obtenção da cachaça [6].

No processo de bidestilação, a primeira destilação é conduzida de forma direta, sem cortes, até que o destilado apresente um teor alcoólico entre 25 e 27% de álcool em volume. Esse primeiro destilado é então submetido a uma nova destilação, onde são separadas as frações: cabeça (10% de volume total do alambique), coração (com teor alcoólico em torno de 60%) e cauda.

A fração coração apresenta, nesse caso, um conteúdo alcoólico mais alto que a fração coração de uma cachaça obtida da forma tradicional. Essa fração pode ser então envelhecida, conforme proposto por Novaes [3] ou simplesmente diluída com água destilada para o consumo.

O processo de bidestilação visando a obtenção da cachaça vem sendo recentemente estudado. A composição química e a aceitação de aguardentes de cana, obtidas a partir de um destilado alcoólico simples e envelhecida em tonéis de diferentes madeiras durante 3 anos foram determinados por Alcarde, Souza e Belluco [9], onde foram observados o aumento da concentração da acidez volátil, de furfural, de ésteres, de álcoois superiores, de congêneres e de compostos fenólicos totais, independentemente da madeira utilizada. A aguardente de cana envelhecida em tonel de carvalho foi a que apresentou maior aceitação pelos consumidores, e dentre as madeiras nacionais, ipê-roxo, amendoim, Cabreúva, cerejeira, e pereira foram as que se destacaram em relação às qualidades sensoriais da aguardente.

Alcarde, Souza e Belluco [10] também determinaram o perfil físico-químico da aguardente de cana-de-açúcar produzida por diferentes metodologias de dupla destilação em alambique retificador. Nesse caso, o mosto fermentado de caldo de cana foi destilado de acordo com três metodologias de dupla destilação: a empregada para a

produção de *cognac*, a empregada na produção de *whisky* e metodologia envolvendo a proporção porcentual 10-80-10, em relação aos volumes das frações cabeça, coração e cauda do destilado e foram comparados com uma aguardente monodestilada. Os resultados obtidos mostraram que quando comparada com a destilação tradicional, a dupla destilação melhorou a qualidade química das aguardentes, pois proporcionou redução das concentrações de ácidos, de aldeídos, de ésteres, do metanol, de álcoois superiores, reduzindo portanto o coeficiente de congêneres presentes nessas aguardentes. As aguardentes produzidas por dupla destilação obtiveram também maior aceitação que a amostra monodestilada, independentemente da metodologia empregada.

Outro processo que vem sendo utilizado por pequenos produtores com o objetivo de se obter uma cachaça sensorialmente padronizada é o processo de redestilação, que consiste em diluir uma cachaça produzida tradicionalmente, que pode ou não apresentar defeito sensorial, e submetê-la a uma nova destilação. Franco, Rota e Faria [13] estudaram a influência desse processo na qualidade sensorial da cachaça comparando a cachaça redestilada, inicialmente diluída a 20, 25 e 30% de álcool em volume, com a cachaça tradicionalmente destilada (padrão). O processo de redestilação, principalmente quando feito com diluição a 30% de álcool, melhorou a qualidade sensorial da cachaça, apresentando maiores médias de aceitação em relação a todos os atributos avaliados.

A etapa de **envelhecimento** não é uma etapa obrigatória no processo de obtenção da cachaça, visto que o destilado simples já apresenta propriedades sensoriais adequadas para o consumo. Diversos estudos mostram porém que o processo de envelhecimento, quando adotado, agrega aroma e sabor característicos da madeira utilizada para o envelhecimento, tornando a cachaça mais agradável e melhorando substancialmente sua qualidade sensorial e a sua aceitação perante os consumidores [2,7, 10].

O processo de envelhecimento natural de bebidas consiste no armazenamento de bebidas em tonéis de madeira por um tempo determinado, ação que produz mudanças na composição química, aroma, sabor e cor da bebida, modificando portanto sua qualidade sensorial.

Muitas transformações ocorrem enquanto a bebida permanece nos tonéis, tais como as reações entre os compostos secundários presentes na cachaça, a extração direta de componentes da madeira, a decomposição de macromoléculas da madeira (lignina, celulose e hemicelulose) e sua incorporação pela bebida, como também reações entre os

compostos oriundos da madeira entre si e com os componentes originais do destilado [8].

Parazzi et al [14] avaliaram os efeitos da madeira sobre a qualidade e composição química da aguardente de cana envelhecida em tonéis de carvalho, comparando amostras de aguardente envelhecidas por 3 anos em tonéis de carvalho comparadas com uma amostra deixada em recipiente de vidro, pelo mesmo período. Os resultados revelaram diferença significativa em relação à todos os compostos determinados (teor alcoólico, polifenóis, acetaldeído, acetato de etila, metanol, n-butílico, n-propílico, isobutílico, isoamílico, acidez e cobre) entre as amostras envelhecidas em tonéis de carvalho e a amostra armazenada em recipiente de vidro.

2. COMPOSTOS VOLÁTEIS

A qualidade das bebidas alcoólicas depende fortemente da sua composição e dos níveis de compostos odoríferos neles contidos. Para a indústria de bebidas a composição aromática de seus produtos é considerada de grande importância, uma vez que contribui diretamente para a qualidade de seu produto e, para uma maior aceitação pelos consumidores.

Plutowska e Wardencki [15] relatam que a composição química do odor que se produz vai depender da qualidade e do tipo de matéria-prima utilizada, bem como as condições de fermentação, destilação e do processo de envelhecimento. A fermentação alcoólica conduzida sob distintas condições conduz à produção de uma série de compostos, em diferentes níveis de concentração.

A influência desses compostos individuais sobre o perfil do odor pode ser muito diferente, já que mesmo os compostos que aparecem em quantidades de traços podem ter maior influência sobre as propriedades sensoriais dos produtos alcoólicos do que aqueles que aparecem em altas concentrações [15].

2.1. Estudo dos compostos voláteis presentes na cachaça.

Diversos estudos relatam a determinação dos compostos voláteis presentes na cachaça, utilizando-se diversas técnicas de extração desses compostos. Silva et al [16] avaliaram cromatograficamente os compostos voláteis produzidos com leveduras de

diferentes procedências, na obtenção de cachaças. Os teores de acetaldeído, acetato de etila, metanol, 1-propanol, álcool isobutílico, álcool isoamílico, furfural e ácido acético foram determinados por cromatografia gasosa e os resultados comparados então com os padrões de qualidade exigidos pela Legislação Brasileira [11]. A maior parte das amostras avaliadas pelos autores apresentou teores de acetaldeído e ácido acético maiores que os permitidos pela Legislação, sendo a levedura utilizada para a fermentação do caldo e obtenção da cachaça o fator que mais influenciou os teores dos compostos que foram determinados pelos referidos autores.

Boscolo et al [17] investigaram a presença de 51 compostos voláteis, entre álcoois e ésteres, presentes em aguardente de cana, utilizando cromatografia gasosa de alta resolução, e puderam observar que os teores médios de álcoois superiores e de ésteres em cachaças são menores que os encontrados em outros destilados, sendo o teor médio de metanol menor em cachaças que os teores encontrados em destilados de uva e semelhantes aos encontrados em amostras de rum.

A técnica de microextração em fase sólida (MEFS) foi utilizada por Nonato et al [18] para determinar os compostos secundários presentes em cachaças, por GC-FID. Nonato et al também compararam essa técnica de extração de compostos voláteis com a técnica de extração líquido-líquido (ELL) e puderam observar que, apesar das duas técnicas apresentarem boa linearidade, a técnica de MEFS apresentou melhor repetibilidade que a técnica de ELL e também que as concentrações dos compostos secundários obtidas pelo MEFS eram maiores que as obtidas por ELL.

Nóbrega [19] utilizando a técnica de concentração dinâmica do *headspace* e cromatografia gasosa-espectrometria de massas para analisar os compostos voláteis presentes em amostras de cachaças, detectou cerca de 100 compostos voláteis, com números de carbonos que variavam entre 5 e 18, e que potencialmente poderiam contribuir para o aroma da aguardente de cana.

2.2. CG-Olfatometria

As técnicas convencionais de avaliação da qualidade do sabor, como a análise sensorial, são muitas vezes demoradas, trabalhosas e nem sempre objetivas. Um avanço significativo na pesquisa de aroma foi a introdução da técnica de combinação da olfatometria com a cromatografia de fase gasosa, associando a

capacidade de resolução da cromatografia em fase gasosa capilar (GC) com a seletividade e a sensibilidade do nariz humano [15].

Os estudos feitos com GC-O sobre os odores de bebidas alcoólicas geralmente tem por objetivo determinar a relação entre a composição e o teor de compostos voláteis e as propriedades organolépticas de diferentes bebidas alcoólicas tais como cerveja, vinho e as bebidas destiladas.

São objetivos da GC-O identificar e comparar os compostos que constituem o aroma de diferentes bebidas alcoólicas e a determinação de compostos responsáveis por odores indesejados [15].

Os resultados de GC-O são frequentemente correlacionados com os resultados da avaliação sensorial convencional, conduzida em paralelo e geralmente usando métodos tradicionais de análise sensorial. A análise cromatográfica com detecção olfatométrica torna possível determinar quais são os compostos responsáveis por exemplo pelos descritores individuais, levantados pela análise sensorial convencional.

Segundo Plutowska e Wardencki [15], a CG-olfatometria pode ser utilizada na identificação dos compostos aromáticos de impacto em bebidas alcoólicas, em estudos de reconstituição (onde os compostos identificados pela CG-Olfatometria são primeiramente quantificados, hierarquicamente organizados e então usados para imitar o produto original), na produção de bebidas alcoólicas (investigação da influência das matérias-primas no desenvolvimento do sabor, na sua aplicação no processo de produção, no monitoramento do envelhecimento e em estudos de vida de prateleira), na avaliação da qualidade de bebidas alcoólicas e também na pesquisa de propriedades sensoriais das bebidas alcoólicas.

2.2.1. Métodos Quantitativos

Existem vários métodos quantitativos desenvolvidos para a avaliação da intensidade dos odores e suas relativas influências nos aromas das diferentes amostras. Esses métodos podem ser separados em três grupos, baseados em métodos de determinação: métodos de detecção de frequência, de diluição do *threshold* e de intensidade direta.

Nos métodos de detecção por frequência, um painel de 6 a 12 julgadores analisa uma mesma amostra e a porcentagem de julgadores que sentiu o composto aromático,

em um determinado índice de retenção, é levada em consideração. Assim os compostos que foram sentidos mais frequentemente do que outros são considerados como tendo maior influência no odor da amostra avaliada [19]. O benefício fundamental dos métodos baseados na detecção de frequência é a sua simplicidade, devido ao fato de essa técnica não requerer um prévio treinamento dos julgadores.

Os métodos de diluição do *threshold* são os mais utilizados nas análises de compostos odoríferos de bebidas alcoólicas, e consistem na preparação de uma série de diluições dos extratos de compostos odoríferos obtidos, sendo em seguida cada amostra avaliada, utilizando-se um detector de aroma.

Entre esses métodos estão a AEDA e o CHARM. O método da AEDA mede a diluição mais elevada da amostra analisada em que o odor do composto é ainda detectável e o CHARM, comparado com o método AEDA, requer uma determinação adicional da duração da sensação do odor na coluna, permitindo a determinação de picos cromatográficos específicos.

As desvantagens da utilização dos métodos de diluição do *threshold* são a longa duração para a obtenção dos resultados, pois envolve um longo treinamento dos julgadores e portanto, a utilização de um número limitado de julgadores [20].

Nos métodos de detecção de frequência e nos métodos de diluição de *threshold*, cada um dos avaliadores indica apenas a presença ou ausência de estímulos de odores, já nos métodos de intensidade direta, a intensidade dos estímulos e a sua duração são medidos. Dependendo do método, a medição pode ser realizada de diferentes maneiras: uma única medição de tempo médio, uma medição registrada após a eluição da substância a ser analisada, ou, mais frequentemente, uma medição dinâmica, em que a descrição de um odor, a sua intensidade máxima e o seu declínio é registrado de uma maneira contínua (OSME) [21].

3. ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial tem por objetivo a identificação e quantificação de características sensoriais de alimentos e bebidas. Para isso, diversas técnicas são utilizadas, como no caso da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), método que permite traçar o perfil sensorial do produto avaliado, através da descrição e quantificação dos descritores sensoriais que caracterizam a amostra em estudo. A ADQ envolve várias etapas, desde o recrutamento dos provadores, a sua pré-seleção, o

levantamento dos termos descritores, o treinamento e seleção dos provadores e finalmente a avaliação final das amostras [22].

Os denominados testes afetivos são geralmente utilizados com o objetivo de se conhecer a opinião de consumidores em relação a um ou mais produtos. Para tanto, são utilizados testes de preferência, que irão medir a preferência dos consumidores por um produto sobre os demais e também os testes de aceitação, que apontarão o quanto os consumidores gostam ou desgostam de um determinado produto [23].

3.1 Análise Sensorial da Cachaça.

Cardello e Faria [7] utilizaram a técnica da Análise Descritiva Quantitativa para estudar o perfil sensorial da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonéis de carvalho. Foram analisadas amostras de aguardente envelhecidas por zero, 12, 24, 36 e 48 meses e amostras comerciais, envelhecidas ou não, onde foram levantados os seguintes termos descritores coloração amarela, aroma alcoólico, aroma de madeira, aroma de baunilha, doçura inicial, doçura residual, sabor alcoólico inicial, sabor alcoólico residual, sabor de madeira inicial, sabor de madeira residual, sabor agressivo, adstringente e ácido. O tempo de envelhecimento aumentou significativamente os descritores aroma de madeira, doçura inicial e residual, aroma de baunilha, coloração amarela, gosto inicial e residual de madeira.

Essa mesma técnica foi utilizada por Lorenzetti [24] para a caracterização do perfil aromático de aguardentes de “liquor” de laranja, produzida em alambique de aço inox e alambique de cobre. Os resultados obtidos revelaram que as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) para todos os atributos, apresentando perfis distintos e marcadamente peculiares. A aguardente de “liquor” de laranja obtida em alambique de cobre foi a que apresentou as maiores intensidades ($p \leq 0,05$) para os atributos cor amarelo-dourada, sabores adocicado, amadeirado e cítrico, e aromas doce, mel, cítrico, amadeirado e floral, que em geral contribuem positivamente para a qualidade sensorial das bebidas destiladas, enquanto a obtida em alambique de aço inox foi mais marcada ($p \leq 0,05$) pelos atributos sabor fermentado, aromas metálico, fermentado e pungente, pungência bucal e ardência residual, geralmente responsáveis por defeitos sensoriais.

Alcarde, Souza e Belluco [9] testaram a aceitação de aguardentes envelhecidas em diversas madeiras: carvalho, amendoim, ararua, cabreúva, cerejeira, grapia,

jequitibá, ipê roxo e pereira. A aguardente envelhecida em tonéis de carvalho foi a que apresentou a melhor aceitação pelos consumidores e dentre as madeiras nacionais, o ipê-roxo, o amendoim, a cabreúva, a cerejeira e a pereira foram as que propiciaram as melhores qualidades sensoriais às aguardentes nelas envelhecidas.

Rota e Faria [4] avaliaram o efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça comparando amostras de cachaça bidestiladas e obtidas tradicionalmente em alambique de aço inox e em alambique de cobre, com base em suas aceitações sensoriais. Esses autores observaram uma tendência de maior aceitação da amostra bidestilada em alambique de cobre, com relação aos atributos sabor, impressão global e sabor residual, quando comparada com a amostra de cachaça tradicional obtida no mesmo alambique. Já nas amostras obtidas em alambique de aço inoxidável, a bidestilação somente apresentou efeitos positivos na aceitação com relação aos atributos aroma e sabor residual.

Franco, Rota e Faria [13] estudaram também o efeito do processo de redestilação na qualidade sensorial da cachaça. Amostras obtidas de forma tradicional (padrão) e redestiladas, após diluição a 20, 25 e 30% de álcool em volume, foram comparativamente avaliadas através de um teste de aceitação, que revelou diferença significativa ($p \leq 0,05$) somente em relação aos atributos sabor e impressão global, e ainda que a amostra redestilada após diluição à 30% de álcool em volume, foi a que apresentou as maiores médias em relação à todos os atributos avaliados.

A aceitação de amostras envelhecidas tradicionalmente e amostras de cachaça submetidas a um processo de envelhecimento sob circulação forçada e aeração foi avaliada por Borragini e Faria [25], e os resultados revelaram que as amostras de cachaça submetidas ao processo de envelhecimento forçado sob aeração apresentaram, ao longo de seis meses, aceitação ligeiramente superior em relação aos atributos cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade, quando comparadas às amostras submetidas ao envelhecimento tradicional.

Santos e Faria [26] avaliando o efeito da adição de açúcar na qualidade sensorial de cachaças obtidas tradicionalmente e redestilada, através de testes de aceitação em relação aos atributos aroma, sabor, doçura, impressão global e atitude de compra. Verificaram também que a prática de adicionar açúcar na cachaça tem marcante influência na aceitação do produto final pelo consumidor.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBRAC. Instituto Brasileiro da Cachaça. Disponível em www.ibrac.net. Acesso em: 21 de agosto de 2012.
- [2] CARDELLO, H.M.A. B. ; FARIA, J. B. **Perfil sensorial e características físico-químicas de aguardentes comerciais brasileiras envelhecidas e sem envelhecer.** Brazilian journal of food technology (Impresso), Campinas, v. 3, p. 41-50, 2000.
- [3] NOVAES, F. V. Noções básicas sobre a teoria da destilação. Piracicaba: ESALQ/Depto. **Ciência e Tecnologia Agroindustrial**, 1994. 22p.
- [4] ROTA, M. B. FARIA, J. B. Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça. **Alim. Nutr.** v.20, n.1, p. 121-127, jan./mar. 2009
- [5] FORLIN, F.J. Maturação de aguardente de cana composta com extrato de Madeira de carvalho em embalagens de polietileno tereftalato (PET). Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2005.
- [6] NOGUEIRA, A. M. P., VENTURINI-FILHO, W. G. V. Aguardente de cana. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, 2005.
- [7] CARDELLO, H. M. A. B., FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, vol. 18, n. 2 Campinas May/July 1998.
- [8] NISHIMURA, K.; MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOTT, J.R.; SHARP, R.; DUNCAN, R.E.B. (Ed.) **The science and technology of whiskies**. London: Logman Scientific & Technical, 1989. p. 235-263
- [9] ALCARDE, A. R; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30 (Supl.1), p. 226-232, 2010.
- [10] ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Chemical profile of Sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 31(2): 355-360, abr.-jun. 2011.

- [11] BRASIL, Instrução Normativa nº 13, de 30 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de cana e para Cachaça. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, DF, 30 de junho de 2005, Seção I.
- [12] FARIA, J. B.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Eliminação do cobre contaminante das aguardentes de cana (*Saccharum officinarum* L.) brasileiras. **Aliment. Nutr.**, v. 1, p. 117-26, 1989.
- [13] FRANCO, A. C.; ROTA, M. B.; FARIA, J. B. A redestilação da cachaça e sua influência na qualidade sensorial. **Alim. Nutr.**, v.20, n.2, p. 331-334, abr./jun. 2009
- [14] PARAZZI, C.; ARTHUR, C. M.; LOPES, J. J. C.; BORGES, M. T. M. R. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus* sp.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(1): 193-199, jan-mar. 2008
- [15] PLUTOWSKA, B.; WARDENCKI, W. Gas chromatography-olfactometry of alcoholic beverages. In: Alcoholic beverages. Sensory evaluation and consumer research. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Number 225, 2012.
- [16] SILVA, P. H. A.; SANTOS, J. O.; ARAÚJO, L. D.; FARIA, F. C.; PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, V. A.; VICENTE, M. A.; BRANDÃO, R. L. Avaliação cromatográfica de compostos voláteis de cachaças produzidas com leveduras de diferentes procedências. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol. 29. nº 1, Campinas, jan-mar, 2009
- [17] BOSCOLO, M.; BEZERRA, C. W. B.; CARDOSO, D. R.; LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D. W. Identification and Dosage by HRGC of Minor Alcohols and Esters in Brazilian Sugar-Cane Spirit. **J. Braz. Chem. Soc**, vol 11., nº1, 86-90, 2000.
- [18] NONATO, E. A.; CARAZZA, F.; SILVA, F. C.; CARVALHO, C. R.; CARDEAL, Z. L. A Headspace Solid-Phase Microextraction Method for the Determination of Some Secondary Compounds of Brazilian Sugar Cane Spirits by Gas Chromatography. **J. Agric. Food. Chem.** 49, 3533-3539, 2001.
- [19] FUR, Y.; MERCURIO, V.; MOIO, L.; BLANQUET, J.; MEUNIER, J. M. A new approach to examine the relationships between sensory and gas chromatography-olfactometry data using generalized procrustes analysis applied to six French Chardonnay wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51, 443-452, 2003.

- [20] ETIEVANT, P. X., CALLEMENT, G.; LANGLOIS, D., ISSANCHOU, S.; COQUIBUS, N. Odor intensity evaluation in gas chromatography-olfactometry by finger span method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 47, 1673-1680, 1999.
- [21] FAN, W.; QIAN, M. C. Identification of aroma compounds in Chinese “Yanghe Daqu” liquor by normal phase chromatography fractionation followed by gas chromatography/olfactometry. **Flavour Fragrance Journal**, 21, 333-342, 2006b.
- [22] STONE , H., SIDEL, J. Sensory evaluation practices. New York: academic Press, 1993. 338p.
- [23] MEILGAARD,M.; CIVILLE, G. V., CARR, B. T. Consumer test and in-house panel acceptance tests. In: MEILGAARD,M.; CIVILLE, G. V., CARR, B. T (Eds.). **Sensory evaluation Techniques**. Florida: CRC Press Inc., 1988. P. 119-141.
- [24] LORENZETI, N. C. Perfil sensorial e aceitabilidade de aguardentes de “liquor” de laranja. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição. – Araraquara, 2009. 140 f
- [25] BORRAGINI, M. C. C.; FARIA, J. B. Envelhecimento de cachaça sob circulação forçada e aeração. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.21, n.1, p. 25-30, jan./mar. 2010
- [26] SANTOS. V. R.; FARIA, J. B. Efeito da adição de açúcar na qualidade sensorial de cachaça obtida tradicionalmente e redestilada. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 489-497, jul./set. 2011

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO POR CG-OLFATOMETRIA DOS COMPOSTOS ODORÍFEROS PRESENTES NA CACHAÇA TRADICIONAL E BIDESTILADA, DURANTE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

ROTA, M. B. ¹ ; CACHO, J. ²

¹ Laboratório de Controle de Qualidade da Cachaça, Faculdade de ciências farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Araraquara, São Paulo, Brasil.

² Laboratório del Análisis del Aroma y Enología, Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza-Unizar – Zaragoza, España.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os compostos odoríferos presentes em cachaças obtidas de forma tradicional e pelo processo de bidestilação, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, utilizando-s a técnica de CG-Olfatometria. Foram encontrados 54 compostos odorantes importantes na cachaça, sendo a amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE) a que apresentou 41 odorantes importantes, enquanto a tradicional não envelhecida (TNE) apresentou 23, a bidestilada envelhecida durante 24 meses (B24M) 34 e a tradicional envelhecida durante 24 meses (T24M) 33 odorantes importantes. Dentre os compostos considerados importantes para o aroma da cachaça, 12 foram destacados pela sua contribuição na definição da base aromática da cachaça, e 10 foram considerados responsáveis por promover as diferenças sensoriais observadas entre as amostras estudadas. Com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que a utilização da técnica de CG-olfatometria permitiu a caracterização do perfil aromático das amostras de cachaça estudadas, tornando possível a comparação de amostras produzidas de forma tradicional com amostras bidestiladas, obtidas por um novo método de destilação, representando contribuição inovadora em relação ao estudo do aroma dessa bebida.

Palavras chave: cachaça, bidestilação, envelhecimento, CG-olfatometria

ABSTRACT

This study aimed to characterize the odorous compounds present in sugar cane spirits traditionally obtained and obtained for the double distillation process, not aged and aged for 24 months, using the technique of CG-Olfactometry. Were found 54 important odorous compounds in the sugar cane spirits, with the sample bidistilled non-aged (BNE) showed that 41 important odorants, the traditional non-aged (TNE) showed 23, 34 in the sample bidistilled aged for 24 months (B24M) and in the traditional sample aged for 24 months (T24M) 33 important odorants. Among the compounds considered important to the aroma of sugar cane spirits, 12 were highlighted for their contribution in defining the aromatic base from this beverage, and 10 were considered responsible for promoting the sensory differences observed among the samples. With the data obtained in this study, we can conclude that the use of GC-olfactometry technique allowed the characterization of the flavor profile of samples of sugar cane spirits studied, making possible to compare samples produced in a traditional manner with samples obtained by a new distillation method, the double distillation, representing an innovative contribution in relation to the study of the aroma of this beverage.

Keywords: sugar cane spirit, double distillation, aged, GC-olfactometry.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Legislação Brasileira [1], Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com conteúdo alcoólico de 38 a 48% em volume a 20 ° C, obtida pela destilação do caldo de cana de açúcar fermentado e A Cachaça Envelhecida é definida como a bebida que contém, no mínimo, 50% de Cachaça envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade de no máximo 700 litros por período não inferior a um ano.

Novaes [2], visando a obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido, propôs a utilização da técnica de bidestilação para a obtenção da cachaça, prática normalmente adotada na produção de outras bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum. Rota [3] observou uma melhor aceitação da amostra de cachaça bidestilada em relação aos atributos sabor, impressão global e sabor residual, quando comparada à amostra de cachaça produzida de forma tradicional no mesmo alambique.

A qualidade dos produtos alcoólicos depende fortemente da sua composição e dos níveis de compostos odoríferos neles contidos. Para a indústria de bebidas a composição aromática de seus produtos é considerada de grande importância, uma vez que contribui para a qualidade do produto e, portanto, para a aceitação do consumidor [5].

A influência dos compostos individuais sobre o perfil do odor pode ser muito diferente. Com bastante frequência, os compostos que aparecem em quantidades de traços têm maior influência sobre as propriedades sensoriais dos produtos alcoólicos do que aqueles que aparecem em concentrações altas [5].

Um avanço na pesquisa de aroma foi a introdução de uma técnica e combinação de olfatometria e cromatografia em fase gasosa, o que associa a capacidade de resolução da cromatografia em fase gasosa capilar (CG) com a seletividade e a sensibilidade do nariz humano. A análise cromatográfica com detecção olfatométrica torna possível determinar quais os compostos são responsáveis pelos descritores individuais, levantados pela análise sensorial convencional [5].

Com base nessas informações, foi objetivo do presente trabalho caracterizar os compostos odoríferos presentes nas cachaças obtidas tradicionalmente e pelo processo de bidestilação, submetidas ou não ao processo de envelhecimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Reagentes e padrões

Os reagentes Diclorometano, Metanol e Etanol de grau analítico HPLC foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha), e a água obtida pelo sistema de purificação Milli-Q (Millipore, USA).

Foram ainda utilizadas resinas LiChrolut EN de 200 mg da Merck (Darmstadt, Alemanha), empacotadas em tubos de polipropileno de 3ml e os padrões analíticos obtidos das firmas Aldrich, Fluka, Sigma, Lancaster, PolyScience, Chemservice e Firmenich.

2.2 Material

Amostras de cachaça obtidas em alambique de cobre por destilação simples (destilação tradicional) e pelo processo de bidestilação, a partir do mesmo mosto de cana de açúcar fermentado, submetidas ou não ao processo de envelhecimento em tonéis de carvalho.

2.2.1 Obtenção das amostras

Em um alambique de cobre com capacidade para destilar 1000 litros de vinho de cana, foram obtidas as amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, sendo a seguir postas a envelhecer ou não em tonéis de carvalho de 200 litros de capacidade. Dessa maneira, foram obtidas 4 amostras de cachaça, a saber: amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE); amostra de cachaça tradicional envelhecida 24 meses (T24M); amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE) e; amostra de cachaça bidestilada envelhecida 24 meses (B24M).

2.2.1.1 Amostras tradicionais

A destilação simples do vinho de cana de açúcar foi conduzida em um alambique de cobre, sendo coletadas as frações referentes a cabeça (10%), coração (80%) e cauda (10%). A fração coração representa a amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE). Uma parte da quantidade obtida da amostra TNE foi posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra T24M.

2.2.1.2 Amostras bidestiladas

No processo de dupla destilação, o vinho de cana de açúcar foi destilado em um alambique de cobre, até que todo o conteúdo de etanol presente fosse retirado, sem separação das frações cabeça, coração e cauda, originando assim um destilado alcoólico com cerca de 27% de álcool em volume. Este destilado obtido em três destilações sucessivas foi novamente submetido a uma outra destilação, conduzida conforme descrito para a amostra tradicional, separando-se as frações cabeça, coração e cauda. A fração coração representa, nesse caso, a amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE), sendo parte dessa amostra posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra B24M.

2.3 CG-Olfatometria

2.3.1 Preparação do Extrato Olfatométrico

O processo de extração foi realizado utilizando-se um sistema de arraste e armadilha em espaço dinâmico de cabeça acoplado a extração em fase sólida (DHS-SPE), desenhado pelo LAAE – UNIZAR – Zaragoza/Espanha. Foi utilizado nitrogênio inerte como gás de arraste e a Resina LiChrolut EN (LiCEN), como armadilha para reter os componentes voláteis da cachaça. Essas resinas foram selecionadas com base na eficiência na extração de compostos voláteis demonstrada em outras bebidas alcoólicas [8].

Os cartuchos de extração em fase sólida foram preparados utilizando-se tubos de polipropileno padrão para SPE (0.8 cm de diâmetro interno, 3 mL de volume interno) empacotados com 400 mg das Resinas LiChrolut EN.

O acondicionamento da resina consistiu em percolar 20 mL de diclorometano pela resina e posteriormente aplicar vácuo até que os cartuchos se secassem completamente. Um volume de 80 mL de cachaça, previamente diluída para 40% de álcool em volume, foi introduzido no sistema de extração (DHS-SPE) (Figura 1) e submetido à passagem de uma corrente de nitrogênio de 100 mL min^{-1} pelo espaço de cabeça durante 50 minutos, tempo este determinado em um ensaio prévio, em que foi avaliado o momento em que se perdiam aromas. O fundamento dessa experiência está detalhado no item seguinte. (2.3.2)

Desta maneira, os componentes voláteis desprendidos da cachaça, a temperatura ambiente, no espaço de cabeça durante 50 minutos, foram retidos na resina e posteriormente eluídos com 3,2 mL de diclorometano contendo 5% de metanol. Após a eluição, o extrato assim obtido foi concentrado sob uma corrente de nitrogênio até um volume final de $200 \mu\text{L}$.

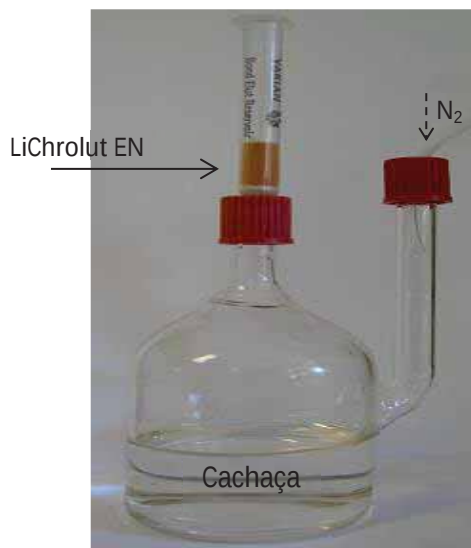


Figura 1. Sistema DHS-SPE

2.3.2. Determinação do tempo de arraste no sistema DHS-SPE para cachaça

Tendo em conta que o sistema DHS-SPE estava calibrado no laboratório para 100 minutos para análises de vinhos, que contém em média 12 % de álcool, fez-se necessário um estudo preliminar para a determinação do tempo de arraste do sistema

DHS-SPE para as cachaças tradicionais e bidestiladas, que apresentavam 47 e 62 % de álcool, respectivamente. [8-10].

Visando-se evitar a perda de compostos voláteis por saturação da resina, devido ao alto conteúdo de álcool, foi realizado um ensaio onde se avaliou a partir de que momento os compostos voláteis começavam a ser perdidos através da resina. Este ensaio foi realizado utilizando-se uma amostra de cachaça comercial, contendo 40% de álcool em volume, durante 100 minutos.

Ao sistema DHS-SPE foi colocado o cartucho de armadilha de 400 mg e acima deste cartucho, um segundo cartucho de SPE de 200 mg da mesma resina. Este segundo cartucho permaneceu durante 10 minutos, e transcorrido este tempo, foi trocado por outro, que permaneceu os 10 minutos seguintes. A seguir foram então colocados um terceiro e um quarto cartuchos, que permaneceram 15 minutos cada um e um quinto e sexto cartuchos, que permaneceram por 25 minutos cada, até se completar os 100 minutos de extração. Os compostos voláteis retidos nestes sete cartuchos de 200 mg foram eluídos com 1,6 mL de etanol e o cartucho de armadilha de 400 mg foi eluído com o dobro (3,2 mL) do mesmo solvente. Posteriormente, todos os extratos foram diluídos com água destilada até a concentração de 12% de etanol e a seguir submetidos a avaliação sensorial por 8 julgadores.

Para a realização dessa análise sensorial os extratos diluídos foram servidos em taças marcadas com letras A, B, C, D, E, F e REF (amostra de referência). Cada taça continha um dos extratos colocados ao acaso, desde 0, 10, 20, 35, 50, 75 e 100 minutos de retenção no sistema. A análise consistiu em dar uma pontuação a cada taça, numa escala de 0 a 10 (0 = nada parecido à referência; 10 = igual à Referência), segundo sua intensidade mais ou menos parecida com a amostra de referência, indicando uma maior perda de voláteis, que não ficaram retidos no cartucho de armadilha.

2.3.3. Análise CG-Olfatometria

O estudo olfatométrico foi realizado em um cromatógrafo de fase gasosa Thermo 8000, equipado com detector de ionização de chama (FID), um portal olfatométrico ODO-I de SGE (Ringwood, Australia), uma coluna capilar DB-WAX

(polietilenglicol) de J&W (Folsom, CA), de 30 m x 0.32 mm i.d., 0.5 µm de espessura, e uma pre-coluna de 3 m x 0.32 mm i.d., de Supelco (Bellefonte, PA)

As condições cromatográficas foram as seguintes: hidrogênio como gás de arraste com um fluxo de 3.5 mL/min, injeção splitless, volume de injeção 1 µL, temperatura do injetor 250°C e temperatura do detector 250°C. O programa de temperaturas do forno foi o seguinte: 40°C durante 5 min, em continuação subiu até 100°C com uma rampa de 4°C/min, e a seguir até 220°C a 6°C/min, permanecendo 20 minutos nesta temperatura. O portal olfatométrico foi termostatizado com uma resistência, para prevenir a condensação de compostos com alto ponto de ebulição.

Uma equipe de seis julgadores realizou a olfatometria dos 4 extratos de cachaça estudados (BNE, TNE, B24M e T24M). A duração de cada sessão de olfatometria foi de aproximadamente 40 minutos. Como essas análises requerem muita concentração e implicam em fadiga, cada julgador realizou a análise durante não mais de 20 minutos seguidos. Dessa forma cada injeção de cada um dos extratos foi avaliada por dois julgadores.

Os parâmetros avaliados por parte dos julgadores foram: descritor do aroma, tempo em que se percebe o aroma e sua intensidade. Para medir a intensidade foi utilizada uma escala compreendida entre 0 e 3 pontos, sendo 0 não detectado; 1 aroma fraco, apenas reconhecível; 2 aroma claro mas não intenso; e 3 aroma intenso, podendo serem considerados também os valores intermediários. A capacidade quantitativa desta técnica foi demonstrada por Ferreira e colaboradores [6].

Os dados obtidos das olfatometrias, foram expressos em termos de Frequência Modificada, (FM), calculado de acordo com a fórmula proposta por Dravnieks [7]:

$$MF (\%) = \sqrt{F(\%)I(\%)}$$

Onde F (%) é a frequência de detecção de um atributo aromático expresso como porcentagem e I (%) a intensidade média expressa também em porcentagem do máximo da intensidade.

Os odorantes foram identificados por comparação, tanto do seu descritor aromático quanto do índice de retenção em coluna polar DB-WAX (IR_{polar}), em relação aos obtidos na injeção dos padrões puros.

2.4 Tratamento de dados

Os dados olfatométricos expressos como Frequências Modificadas (FM (%)) foram submetidos ao teste chi-quadrado (χ^2) visando determinar diferenças significativas entre os odorantes detectados nas quatro amostras de cachaça avaliadas. Os componentes voláteis importantes para a diferenciação olfatométrica foram submetidos à uma Análise de Componentes Principais (PCA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tempo de armadilha no sistema DHS-SPE para cachaça.

A **Figura 2** contém os valores relativos à porcentagem de aroma perdido em uma amostra de cachaça comercial (40% de álcool), em relação ao tempo de exposição ao sistema de extração (DHS-SPE), com base na avaliação do painel de julgadores que realizou a análise sensorial dos extratos diluídos em diferentes tempos.

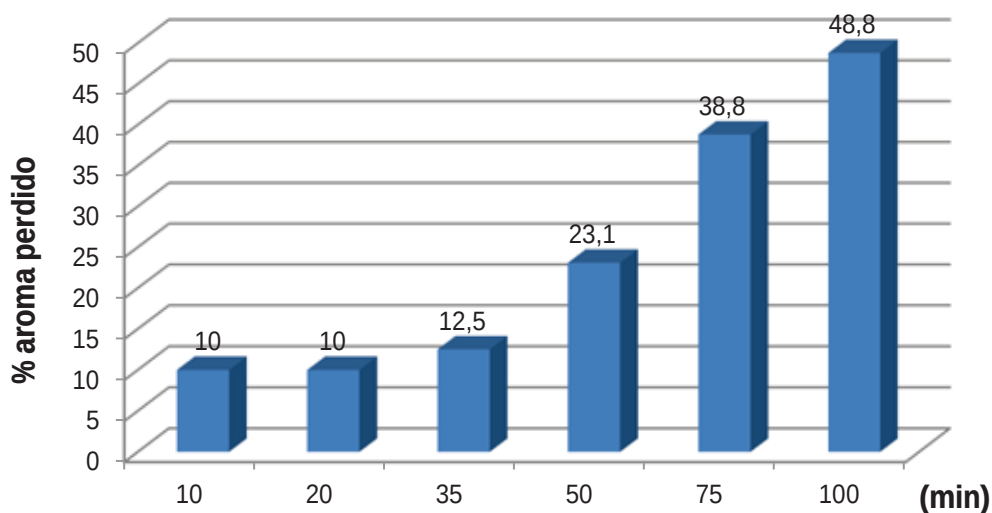


Figura 2: Porcentagem de aroma de cachaça perdido no sistema de extração (DHS-SPE).

Pode-se observar que a perda de componentes voláteis aumenta com o tempo de armadilha, de tal maneira que a partir de 75 minutos, quase 40% do aroma havia sido perdido e após 100 minutos, já se havia perdido 48,8% do aroma. Como consequência desse estudo, foi escolhido o máximo de 50 minutos como o tempo mais conveniente de exposição do cartucho no sistema de extração, para evitar a perda de compostos voláteis importantes.

3.2 Análise GC-Olfatometria

3.2.1 Resultados Olfatométricos

Na **Tabela 1** se apresenta a caracterização olfatométrica das quatro cachaças estudadas, ordenada segundo seus índices de retenção em coluna polar DB-WAX. Na tabela também estão contidas as informações referentes aos descritores aromáticos, a identidade dos odorantes detectados e as frequências modificadas obtidas para cada composto em cada uma das quatro amostras de cachaça. Cabe destacar que nesta tabela só estão incluídos os compostos aromáticos que obtiveram, em ao menos uma das amostras, uma frequência modificada igual ou superior a 30%.

De acordo com esse critério, foram encontrados 54 compostos odorantes importantes na cachaça, sendo a amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE) a que apresentou 41 odorantes importantes, enquanto a tradicional não envelhecida (TNE) apresentou 23, a bidestilada envelhecida durante 24 meses (B24M) 34 e a tradicional envelhecida durante 24 meses (T24M) 33 odorantes importantes, demonstrando que o processo de bidestilação promove a concentração de alguns compostos odorantes como também a formação de novos compostos odorificamente importantes. Da mesma forma o processo de envelhecimento promoveu o aumento de compostos odorificamente importantes e a aparição de mais compostos, devido às transformações que o processo promove na composição da bebida.

Tabela 1: Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segundo IR_{polar} em coluna DB-WAX.

IR_{polar}	Descritor	Identificação	FM (%) Cachaças			
			BNE	TNE	B24M	T24M
902	medicinal, solvente, doce	DESCONHECIDO ^c	94	87	36	0
917	disolvente, doce	DESCONHECIDO ^c	41	0	29	0
930	alcoólico, morango	DESCONHECIDO ^c	0	0	90	83
939	Champignon, humidade, alcoólico	3-METILBUTANAL ^b	0	0	37	41
962	lácteo, caramelo, morango	DIACETILO ^b	87	88	82	63
967	Desagradável, acetona, dissolvente	ISOBUTIRATO ETILO ^b	0	0	0	49
994	cola, plástico, queimado	DESCONHECIDO ^c	71	76	73	66
1016	dissolvente, medicinal	ACETATO ISOBUTILO ^a	37	22	43	33
1045	metálico, fruta, doce	BUTIRATO ETILO ^a	58	55	65	43
1056	Ester, morango	2-METILBUTIRATO ETILO ^a	53	49	0	54
1061	verde, gerânio, erva amarga	DESCONHECIDO ^c	43	0	57	0

1074	Ester, morango	3-METILBUTIRATO ETILO ^a	37	82	66	83
1119	gerânio, cola, plástico, oxidado	ISOBUTANOL ^b	43	0	26	17
1130	banana	ACETATO ISOAMILO ^a	42	24	45	0
1203	Frutal, anisado	4-METILPENTANOATO DE ETILO ^b	46	33	30	19
1221	fusel	ÁLCOOL ISOAMILO ^a	85	69	82	61
1241	anisado	HEXANOATO ETILO ^a	66	36	47	47
1250	raro, peixe, químico, doce	DESCONHECIDO ^c	33	0	0	38
1297	alcoólico, colonia	FURFURIL ETIL ETÉR ^b	48	0	0	0
1300	fruta, flor, limão, cítrico	OCTANAL ^b	0	0	0	41
1309	champignon	1-OCTEN-3-ONA ^b	38	24	29	45
1313	fritos, churrasco	2-METIL-3-FURANTIOLO ^b	85	69	55	35
1337	coco, flores, doce, cola	2-HEPTANOL ^b	45	0	0	19
1383	metálico, vômito, desagradável,	1-HEXANOL ^a	82	0	50	36
1388	tiol, tropical, abacaxi	4-MERCAPTO-4-METIL-2-PENTANONA ^b	53	0	0	0
1415	champignon	1-NONEN-3-ONA ^b	41	19	0	26
1432	Frutal	OCTANOATO ETILO ^a	50	55	29	36
1443	Terra	2-ISOPROPIL-3-METOXIPIRACINA ^b	49	31	0	31
1462	vinagre	ACIDO ACÉTICO ^a	75	78	65	67
1507	anisado, doce, morango, frutal	DESCONHECIDO ^c	59	59	51	41
1521	frutal, plástico, solvente, floral	DECANAL ^b	0	0	38	29
1542	Pimentão verde	3-ISOBUTIL-2-METOXIPIRACINA ^b	0	0	0	57
1546	papel, cartolina	E-2-NONENAL ^b	50	0	67	0
1580	ac graxo, pés	ÁCIDO 2-METILPROPANOICO ^b	36	0	0	0
1626	cloro, pepino	Z-2-DECENAL ^b	19	0	37	22
1636	queimado	2-ACETILPIRACINA ^b	91	80	85	70
1645	Queijo, vômito	ÁCIDO BUTÍRICO ^b	24	0	43	0
1681	Fritura, churrasco	2-METIL-3-(METILDITIO)-FURANO ^b	27	29	53	0
1685	queijo, pés	ACIDO 3-METILBUTÍRICO ^b	53	49	39	59
1716	azeite, ranço, fritura, tostado	E,E-2-4-NONADIENAL ^b	51	19	45	33
1827	Humidade, rolha	GEOSMINA ^b	58	17	33	60
1839	Doce, fruta	B-DAMASCENONA ^a	61	42	47	37
1857	laranja, citrico, gerânio	GERANIOL ^a	31	22	0	0
1869	guaiaicol	GUAIAICOL ^a	75	75	82	47
1904	floral	DIHIDROCCINAMATO ETILO ^a	29	35	22	0
1936	rosas	B-FENILETANOL ^a	61	57	35	36
2060	furaneol	FURANEOL ^b	43	19	43	36
2112	animal, couro, estábulo	ACIDO OCTANOICO ^b	27	27	41	33
2139	clorofenol, humidade	2,6-DICLOROFENOL ^b	48	0	0	0
2142	cravo, fenolico, especiado	4-PROPILGUAIAICOL ^a	0	19	0	48
2206	animal, tempero, couro	4-ETILFENOL ^a	35	47	35	0
2211	animal, couro	3-ETILFENOL ^b	0	0	37	53
2232	sotolón, tostado, cola, plástico	SOTOLON ^b	51	30	59	45
2260	menta, anisado, citrico, medicinal	4-VINILGUAIAICOL ^b	47	0	38	0

BNE= Cachaça Bidestilada não envelhecida; TNE= Cachaça Tradicional não envelhecida; B24M= Cachaça Bidestilada envelhecida 24 meses; T24M= Cachaça Tradicional envelhecida 24 meses.

FM= Frequência Modificada calculada pela fórmula $FM(\%) = \sqrt{F(\%)I(\%)}$, onde F (%) é a frequência de detecção de um atributo aromático expresso como porcentagem e I (%) é a intensidade média expressa também em porcentagem do máximo de intensidade.

^a: identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico na coluna DB-WAX (IR_{polar}), descritor aromático e espectro de massas.

^b: Identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico na coluna DB-WAX (IR_{polar}) e descritor aromático. O composto não produziu sinal claro no espectrômetro de massas pela sua baixa concentração.

^c: compostos não identificados.

Praticamente todos os compostos odoríferos relevantes foram identificados, à exceção de sete deles, sendo o primeiro apresentando um aroma descrito como medicinal, solvente e doce, com IR_{polar} de 902, o segundo com um aroma descrito como solvente e doce, com IR_{polar} 917, o terceiro com aroma descrito como alcoólico e morango, com IR_{polar} 930, o quarto descrito como borracha, plástico e queimado, com IR_{polar} 994, o quinto com notas aromáticas descritas como verde, gerânio e erva amarga, com IR_{polar} 1061, o sexto descrito como raro, peixe, químico e doce, com IR_{polar} 1250 e por último o composto odorante descrito como anisado, doce, morango e frutal, com IR_{polar} 1507.

Em uma tentativa de identificação destes compostos foram avaliados alguns possíveis candidatos, que estão apresentados na **Tabela 2**. Infelizmente nenhum deles revelou ser o composto que buscávamos.

Tabela 2: IR_{polar} dos compostos não identificados em CG-Olfatometria de cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas 24 meses, e seus candidatos avaliados.

Compostos não identificados	Candidatos
IR _{polar} 902	acetato de etila
IR _{polar} 917	2-metilbutanal
IR _{polar} 930	acetato propila e propanoato de etila
IR _{polar} 994	1-hexen-3-ona
IR _{polar} 1061	acetato butila
IR _{polar} 1250	e-2-heptenal
IR _{polar} 1507.	citronelal

Para tentar identificar os 3 primeiros compostos, que apresentavam IR_{polar} muito baixos (IR_{polar} 902, 917 e 930, respectivamente) e saíam próximos ao solvente do extrato, foi utilizada a técnica de SPME para capturar estes compostos sem a utilização de solvente. Dessa forma, a fibra de SPME foi exposta no “headspace” da cachaça por 5 minutos, a temperatura ambiente, sendo logo depois, os compostos nela retidos, injetados em um cromatógrafo com detector de massas, porém, nem mesmo assim foi possível a identificação desses compostos.

Base aromática das cachaças

Na **Tabela 3**, os dados estão ordenados de acordo com o valor médio de Frequência Modificada (FM) estimado para cada um dos odorantes das amostras de cachaça estudadas. Os resultados assim obtidos mostram que existem 12 compostos odorantes julgados importantes, já que apresentam um valor médio de frequência modificada superior a 50%. São eles: 2-acetilpiracina, diacetila, álcool isoamilo, um composto desconhecido com IR_{polar} 994, ácido acético, guaiacol, 3 metilbutirato de etilo, 2-metil-3-furantiol, butirato de etila, os compostos desconhecidos com IR_{polar} 902 y 1507, e o ácido 3-metilbutírico, sendo portanto os principais compostos constituintes da base do aroma das amostras de cachaças estudadas.

Tabela 3: Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segundo valor médio de FM (%) acima de 50.

IR polar	Descritor	Identificação	FM (%) Cachaças				Valor médio
			BNE	TNE	B24M	T24M	
1636	queimado	2-ACETILPIRACINA ^b	91	80	85	70	81
962	lático, caramelo, morango	DIACETILO ^b	87	88	82	63	80
1221	Fusel	ÁLCOOL ISOAMÍLICO ^a	85	69	82	61	74
994	cola, plástico, queimado	DESCONHECIDO ^c	71	76	73	66	71
1462	Vinagre	ACIDO ACÉTICO ^a	75	78	65	67	71
1869	Guaiacol	GUAIACOL ^a	75	75	82	47	70
1074	Ester, morango	3-METILBUTIRATO ETILO ^a	37	82	66	83	67
1313	fritos, churrasco	2-METIL-3-FURANTIOLO ^b	85	69	55	35	61
1045	metálico, fruta, doce	BUTIRATO ETILO ^a	58	55	65	43	55
902	medicinal, solvente, doce	DESCONHECIDO ^c	94	87	36	0	54
1507	anisado, doce, morango, frutal	DESCONHECIDO ^c	59	59	51	41	52
1685	queijo, pés	ACIDO 3-METILBUTÍRICO ^b	53	49	39	59	50

BNE= Cachaça Bidestilada não envelhecida; TNE= Cachaça Tradicional não envelhecida; B24M= Cachaça Bidestilada envelhecida 24 meses; T24M= Cachaça Tradicional envelhecida 24 meses.

^a: identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico em coluna DB-WAX (IR_{polar}), descritor aromático e espectro de massas.

^b: Identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico em coluna DB-WAX (IR_{polar}) e descritor aromático. O composto não produziu um sinal claro no espectrômetro de massas por sua baixa concentração.

^c: compostos não identificados.

Compostos diferenciadores

Na **Tabela 4**, estão apresentados os dados olfatométricos dos compostos detectados segundo a sua capacidade de representar diferenças entre as quatro amostras de cachaça avaliadas. Assim, os compostos foram ordenados segundo o valor resultante

da diferença entre os valores máximos e mínimos de frequência modificada, obtido para cada odorante. Com base nesse critério, foram detectados os 11 compostos abaixo que apresentaram diferença superior a 50:

- O composto não identificado com IR_{polar} 902, que apresentou maior importância nas amostras não envelhecidas e na amostra bidestilada envelhecida 24 meses, porém ausente na amostra tradicional envelhecida 24 meses;
- O composto não identificado com IR_{polar} 930, que revelou-se importante nas amostras envelhecidas, porém ausente nas outras amostras;
- 1-hexanol, importante na maioria das amostras, porém ausente na amostra tradicional não envelhecida;
- E-2-nonenal, que revelou-se importante apenas nas amostras bidestiladas, não envelhecida e envelhecida 24 meses;
- O composto não identificado com IR_{polar} 1061, que também revelou-se importante apenas nas amostras bidestiladas, tanto na não envelhecida quanto na envelhecida 24 meses;
- O 3-isobutil-2-metoxipiracina, que revelou-se presente apenas na amostra tradicional envelhecida 24 meses;
- O 2-metil butirato de etilo, ausente apenas na amostra bidestilada não envelhecida;
- O 2-metil-3-(metilditio)furano, que resultou-se importante na amostra bidestilada envelhecida 24 meses, porém apresentando valores de FM (%) baixos nas amostras não envelhecidas e ausente na amostra tradicional envelhecida 24 meses;
- O 3-etilfenol, que apresentou importância odorífera apenas nas amostras envelhecidas, estando porém ausente nas amostras não envelhecidas;
- E finalmente o 4-mercapto-4-metil-2-pentanona, presente apenas na amostra bidestilada não envelhecida;

Este estudo foi completado com um teste de chi-quadrado (χ^2), do qual foram extraídos os seguintes resultados: os compostos diferenciadores a um nível de 97% foram o composto desconhecido com IR_{polar} 930, o 4-mercapto-4-metil-2-pentanona e o 3-isobutil-2-metoxipiracina; ao nível de 95% encontra-se o isobutirato de etila, o furfuril etil éter e o 2,6-diclorofenol; diferiram ao nível de 90% o composto desconhecido com

IR_{polar} 902, o octanal, e-2-nonenal e o ácido 2-metilpropanoico. Todos esses compostos estão assinalados na **Tabela 4** com os símbolos: ***, ** e *, respectivamente.

Tabela 4: Odorantes encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 24 meses, segunda a diferença entre os valores máximos e mínimos de Frequência Modificada (FM(%))

IR _{polar}	Descritor	Identificação	FM (%) Cachaças				Máx-Min	χ^2
			BNE	TNE	B24M	T24M		
902	medicinal, solvente, doce	DESCONHECIDO ^c	94	87	36	0	94	*
930	Alcoólico, morango	DESCONHECIDO ^c	0	0	90	83	90	***
1383	metálico, vômito, desagradável	1-HEXANOL ^a	82	0	50	36	82	
1546	papel, cartolina	E-2-NONENAL ^b	50	0	67	0	67	*
1061	verde, gerânio, erva amarga	DESCONHECIDO ^c	43	0	57	0	57	
1542	Pimentão verde	3-ISOBUTIL-2-METOXIPIRACINA ^b	0	0	0	57	57	***
1056	Ester, morango	2-METILBUTIRATO ETILO ^a	53	49	0	54	54	
1681	Fritos, churrasco	2-METIL-3-(METILDITIO)-FURANO ^b	27	29	53	0	53	
2211	animal, couro	3-ETILFENOL ^b	0	0	37	53	53	
1388	tiol, tropical, abacaxi	4-MERCAPTO-4-METIL-2-PENTANONA ^b	53	0	0	0	53	***
1313	fritos, churrasco	2-METIL-3-FURANTIOL ^b	85	69	55	35	50	
1443	terra	2-ISOPROPIL-3-METOXIPIRACINA ^b	49	31	0	31	49	
967	desagradável, acetona, dissolvente	ISOBUTIRATO ETILO ^b	0	0	0	49	49	**
2142	cravo, fenólico, especiado	4-PROPILGUAIACOL ^a	0	19	0	48	48	
1297	alcoólico, lubrificante, colônia	FURFURIL ETIL ETER ^b	48	0	0	0	48	**
2139	clorofenol, humidade, desagradável	2,6-DICLOROFENOL ^b	48	0	0	0	48	**
2206	animal, tempero, couro	4-ETILFENOL ^a	35	47	35	0	47	
2260	menta, anisado, citrico, medicinal	4-VINILGUAIACOL ^b	47	0	38	0	47	
1074	Ester, morango	3-METILBUTIRATO ETILO ^a	37	82	66	83	46	
1203	Frutal, anisado	4-METILPENTANOATO ETILO ^b	46	33	30	19	46	
1130	Banana	ACETATO ISOAMILO ^a	42	24	45	0	45	
1337	coco, flores, doce, cola	2-HEPTANOL ^b	45	0	0	19	45	
1827	Humidade, rolha	GEOSMINA ^b	58	17	33	60	43	
1119	gerânio, cola, plástico, oxidado	ISOBUTANOL ^b	43	0	26	17	43	
1645	Queijo, vômito	ÁCIDO BUTIRICO ^b	24	0	43	0	43	
1415	champignon	1-NONEN-3-ONA ^b	41	19	0	26	41	
939	Champignon, humidade, alcoólico	3-METILBUTANAL ^b	0	0	37	41	41	
917	dissolvente, doce	DESCONHECIDO ^c	41	0	29	0	41	
1300	fruta, flor, limão, citrico	OCTANAL ^b	0	0	0	41	41	*
1250	raro, peixe, químico, doce	DESCONHECIDO ^c	33	0	0	38	38	
1521	frutal, plástico, solvente, floral	DECANAL ^b	0	0	38	29	38	
1626	cloro, pepino	Z-2-DECENAL ^b	19	0	37	22	37	
1580	ac graxo, pés	ÁCIDO 2-METILPROPANOICO ^b	36	0	0	0	36	*
1869	Guaiacol	GUAIACOL ^a	75	75	82	47	35	

1904	Floral	DIHIDROCIAMATO ETILO ^a	29	35	22	0	35
1716	azeite, ranço, fritura, tostado	E,E-2-4-NONADIENAL ^b	51	19	45	33	32
1857	laranja, cítrico, gerânio	GERANIOL ^a	31	22	0	0	31
1241	Anisado	HEXANOATO ETILO ^a	66	36	47	47	30
2232	sotolón, tostado, goma, plástico	SOTOLON ^b	51	30	59	45	29
1936	Rosas	B-FENILETANOL ^a	61	57	35	36	26
1432	Frutal	OCTANOATO ETILO ^a	50	55	29	36	26
962	lácteo, caramelo, morango	DIACETILO ^b	87	88	82	63	25
1221	Fusel	ALCOHOL ISOAMILO ^a	85	69	82	61	24
1839	Doce, fruta	B-DAMASCENONA ^a	61	42	47	37	24
2060	Furaneol	FURANEOL ^b	43	19	43	36	24
1045	metálico, fruta, doce	BUTIRATO ETILO ^a	58	55	65	43	22
1636	Queimado	2-ACETILPIRACINA ^b	91	80	85	70	21
1309	Champignon	1-OCTEN-3-ONA ^b	38	24	29	45	21
1016	dissolvente, medicinal	ACETATO ISOBUTILO ^a	37	22	43	33	21
1685	queijo, pés	ACIDO 3-METILBUTÍRICO ^b	53	49	39	59	20
1507	anisado, doce, morango, frutal	DESCONHECIDO ^c	59	59	51	41	18
2112	animal, couro, estábulo	ACIDO OCTANOICO ^b	27	27	41	33	14
1462	Vinagre	ACIDO ACÉTICO ^a	75	78	65	67	13
994	goma, plástico, queimado	DESCONHECIDO ^c	71	76	73	66	10

BNE= Cachaça Bidestilada não envelhecida; TNE= Cachaça Tradicional não envelhecida; B24M= Cachaça Bidestilada envelhecida 24 meses; T24M= Cachaça Tradicional envelhecida 24 meses.

***=componentes que mostraram diferenças significativas em um nível de significância de 97%; **= componentes que mostraram diferenças significativas em um nível de significância de 95%; *= componentes que mostraram diferenças significativas em um nível de significância de 90% no teste χ^2 .

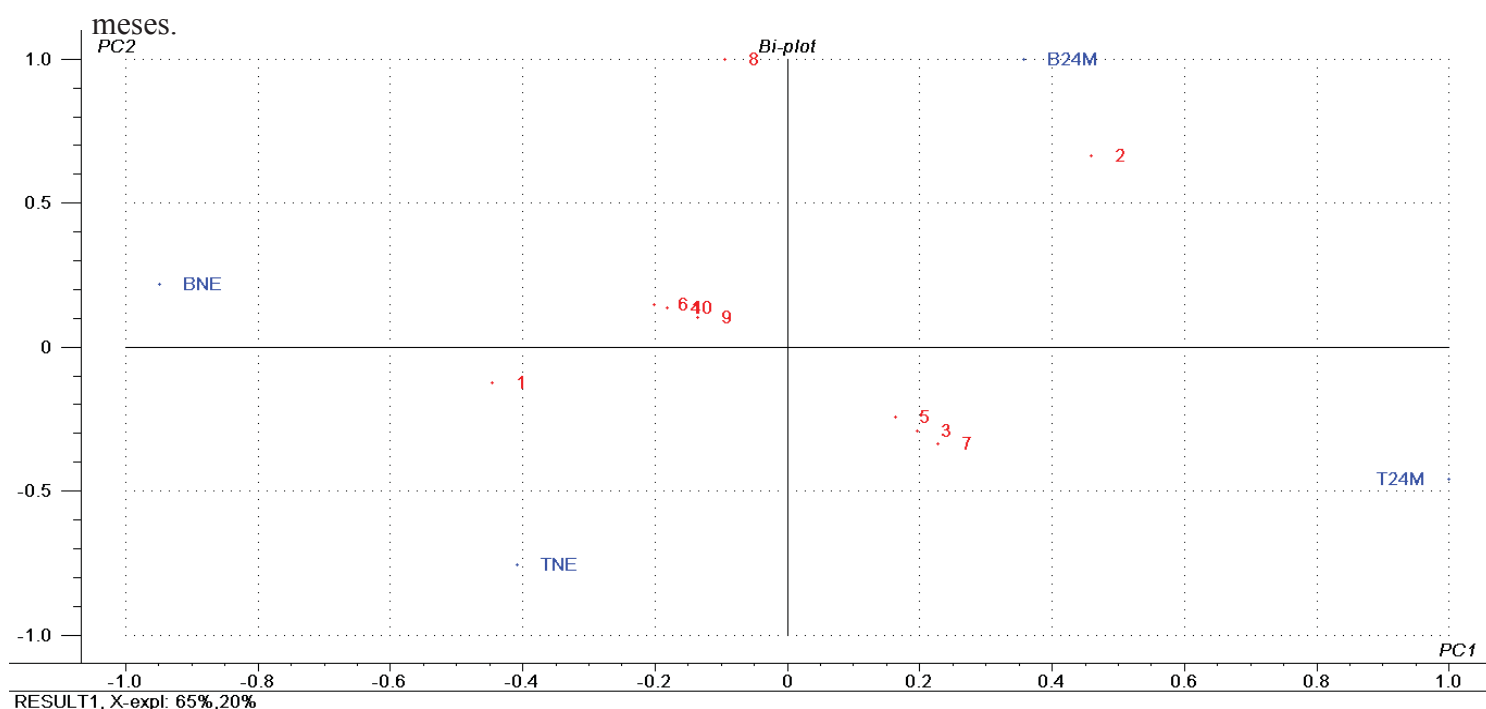
^a: identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico na coluna DB-WAX (IR_{polar}), descritor aromático e espectro de massas.

^b: Identificação baseada na coincidência do índice de retenção cromatográfico na coluna DB-WAX (IR_{polar}) e descritor aromático. O composto não produziu um sinal claro no espectrômetro de massas por sua baixa concentração.

^c: compostos não identificados.

Com os dados relativos aos dez componentes voláteis capazes de induzir diferenças significativas entre as quatro amostras avaliadas segundo o teste qui-quadrado (χ^2), foi realizada a análise de componentes principais (ACP), mostrada na **Figura 3**. Os números de 1 a 10 correspondem aos seguintes compostos: composto não identificado com IR_{polar} 902, composto não identificado com IR_{polar} 930, isobutirato de etilo, furfuril etil eter, octanal, 4-mercapto-4-metil-2-pentanona, 3-isobutil-2-metoxipiracina, e-2-nonenal, ácido 2-metilpropanoico e 2,6-diclorofenol, respectivamente.

Cabe destacar que entre os dois componentes temos uma explicação de 85% da variância. A componente (PC1) explica 65% enquanto que a componente 2 (PC2) explica os 25% restante.

Figura 3: PCA de amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas 24

Compostos: 1 = composto desconhecido com IR_{polar} 902; 2 = composto não identificado com IR_{polar} 930; 3 = isobutirato de etilo; 4 = furfuril etil éter; 5 = octanal; 6 = 4-mercaptop-4-metil-2-pentanona; 7 = 3-isobutil-2-metoxipiracina; 8 = e-2-nonenal; 9 = ácido 2-metilpropanoico; 10 = 2,6-diclorofenol.

BNE = cachaça bidestilada não envelhecida; TNE = cachaça tradicional não envelhecida; B24M = cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M = cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

Essa figura evidencia as grandes diferenças observadas no perfil aromático das quatro amostras de cachaça avaliadas, sendo que cada amostra está localizada em um quadrante, diferente das demais.

A amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE) é caracterizada principalmente pelos componentes voláteis 4-mercaptop-4-metil-2-pentanona (nº6), furfuril etil éter (nº4), 2,6-diclorofenol (nº10) e ácido 2-metilpropanoico (nº9), detectados somente nessa amostra e não nas demais. A amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE) é caracterizada principalmente pela presença do composto desconhecido com IR_{polar} 902 (nº1), com 87% de frequência modificada.

A amostra bidestilada envelhecida 24 meses (B24M) caracterizou-se principalmente pelas presenças do componente volátil não identificado com IR_{polar} 930 (nº2) e o e-2-nonenal (nº8), sendo que esses dois compostos estão presentes nessa amostra em maior frequência modificada que nas outras, apresentando valores de 90 e 67% de FM, respectivamente. A amostra tradicional envelhecida 24 meses foi caracterizada pelos compostos octanal (nº5), isobutirato de etila (nº3) e 3-isobutil-2-

metoxipiracina (nº7), compostos que só foram identificados exclusivamente nessa amostra, com frequências modificadas de 41, 49 e 57%, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

A utilização da técnica de CG-olfatometria, no presente trabalho, permitiu a caracterização do perfil aromático das amostras de cachaça estudadas, tornando possível a comparação de amostras produzidas de forma tradicional com amostras bidestiladas, obtidas por um novo método de destilação, representando contribuição inovadora em relação ao estudo do aroma dessa bebida.

Foi evidenciada a maior complexidade aromática das cachaças bidestiladas, pela presença, nessas amostras, de um maior número de compostos odorantes importantes, em relação às amostras tradicionais. Dentre as amostras não envelhecidas, foram encontrados na amostra bidestilada 41 odorantes importantes e somente 23 na amostra tradicional. O papel do processo de envelhecimento também foi evidenciado nos resultados obtidos com as amostras envelhecidas, sendo encontrados 34 odorantes importantes na amostra bidestilada e 33 na amostra tradicional.

Dentre os 54 compostos odoríferos considerados mais importantes determinados nesse trabalho, 47 foram identificados.

Dentre os compostos considerados importantes para o aroma da cachaça, 12 foram destacados pela sua contribuição na definição da base aromática da cachaça, e 10 foram considerados responsáveis por promover as diferenças sensoriais observadas entre as amostras estudadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL, Instrução Normativa nº 13, de 30 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de cana e para Cachaça. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, DF, 30 de junho de 2005, Seção I.
- [2] NOVAES, F. V. Noções básicas sobre a teoria da destilação. Piracicaba: ESALQ/Depto. **Ciência e Tecnologia Agroindustrial**, 1994. 22p.
- [3] ROTA, M. B. FARIA, J. B. Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça. **Alim. Nutr.** v.20, n.1, p. 121-127, jan./mar. 2009
- [4] ALCARDE, A. R; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30 (Supl.1), p. 226-232, 2010.
- [5] PLUTOWSKA, B.; WARDENCKI, W. Gas chromatography-olfactometry of alcoholic beverages. In: Alcoholic beverages. Sensory evaluation and consumer research. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Number 225, 2012.
- [6] FERREIRA, V., et al., Quantitative gas chromatography-olfactometry. Analytical characteristics of a panel of judges using a simple quantitative scale as gas chromatography detector. **Journal of Chromatography A**, 2003. 1002(1-2): p. 169-178.
- [7] DRAVNIEKS, A., Atlas of odor character profiles.ASTM. 1985, Philadelphia. p. 354.
- [8] LOPEZ, R., et al., Determination of minor and trace volatile compounds in wine by solid-phase extraction and gas chromatography with mass spectrometric detection. **Journal of Chromatography A**, 2002. 966(1-2): p. 167-177.
- [9] CAMPO, E., J. CACHO, AND V. FERREIRA, The chemical characterization of the aroma of dessert and sparkling white wines (Pedro Ximenez, Fino, Sauternes, and Cava) by gas chromatography-olfactometry and chemical quantitative analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2008. 56(7): p. 2477-2484.
- [10] CULLERE, L., et al., 2-Methyl-3-(methyldithio)furan: A new odorant identified in different monovarietal red wines from the Canary Islands and aromatic profile of these wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2008. 21(8): p. 708-715.

- [11] CAMPO, E., et al., Prediction of the wine sensory properties related to grape variety from dynamic-headspace gas chromatography-olfactometry data. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2005. **53**(14): p. 5682-5690.
- [12] ESCUDERO, A., et al., Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2007. **55**(11): p. 4501-4510.
- [13] CAMPO, E., J. CACHO, AND V. FERREIRA, Multidimensional chromatographic approach applied to the identification of novel aroma compounds in wine - Identification of ethyl cyclohexanoate, ethyl 2-hydroxy-3-methylbutyrate and ethyl 2-hydroxy-4-methylpentanoate. **Journal of Chromatography A**, 2006. **1137**(2): p. 223-230.

CAPÍTULO 3

PERFIL SENSORIAL E ACEITABILIDADE DE CACHAÇA TRADICIONAL E CACHAÇA BIDEDESTILADA ENVELHECIDAS EM TONÉIS DE CARVALHO

ROTA, M. B. ¹ ; FARIA, J. B. ¹

¹ Laboratório de Controle de Qualidade da Cachaça, Faculdade de ciências farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Araraquara, São Paulo, Brasil.

RESUMO

A destilação é uma etapa fundamental na obtenção de uma bebida de boa qualidade, pois além de separar, selecionar e concentrar os componentes do vinho, a destilação ainda promove algumas reações químicas induzidas pelo calor e catalisadas pelo cobre. Assim, os componentes voláteis do vinho podem aumentar, diminuir e ainda originar novos componentes. Recentemente, vem sendo implementada a técnica de bidestilação, visando à reestruturação do perfil dos compostos orgânicos secundários das aguardentes de cana produzidas em alambiques, com vistas a obter-se uma bebida sensorialmente diferenciada. Além da técnica de destilação, Faria *et al.* apontam o envelhecimento como um importante processo para a melhoria do padrão de qualidade da cachaça. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo descrever o perfil sensorial de 6 amostras de cachaça, com variações no tipo de destilação (tradicionais e bidestiladas) envelhecidas por 12 e 24 meses em tonéis de carvalho. O perfil sensorial das amostras foi determinado utilizando-se a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A equipe sensorial foi composta por 9 assessores treinados, que apresentavam consenso em seus julgamentos, tendo sido gerados 18 termos para descrever as similaridades e as diferenças observadas entre as amostras de cachaça. Foi realizado também um teste de aceitação envolvendo 60 julgadores, potenciais consumidores de cachaças envelhecidas e não envelhecidas. Os descritores utilizados sugeriram diferenças no perfil sensorial entre as amostras tradicionais e as bidestiladas e também que as amostras bidestiladas levaram o julgador a perceber maior intensidade dos atributos relacionados ao envelhecimento em tonéis de carvalho. O teste de aceitação também mostrou maior preferência dos julgadores pelas amostras bidestiladas envelhecidas.

Palavras-chave: cachaça, bidestilação, envelhecimento, análise descritiva quantitativa, teste de aceitação.

ABSTRACT

The distillation is a important step to get a drink of good quality, because it separates, selects and concentrates the components of wine, as well as promoting some chemical reactions induced by the heat. Thus the volatile components of wine can increase, decrease and even lead to new components. Recently, the technique of bidistillation is being implemented to restructure the profile of organic compounds side of Spirits cane produced in stills, aiming to get a drink sensorial differentiated. Besides the distillation, Faria *et al.* cited the aging process as a key to improving the standard of quality of cachaça. Thus, this study aimed to describe the sensory profile of 6 samples of cachaça, with variations in the kind of distillation (traditional and bidistillation) aged for 12 and 24 months in oak barrels. The sensory profile was performed using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA). The sensorial panel was formed of 9 assessors trained and in consensus within the panel. Eighteen terms were used to describe the similarities and differences between samples. It was also accomplished an acceptance test with 60 panelists, potential consumers of aged and non-aged cachaça. The descriptors used suggest differences in sensory profile between the traditional and bidistilled samples and also that bidistilled samples led the assessors to realize greater intensity of attributes related to aging in oak barrels. Acceptance testing also showed a greater preference of the consumers for the bidistilled aged samples.

Key-words: cachaça, bidistilled, quantitative descriptive analysis, acceptance test, aging

1. INTRODUÇÃO

A produção de aguardente no Brasil está estimada em aproximadamente 1,3 bilhão de litros por ano, com mais de 5 mil marcas registradas podendo haver ainda cerca de 40 mil produtores clandestinos espalhados por todo país [1].

Apesar da importância econômica e social da aguardente de cana brasileira, são ainda muito escassos os estudos sobre sua qualidade sensorial, porém as crescentes exigências do mercado têm feito crescer a preocupação com a qualidade dessa bebida [5]

O processo de produção da cachaça pode ser dividido em quatro etapas principais: obtenção do mosto, fermentação, destilação e envelhecimento. Por melhor que sejam realizadas as três primeiras etapas do processo produtivo, o destilado recém-obtido apresenta sabor seco, ardente e um aroma não muito agradável [3] [19]. Na produção de bebidas alcoólicas fermento-destiladas pela destilação de vinhos, a operação de destilação é um dos pontos determinantes da qualidade do produto final.

Os vinhos das diferentes matérias primas são constituídos de etanol, água e de congêneres tais como ácidos, álcoois, ésteres, compostos carbonílicos, acetais, fenóis, hidrocarbonetos, compostos nitrogenados e sulfurados, açúcar e outros que, presentes na bebida, a caracterizam e qualificam [23]. Portanto a otimização das condições da operação de destilação é fundamental na obtenção de uma bebida de boa qualidade, pois além de separar, selecionar e concentrar os componentes do vinho, a destilação ainda promove algumas reações químicas induzidas pelo calor e catalisadas pelo cobre. Assim, os componentes voláteis do vinho podem aumentar, diminuir ou ainda originar novos componentes [11].

O conhecimento detalhado da composição química e sensorial da aguardente de cana é muito importante para o controle de qualidade e para a avaliação das alterações que possam contribuir para a melhoria do produto ou até mesmo evitar características sensoriais indesejáveis [2][6][12]. Segundo Lima Neto e Franco [14], alterações na qualidade da aguardente resultariam em uma melhor acolhida do produto não só pelos consumidores atuais, como também por não consumidores, além de propiciar condições para aumentar o volume de exportação dessa bebida.

Uma alternativa para promover a melhora sensorial da aguardente é o processo de bidestilação, prática normalmente adotada na produção de outras bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum. Esse processo foi proposto pela primeira vez na obtenção da cachaça por Novaes [17] visando à obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido. Recentemente, vem sendo implementada cada vez mais esta técnica, visando a reestruturação do perfil dos compostos secundários das aguardentes de cana produzidas em alambiques, com vistas a obter-se uma bebida sensorialmente diferenciada, pela seletividade de frações voláteis mais desejadas, redução de acidez volátil, do teor de cobre e de ésteres e visando ainda possibilitar o controle, redução ou eliminação de compostos não permitidos pela legislação, como metanol, furfural e carbamato de etila [9].

Esse processo consiste em realizar duas destilações sucessivas, permitindo a obtenção de uma aguardente mais padronizada, com qualidade distinta das provenientes de uma única destilação, baixa acidez e características sensoriais mais agradáveis [24]. A melhoria da qualidade da aguardente bidestilada está baseada na separação das frações mais ricas em compostos indesejáveis, como é o caso dos aldeídos, do metanol, do ácido acético e do carbamato de etila, e de outros compostos voláteis prejudiciais à qualidade sensorial da bebida e à saúde do consumidor [16].

A análise sensorial é a única técnica atualmente disponível que permite a avaliação e um efetivo controle da qualidade dos alimentos e das bebidas. Além dos testes de aceitação, geralmente utilizados, um dos métodos sensoriais de grande aplicação na avaliação da qualidade sensorial é a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). Tal método permite traçar o perfil sensorial de diversos produtos, inclusive da cachaça, através do levantamento e quantificação de atributos, previamente definidos por uma equipe de 8 a 12 assessores devidamente selecionados e treinados [5] [10] [2].

Furtado [10], realizando análise descritiva quantitativa de aguardentes recém-destiladas, obteve os seguintes termos descritores para o aroma: álcool, melão de cana, melão de cana fermentado, madeira, erva, frutas, compostos orgânicos e perfume. Para o sabor foram utilizados os termos: álcool, amargo, doce, madeira, erva, adstringente e encorpado.

Piggot e Jardine [18] definiram, utilizando a análise descritiva quantitativa, 35 termos descritores para amostras de "whisky" com diferentes tempos de envelhecimento.

Estudos relacionados com a cachaça se fazem tão necessários quanto urgentes, considerando-se por um lado a crescente exigência do mercado externo se quisermos aumentar sua exportação, e por outro, a necessidade de investirmos na sua qualidade e assim resgatar a importância dessa bebida tipicamente brasileira. Com base nessas informações, o presente trabalho teve por objetivo descrever o perfil sensorial de amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, envelhecidas 12 e 24 meses e sem envelhecer, avaliando o impacto causado pelo tipo de destilação e pelo tempo de envelhecimento sobre esses perfis sensoriais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Amostras de cachaça obtidas em alambique de cobre por destilação simples (destilação tradicional) e pelo processo de dupla destilação, a partir do mesmo mosto de cana de açúcar fermentado, submetidas ou não ao processo de envelhecimento em tonéis de carvalho.

2.1.1 Obtenção das amostras

Em um alambique de cobre com capacidade para destilar 1000 litros de vinho de cana, foram obtidas as amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, sendo a seguir postas a envelhecer ou não em tonéis de carvalho de 200 litros de capacidade. Dessa maneira, foram obtidas 6 amostras de cachaça, a saber: amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE); amostra de cachaça tradicional envelhecida 12 meses (T12M); amostra de cachaça tradicional envelhecida 24 meses (T24M); amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE); amostra de cachaça bidestilada envelhecida 12 meses (B12M) e; amostra de cachaça bidestilada envelhecida 24 meses (B24M).

2.1.1.1 Amostras tradicionais

A destilação simples do vinho de cana de açúcar foi conduzida em um alambique de cobre, sendo coletadas as frações referentes à cabeça (10%), coração (80%) e cauda (10%). A fração coração representa a amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE). Uma parte da quantidade obtida da amostra TNE foi posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra T24M, sendo uma amostra retirada aos 12 meses de envelhecimento (T12M).

2.1.1.2 Amostras bidestiladas

No processo de dupla destilação, o vinho de cana de açúcar foi destilado em um alambique de cobre, até que todo o conteúdo de etanol presente fosse retirado, sem separação das frações cabeça, coração e cauda, originando assim um destilado alcoólico com cerca de 27% de álcool em volume. Este destilado obtido em três destilações sucessivas foi novamente submetido a uma outra destilação, conduzida conforme descrito para a amostra tradicional, separando-se as frações cabeça, coração e cauda. A fração coração representa, nesse caso, a amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE), sendo parte dessa amostra posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra B24M, sendo uma amostra retirada aos 12 meses de envelhecimento (B12M).

2.2 Análise Descritiva Quantitativa

A metodologia empregada na Análise Descritiva Quantitativa foi desenvolvida por Stone *et al.* [21], de acordo com as etapas a seguir.

2.2.1 Pré-seleção dos candidatos

A partir do contato pessoal com mais de 60 possíveis julgadores, foram pré-selecionados 13 indivíduos, alunos de graduação e pós-graduação da UNESP-Araraquara,

consumidores de cachaça, que demonstraram interesse e disponibilidade em participar dos testes sensoriais.

Primeiramente, os candidatos foram submetidos ao teste de reconhecimento de gostos básicos, cujo objetivo foi verificar a capacidade dos assessores em distinguir os gostos doce, salgado, amargo e ácido, apresentados em duas diferentes concentrações (**Tabela 1**). Os assessores que reconheceram pelo menos uma das soluções referente à cada gosto básico foram pré-selecionados (**Anexo 1**).

Tabela 1. Concentração das soluções aquosas dos gostos básicos

Gosto Básico	Substância	Concentração 1 (%)	Concentração 2 (%)
Acido	Ácido Cítrico	0,02	0,04
Amargo	Cafeína	0,03	0,06
Doce	Sacarose	0,4	0,8
Salgado	Cloreto de Sódio	0,08	0,15

Em seguida, foi aplicada uma etapa para desenvolvimento da memória sensorial dos assessores, familiarizando-os com aromas frequentemente utilizados para caracterizar amostras de cachaça. Para representar tais aromas foram utilizadas pequenas quantidades de essências, condimentos e ingredientes, tais como: ácido acético, baunilha, mel, cerveja, cravo, cachaça, lascas de madeira, guaraná, café e canela.

Cada candidato foi solicitado a descrever a qualidade de duas séries de estímulos aromáticos, colocados em copos de isopor de 100 mL, codificados com números de 3 dígitos e cobertos com duas camadas de papel alumínio, sendo a interna com pequenas perfurações e a externa apenas para fechar o sistema. Cada série era composta pelos mesmos aromas, porém em posições distintas e balanceadas [26]. O candidato aspirava o conteúdo de cada copo da primeira série, identificando e descrevendo o aroma percebido. Em seguida, aspirava a segunda série, pareando os aromas idênticos aos da primeira série. Além de identificarem os aromas, os candidatos também indicavam a intensidade e a facilidade de reconhecimento dos mesmos (**Anexo 2**). Para a próxima etapa do treinamento foram selecionados os assessores que reconheceram pelo menos 80% dos odores apresentados [25].

2.2.2 Desenvolvimento da Terminologia Descritiva e Treinamento dos Assessores

Para o levantamento da terminologia descritiva das amostras de cachaças estudadas utilizou-se o Método de Rede, descrito por Kelly (1955) e citado por Moskowitz [15]. Nesta etapa, os assessores receberam as amostras aos pares, em todas as combinações, sendo solicitado então aos assessores que descrevessem na ficha apropriada (**Anexo 3**), as similaridades e diferenças observadas entre as amostras apresentadas.

Após a avaliação e sob a supervisão do líder da equipe sensorial, os assessores discutiram os termos levantados, visando eliminar aqueles termos que descreviam a mesma percepção, termos que significavam extremos de escala de um mesmo atributo e ainda termos pouco citados. Desta forma, foram selecionados, de forma consensual, os termos que melhor descreviam as similaridades e diferenças entre as amostras.

Em sessões subseqüentes, os assessores elaboraram uma lista com a definição dos termos descritivos selecionados e propuseram referências para exemplificar cada um desses termos.

Uma ficha de avaliação das amostras foi então elaborada, apresentando os descritores gerados e ao lado deles uma escala de intensidade não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos esquerdo com os termos “nenhum” / “fraco”/ “pouco” e nos extremos direito “forte”/ “muito”.

No treinamento, os assessores avaliaram a intensidade dos atributos das diferentes cachaças, utilizando a ficha de avaliação consensualmente desenvolvida. Durante essas sessões de avaliação das amostras, os assessores tinham à sua disposição as definições dos termos descritivos e, antes de entrarem nas cabines, eram solicitados a avaliar as referências associadas a cada atributo a ser julgado.

2.2.3 Seleção Final da Equipe de Assessores

Após o treinamento, quando a equipe passou a apresentar bom entendimento e consenso quanto ao uso da ficha de avaliação, cada assessor avaliou três amostras, em três

repetições. Foram servidos 5ml de amostra, de forma monádica, em cálices tipo tulipa, codificados com algarismos de três dígitos, cobertos com vidros de relógio, e avaliadas em cabines individuais, sob luz branca.

Os assessores foram selecionados com base no poder de discriminação entre as amostras, repetibilidade e concordância com a equipe.

Para isto, foi realizada análise de variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostra e repetição) para cada atributo, para cada assessor, sendo assim obtidos os valores para $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ para cada assessor.

Foram então selecionados os assessores com valores de $F_{amostra}$ significativo para $p \leq 0,05$ e $F_{repetição}$ não significativo para $p > 0,05$ cujas médias apresentavam concordância com as da equipe.

2.2.4 - Avaliação Final das Amostras

Para a definição do perfil sensorial, as 6 amostras de cachaça foram avaliadas por todos os assessores, em três repetições, utilizando-se a ficha de avaliação consensualmente desenvolvida, sendo servidas três amostras por sessão, alocadas segundo o planejamento experimental de blocos incompletos balanceados.

2.3. Teste com consumidores – Teste de aceitação

2.3.1. Recrutamento dos consumidores e avaliação da aceitação das amostras de cachaça

A partir de questionário (**Anexo 4**), foram recrutados 60 consumidores que revelaram consumir pelo menos uma vez por mês e gostar, entre ligeiramente a muitíssimo, de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e de caipirinha. Antes de iniciarem as sessões, os julgadores eram esclarecidos em relação à natureza do produto e ao preenchimento da ficha de avaliação.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Unesp), em cabines individuais, sob luz branca. Os consumidores

tiveram sempre à sua disposição água e bolacha de água, para enxágue bucal e limpeza dos receptores gustativos entre uma amostra e outra. Foram servidos 5 mL de cada amostra, à temperatura ambiente (20-22 °C), em cálices tipo tulipa, identificados com números de 3 dígitos e cobertos com vidro de relógio.

As amostras foram analisadas monadicamente, utilizando-se escala hedônica híbrida (**Anexo 5**), conforme descrito por Villanueva et al. (2005), em relação aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global. A intenção de compra dos consumidores em relação a cada aguardente foi também avaliada, através de uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria e 5 = certamente compraria)

2.4 – Análise Estatística

As análises dos dados obtidos foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS [20], sendo ainda os dados obtidos com a Análise Descritiva Quantitativa submetidos à Análise de Variância (ANOVA) com três fatores de variação (amostra, assessor, interação amostra-assessor) e teste de comparação de médias (Tukey), de acordo com Stone *et al.* [21] e Stone e Sidel [22]. Os dados gerados pelo teste de aceitação com consumidores foram submetidos à ANOVA e Teste de Tukey, no nível de 5% de significância, utilizando o programa estatístico SAS [20] e os resultados obtidos quanto à intenção de compra foram analisados na forma gráfica de distribuição de frequência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Descritiva Quantitativa

3.1.1. Recrutamento e Pré-seleção dos Assessores

Dentre os 13 assessores recrutados conforme já descritos anteriormente, entre alunos de graduação e pós-graduação do Câmpus da Unesp de Araraquara, 7 eram mulheres e 6 homens, com faixa etária entre 23 e 35 anos.

Os indivíduos não apresentaram dificuldades para identificar os gostos básicos (doce, salgado, ácido, amargo) e os odores, tendo em vista que 3 deles acertaram todos os gostos básicos e todos os odores dos testes de pré-seleção. No teste de gostos básicos, a solução doce obteve o maior percentual de erros por parte dos candidatos, correspondendo a 46,15% , que não distinguiram o gosto doce na solução mais diluída da água pura. Da mesma forma, no caso do gosto ácido, 15,38% dos assessores assinalaram a menor diluição como sendo água pura. Todos os assessores assinalaram corretamente as referências dos gostos amargo e salgado nas suas duas concentrações. Dos 13 candidatos, 12 acertaram pelo menos uma solução de cada gosto básico, sendo assim considerados aptos a dar continuidade aos testes sensoriais.

No teste de reconhecimento de odores foram atribuídas as seguintes pontuações: “3”, para a identificação correta; “2”, para a descrição de um produto muito relacionado; “1”, para um produto ligeiramente relacionado; e “0” quando não houve descrição ou esta estava incorreta. Ao realizar o total de pontos para cada odor, verificou-se que a maior dificuldade foi identificar o aroma de madeira (5,5% de acertos), seguido dos aromas de baunilha (61,1% de acertos), conforme indicado na **Figura 1**. Os aromas de vinagre e café foram os mais facilmente reconhecidos, sendo identificados por todos os participantes, seguidos dos aromas de cravo (97,2% dos assessores identificaram), canela, cachaça e guaraná (94,4% dos assessores identificaram).

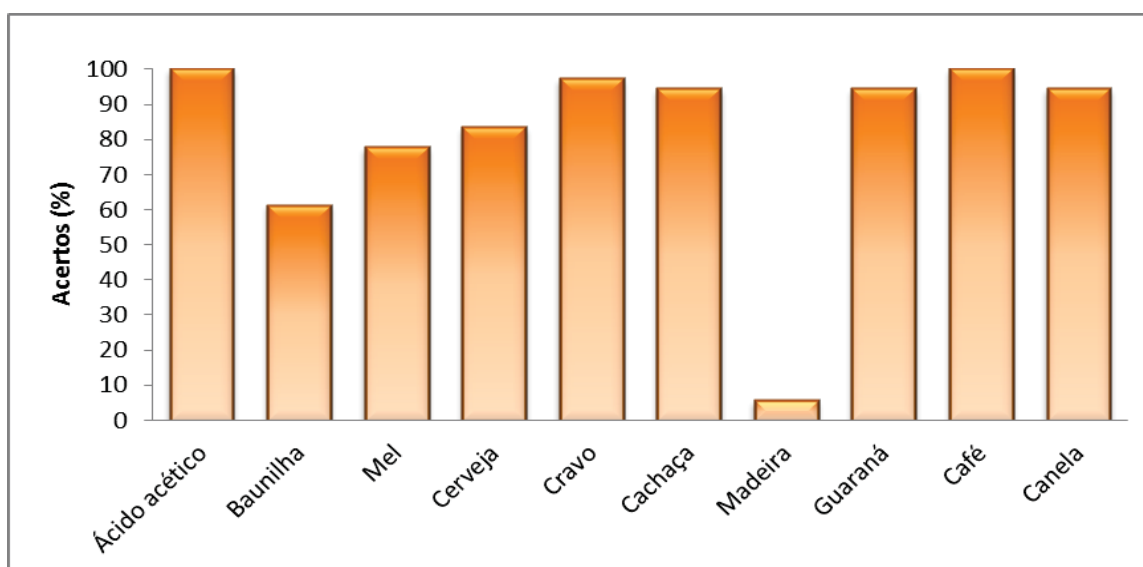


Figura 1: Percentual de acertos dos candidatos para cada estímulo aromático utilizado no teste de reconhecimento de odores

O aroma de madeira foi relatado por todos os assessores como sendo de *muito difícil* identificação, e foi julgado com intensidade fraca por todos os candidatos. Dentre os aromas considerados de difícil reconhecimento, o de baunilha foi o único julgado com intensidade *fraca* (valor 1) pela maioria dos candidatos (75%) que o identificaram.

Os participantes apresentaram certa facilidade quanto ao pareamento dos odores pertencentes às diferentes séries, já que ocorreram apenas 4 equívocos, destacando a troca entre os aromas de baunilha e cravo (que, segundo os candidatos, apresentavam notas similares de doçura) e a troca entre os aromas de guaraná e cerveja, café e canela e canela e cravo. Dos 12 candidatos, todos acertaram pelo menos 80% dos odores, sendo assim considerados aptos a dar sequência ao estudo.

3.1.2. Levantamento e Desenvolvimento da Terminologia Descritiva

Após a etapa de recrutamento e pré-seleção, os assessores foram solicitados a cumprir a etapa de desenvolvimento da terminologia descritiva das amostras de cachaça pelo Método de Rede. Foram necessárias 4 sessões para o desenvolvimento da terminologia descritiva, proposição das referências (**Figura 2**) e confecção da ficha de análise descritiva (**Figura 3**).

No presente estudo, 18 termos descritivos foram gerados para traçar o perfil sensorial das amostras de cachaça estudadas.

A aparência das amostras foi descrita pelos termos cor amarela e corpo, o aroma pelos termos descritivos alcoólico, amadeirado, açúcar mascavo, melaço, fermentado, banana, mel, baunilha e cravo, a sensação bucal pelo termo descritor pungência bucal. As amostras também foram descritas pelos gosto amargo e gosto salgado, e pelos descritores alcoólico, amadeirado, cravo e mel para o sabor.

DESCRIPTOR	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIAS
APARÊNCIA		
Cor amarela	- Intensidade de cor amarela característica de cachaças envelhecidas.	- Nenhuma : água - Forte : 50 mL de cachaça Sabor da Estância (M. F. Rosas Filho e Cia Ltda – Santa Fé do Sul, SP)
Corpo	- Característica de aderência do filme na parede da taça.	- Pouco : água - Muito : 50 mL de cachaça Sabor da Estância (M. F. Rosas Filho e Cia Ltda – Santa Fé do Sul, SP)
AROMA		
Alcoólico	- Aroma característico de etanol	- Fraco : Solução etanólica a 35% - Forte : Solução etanólica a 45%

Amadeirado	- Aroma característico da madeira do carvalho utilizada no tonel para envelhecimento de aguardente.	- Nenhum: água - Forte: extrato d carvalho puro
Açúcar mascavo	- Aroma característico de açúcar mascavo diluído em solução alcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 7 g de açúcar mascavo Mais Vita (Yoki Alimentos S.A. – Cambará, PR).
Melaço	- Aroma característico de melaço diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 7 mL de melaço diluídos em 43 ml de solução etanólica 40%
Fermentado	- Percepção associada à nota de aroma fermentado, característico do fermento utilizado na fermentação do caldo de cana, diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 1,7 g de fermento Fleishman diluídos em 48 mL de solução etanólica 40%
Banana	- Aroma característico de aroma artificial de banana diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 0,3 mL de aroma artificial de banana diluídos em 50 mL de solução etanólica 40%
Mel	- Aroma característico de mel diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 3 mL de mel diluídos em 47 ml de solução etanólica 40%
Baunilha	- Aroma característico de aroma artificial de baunilha diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 0,1 mL de aroma artificial de baunilha diluídos em 50 mL de solução etanólica 40%
Cravo	- Aroma característico de cravo da índia diluído em solução hidroalcoólica.	- Nenhum: água - Forte: 1 cravo da índia deixado em solução etanólica 40% por 24 horas.
<u>SENSAÇÃO BUCAL</u>		
Pungência bucal	- Percepção de ardência nas mucosas bucais.	- Fraco: solução etanólica a 30% - Forte: solução etanólica a 45%
<u>GOSTO</u>		
Amargo	- Gosto característico de solução aquosa de substâncias amargas	- Nenhum: água - Forte: solução de cafeína a 0,15% em etanol 40%
Salgado	- Gosto característico de solução aquosa de substâncias salgadas	- Nenhum: água - Forte: Solução de cloreto de sódio a 0,23% em etanol 40%
<u>SABOR</u>		
Alcoólico	- Sabor característico de solução aquosa de etanol.	- Fraco: solução etanólica 30% - Forte: solução etanólica 45%
Amadeirado	- Sabor característico promovido pela madeira do carvalho, utilizada no tonel para envelhecimento de aguardentes	- Nenhum: água - Forte: extrato de carvalho puro
Mel	- Percepção associada à nota de sabor característico de solução alcoólica de mel.	- Nenhum: água - Forte: 1,5 mL de mel diluídos em 48,5 mL de solução etanólica 40%
Cravo	- Percepção associada à nota de sabor característico de solução alcoólica de cravo.	- Nenhum: água - Forte: 1 cravo da índia deixado em solução etanólica 40% por 24 horas.

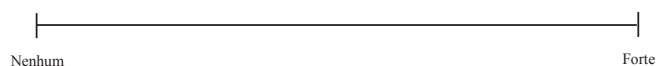
Figura 2: Definições e referências dos termos descritivos para as cachaças.

Nome: _____ Data: ____/____/____

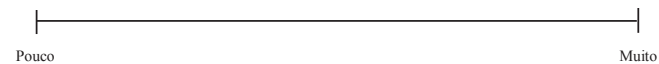
Você está recebendo amostras de cachaça. Por favor, avalie essas amostras para cada atributo, utilizando as escalas abaixo.

APARÊNCIA

Cor amarela

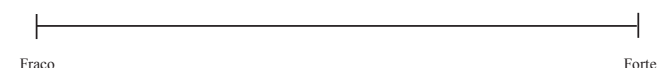


Corpo



AROMA

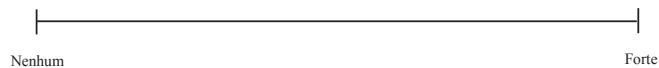
Alcoólico



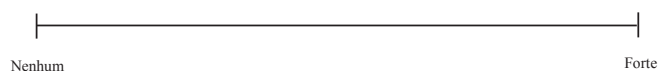
Amadeirado



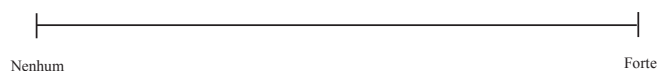
Açúcar Mascavo



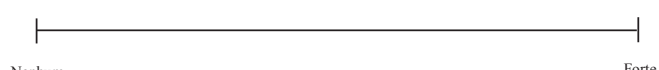
Melaço



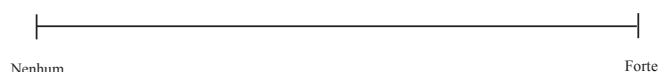
Fermentado



Banana



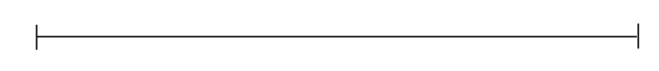
Mel



Baunilha

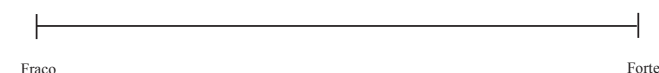


Cravo



SENSAÇÃO BUCAL

Pungência bucal

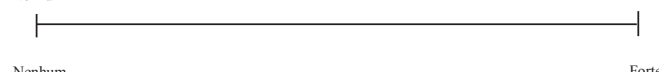


GOSTO

Amargo

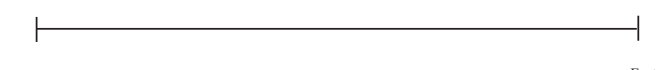


Salgado

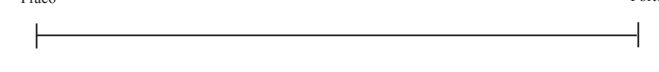


SABOR

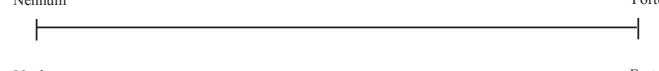
Alcoólico



Amadeirado



Mel



Cravo



Figura 3: Ficha utilizada para a análise descritiva das cachaças tradicionais e bidestiladas não envelhecidas, envelhecidas 12 e 24 meses.

3.1.3 Seleção de Assessores para a Análise Descritiva Quantitativa.

Os resultados dos níveis de significância (p) de F_{amostra} para cada assessor e os níveis de significância (p) de $F_{\text{repetição}}$ para cada assessor em relação à cada atributo, estão apresentados na **Tabela 2** e **Tabela 3**, respectivamente.

Foram selecionados os assessores com valores de p de F_{amostra} significativo ($p < 0,50$) e $F_{\text{repetição}}$ não significativo ($p > 0,05$), por apresentarem alto poder de discriminação e repetibilidade, respectivamente.

Tabela 2: Níveis de significância (p) para assessores em função de discriminação das amostras (F_{amostra})

Provedor	COR	CORPO	AALC	AMAD	AMASC	AMELAÇ	AFERM	ABAN	AMEL	ABAU	ACRAVO	PUNG	GAMAR	GSALG	SALC	SAMAD	SMEL	SCRAVO
P1	0.0001	0.0021	0.0001	0.0001	0.0030	0.0110	0.0001	0.0030	0.0001	0.0008	0.0001	0.0001	0.0002	0.0005	0.0001	0.0017	0.0031	0.0001
P2	0.0001	0.0001	0.0001	0.0365	0.0005	0.00030	0.0002	0.0001	0.0005	0.0003	0.0216	0.0001	0.0022	0.0001	0.0018	0.0002	0.0001	0.0005
P3*	0.0001	0.0001	0.0001	0.2350	0.0034	0.0002	0.0008	0.0010	0.0001	0.5347	0.0046	0.0036	0.0055	0.0072	0.0003	0.0001	0.0020	0.0001
P4	0.0030	0.0007	0.0001	0.0003	0.0001	0.0030	0.0100	0.0029	0.0008	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
P5	0.0001	0.0001	0.0047	0.0020	0.0002	0.0009	0.2146	0.0001	0.0022	0.0028	0.0005	0.3689	0.0003	0.2323	0.0001	0.0045	0.0057	0.0109
P6*	0.0002	0.0001	0.0005	0.0001	0.0045	0.0027	0.0001	0.0002	0.0020	0.0002	0.0001	0.0001	0.0122	0.0037	0.0020	0.0001	0.0001	0.0002
P7	0.0001	0.0035	0.0001	0.0022	0.0034	0.0002	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0008	0.0009	0.0001	0.0001	0.0007	0.0009	0.0008	0.0001
P8	0.0001	0.0002	0.0013	0.0020	0.0035	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0008	0.0001	0.0057	0.0004	0.0008	0.0030	0.0001
P9	0.0004	0.0001	0.0001	0.0017	0.0021	0.0033	0.0001	0.0009	0.0008	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0030	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
P10	0.0001	0.0001	0.0030	0.0002	0.0001	0.0001	0.0027	0.0045	0.0001	0.0032	0.0008	0.0009	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001
P11	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0019	0.0001	0.0198	0.0249	0.0003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0020	0.0001	0.0037
P12*	0.0001	0.0002	0.0001	0.0295	0.0001	0.0410	0.0001	0.4671	0.0100	0.0001	0.4290	0.0008	0.6211	0.0001	0.0002	0.0001	0.0021	0.0001

*: assessor com (p) de F_{amostra} não significativo, em pelo menos um descritor. COR: cor amarela; AALC: aroma alcoólico; AMAD: aroma amadeirado; AMASC: aroma açúcar mascavo; AMELAÇ: aroma melaço; AFERM: aroma fermentado; ABAN: aroma banana; AMEL: aroma mel; ABAU: aroma baunilha; ACRAVO: aroma cravo; PUNG: pungência bucal; GAMAR: gosto amargo; GSALG: gosto salgado; SALC: sabor alcoólico; SAMAD: sabor amadeirado; SMEL: sabor mel; SCRAVO: sabor cravo.

Tabela 3: Níveis de significância (p) para assessores em função da repetibilidade ($F_{\text{repetição}}$)

Provedor	COR	CORPO	AALC	AMAD	AMASC	AMELAÇ	AFERM	ABAN	AMEL	ABAU	ACRAVO	PUNG	GAMAR	GSALG	SALC	SAMAD	SMEL	SCRAVO
P1	0.3017	0.7824	0.5446	0.2042	0.9286	0.5388	0.5850	0.0541	0.3674	0.6671	0.5519	0.4187	0.3085	0.1789	0.8441	0.9405	0.9490	0.2649
P2	0.9390	0.4936	0.4907	0.2689	0.2449	0.2244	0.7679	0.2369	0.7678	0.8427	0.6249	0.3344	0.7363	0.3779	0.5453	0.7242	0.3749	0.4159
P3*	0.0174	0.3519	0.9516	0.7332	0.3641	0.2793	0.0305	0.1975	0.3408	0.1154	0.3824	0.9796	0.5831	0.0312	0.9709	0.2512	0.1504	0.1407
P4	0.1529	0.0581	0.7562	0.8825	0.9842	0.1935	0.2889	0.7835	0.4019	0.7627	0.8137	0.0701	0.1164	0.5104	0.2386	0.9831	1.000	0.1011
P5	0.6798	0.8129	0.4258	0.9405	0.4019	0.6671	0.3392	0.9018	0.4019	0.5266	0.7253	0.6548	0.9258	0.5714	0.4179	0.7456	0.4497	0.3695
P6*	0.5157	0.4363	0.0388	0.3965	0.3510	0.1538	0.4622	0.8562	0.4565	0.0401	0.2463	0.5157	0.6467	0.8355	0.5357	0.8338	0.7452	0.6835
P7	0.8338	0.4466	0.0805	0.8937	0.4584	0.6218	0.9615	0.9083	0.6695	0.6051	0.0686	0.5435	0.6310	0.3541	0.5058	0.5549	0.0785	0.1345
P8	0.3500	0.2081	0.9398	0.6133	0.2209	0.3719	0.7967	0.3110	0.7358	0.5905	0.7321	0.7602	0.2979	0.8267	0.8828	0.2413	0.1681	0.9490
P9	0.3143	0.4536	0.6844	0.7164	0.5417	0.1688	0.6696	0.0604	0.2523	0.5700	0.6806	0.4825	0.8526	0.7898	0.9595	0.0909	0.6406	0.5709
P10	0.4373	0.8553	0.9138	0.9528	0.3724	0.6249	0.9627	0.9878	0.8413	0.7220	0.8736	0.1176	0.9615	0.0650	0.3289	0.2554	0.3149	0.7392
P11	0.4182	0.3097	0.4743	0.6578	0.3433	0.1094	0.7479	0.4142	0.0754	0.2687	0.1536	0.9030	0.0756	0.6651	0.8425	0.5674	0.8965	0.6306
P12*	0.1649	0.7204	0.7926	0.3760	0.0385	0.1683	0.8312	0.7341	0.6149	0.4583	0.8216	0.5478	0.0126	0.1743	0.3489	0.9672	0.0419	0.7346

*: assessor com (p) de $F_{\text{repetição}}$ significativo, em pelo menos um descritor. COR: cor amarela; AALC: aroma alcoólico; AMAD: aroma amadeirado; AMASC: aroma açúcar mascavo; AMELAÇ: aroma melaço; AFERM: aroma fermentado; ABAN: aroma banana; AMEL: aroma mel; ABAU: aroma baunilha; ACRAVO: aroma cravo; PUNG: pungência bucal; GAMAR: gosto amargo; GSALG: gosto salgado; SALC: sabor alcoólico; SAMAD: sabor amadeirado; SMEL: sabor mel; SCRAVO: sabor cravo.

De acordo com estes critérios, dos 12 assessores pré-selecionados, apenas 9 (assessores 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 11) foram finalmente selecionados para a avaliação final das amostras. Dentre os assessores não selecionados por apresentaram baixo poder de discriminação observou-se também baixa repetibilidade.

Dentre os 9 assessores selecionados, todos apresentaram concordância com a equipe, conforme se pode observar através da avaliação das médias individuais para cada atributo, comparando-as com a média da equipe sensorial.

3.1.4 – Análise Descritiva Quantitativa

Na **Tabela 4**, estão representadas as médias dos atributos, obtidas por análise de variância (ANOVA). Através do teste de médias de Tukey, pode-se constatar a existência de possíveis diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras. Numa mesma coluna, as médias marcadas com a mesma letra não diferem entre si.

Como se pode observar, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as diferentes amostras em relação a todos os atributos avaliados.

Tabela 4: Médias¹ dos atributos para as cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas, envelhecidas 12 e 24 meses.

Amostra	COR	CORPO	AALC	AMAD	AMASC	AMELAÇ	AFERM	ABAN	AMEL	ABAU	ACRAVO	PUNG	GAMAR	GSALG	SALC	SAMAD	SMEL	SCRAVO
BNE	0.00 e	1.00 f	8.02 a	0.00 e	0.00 e	7.01 b	6.46 b	0.00 e	0.00 e	0.00 e	0.00 e	7.92 a	0.70 f	6.17 b	8.39 a	0.00 e	0.00 e	0.00 e
TNE	0.00 e	1.85 e	6.72 b	0.00 e	0.00 e	8.20 a	7.88 a	0.00 e	0.00 e	0.00 e	0.00 e	6.20 b	1.12 e	7.65 a	7.52 b	0.00 e	0.00 e	0.00 e
B12M	6.53 b	5.93 b	4.34 c	4.88 c	5.39 c	3.71 d	1.58 d	5.91 c	4.98 c	4.34 c	4.13 c	4.25 c	3.97 d	2.17 d	6.21 c	5.56 c	5.49 c	4.47 d
T12M	4.27 d	4.54 d	3.34 d	3.87 d	4.01 d	4.86 c	3.85 c	3.15 d	4.07 d	3.19 d	6.04 b	2.45 d	5.51 c	3.68 c	3.86 d	4.17 d	3.84 d	7.00 b
B24M	8.19 a	7.35 a	2.63 e	8.15 a	8.13 a	0.00 e	0.00 e	8.24 a	8.03 a	8.08 a	6.18 b	2.19 e	6.38 b	0.80 f	3.84 d	8.79 a	8.70 a	6.38 c
T24M	5.13 c	5.44 c	1.55 f	7.15 b	7.30 b	0.00 e	0.00 e	6.92 b	7.01 b	6.16 b	7.29 a	0.89 e	7.76 a	1.23 e	1.01 e	7.10 b	7.16 b	8.30 a
MDS	0.1572	0.1625	0.1704	0.1174	0.1368	0.1418	0.1598	0.1464	0.1501	0.1705	0.1642	0.200	0.1791	0.1598	0.1633	0.1091	0.1082	0.1315

1=Médias com letras em comum, numa mesma coluna, não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si, segundo o Teste de Tukey. MDS: Mínima Diferença Significativa entre as médias de acordo com Teste de Tukey. BNE=cachaça bidestilada não envelhecida; TNE=cachaça tradicional não envelhecida; B12M=cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M=cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M=cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M=cachaça tradicional envelhecida 24 meses. COR: cor amarela; AALC: aroma alcoólico; AMAD: aroma amadeirado; AMASC: aroma açúcar mascavo; AMELAÇ: aroma melaço; AFERM: aroma fermentado; ABAN: aroma banana; AMEL: aroma mel; ABAU: aroma baunilha; ACRAVO: aroma cravo; PUNG: pungência bucal; GAMAR: gosto amargo; GSALG: gosto salgado; SALC: sabor alcoólico; SAMAD: sabor amadeirado; SMEL: sabor mel; SCRAVO: sabor cravo.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, o aumento do tempo de envelhecimento, promoveu aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos descritores cor amarela, corpo, aroma amadeirado, aroma açúcar mascavo, aroma banana, aroma mel, aroma baunilha, aroma cravo, gosto amargo, sabor amadeirado, sabor mel e sabor cravo, tanto nas

amostras tradicionais quanto nas bidestiladas, como também diminuição significativa dos descritores aroma alcoólico, aroma melaço, aroma fermentado, pungência bucal, gosto salgado e sabor alcoólico.

A amostra bidestilada com o maior tempo de envelhecimento (B24M) foi significativamente ($p \leq 0,05$) superior às demais amostras, em relação às médias dos atributos: cor amarela, corpo, aroma amadeirado, aroma açúcar mascavo, aromas banana, aroma mel, aroma baunilha, sabor amadeirado e sabor mel. Quando comparamos as amostras envelhecidas durante 12 meses, pode-se verificar que a amostra bidestilada também apresentou médias significativamente superiores nos mesmos descritores, em relação à amostra de cachaça tradicional.

A amostra tradicional envelhecida por 24 meses (T24M) apresentou-se significativamente superior ($p \leq 0,05$) às amostras bidestiladas, em relação às médias, somente nos descritores aroma cravo, gosto amargo e sabor cravo.

Dentre as amostras não envelhecidas, a amostra bidestilada (BNE) revelou-se significativamente ($p \leq 0,05$) superior à amostra tradicional (TNE) em relação às médias dos descritores: aroma alcoólico, pungência e sabor alcoólico. Já em relação aos descritores aroma melaço, aroma fermentado e gosto salgado, a amostra tradicional não envelhecida (TNE) apresentou resultados significativamente superiores ($p \leq 0,05$) à amostra bidestilada sem envelhecimento (BNE).

O perfil sensorial das cachaças está apresentado na **Figura 4**. O centro da figura representa o ponto zero da escala de atributos, enquanto a intensidade aumenta do centro para a periferia.

Comparando-se o perfil sensorial das amostras, é possível verificar que as amostras bidestilada e tradicional não envelhecidas (BNE e TNE, respectivamente) possuem características próximas, apresentando os mesmos descritores, porém com médias distintas.

As amostras envelhecidas 12 meses (B12M e T12M), apresentam características distintas entre si, sendo a amostra bidestilada a que apresenta maior intensidade dentre a maioria dos descritores levantados.

Os resultados apresentados na **Figura 4** evidenciam a melhoria da qualidade sensorial das amostras ao longo do envelhecimento. As amostras envelhecidas por 24 meses (B24M e T24M) apresentaram cor amarela, corpo, aroma amadeirado, aroma açúcar

mascavo, aroma banana, aroma mel, aroma baunilha e aroma cravo de forma mais pronunciada, sendo determinadas as menores médias para os descritores aroma alcoólico, aroma melaço, aroma fermentado, pungência bucal e gosto salgado.

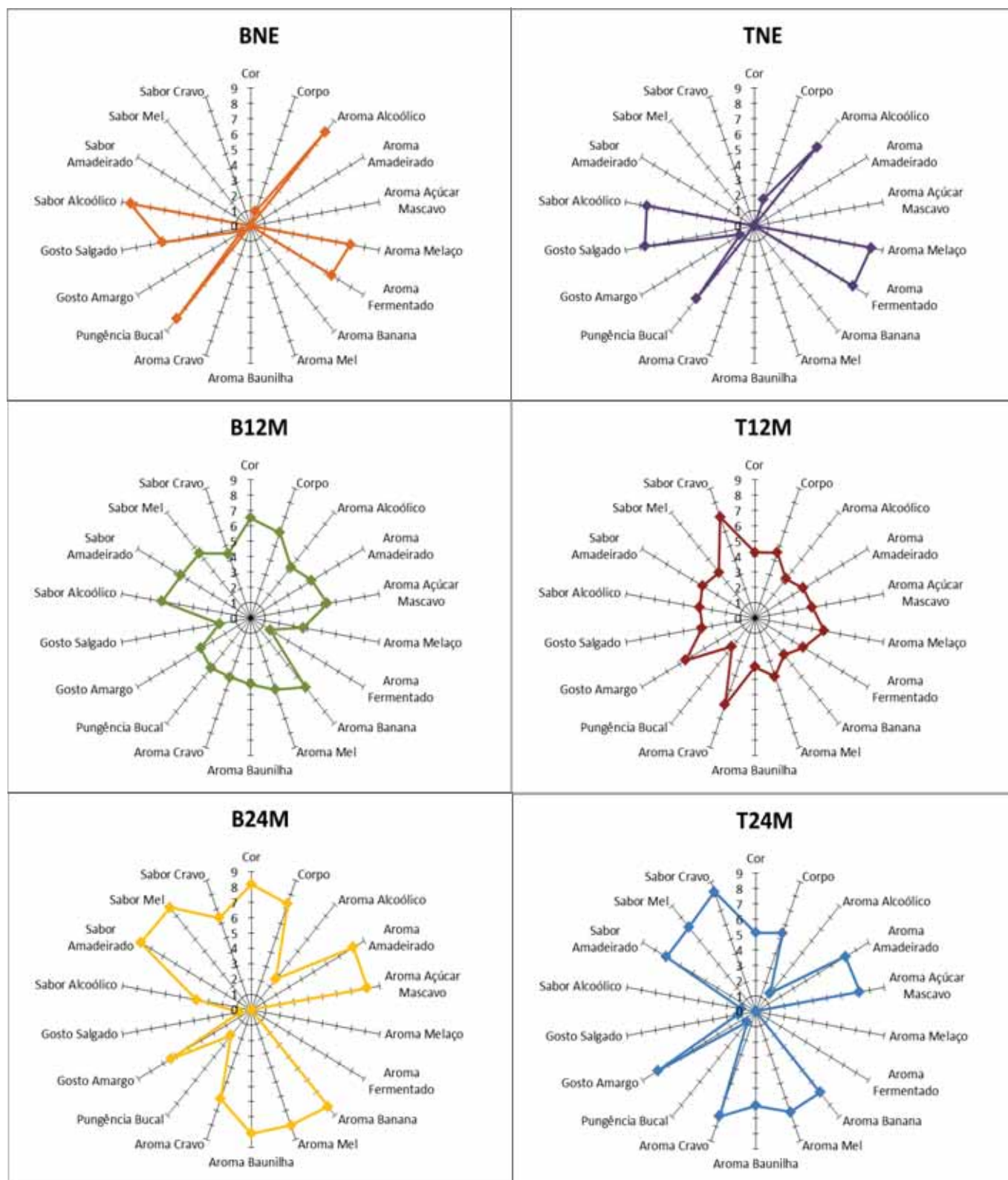


Figura 4: Perfil sensorial em gráfico aranha com as médias dos atributos das cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas 12 e 24 meses, separadamente. BNE=cachaça bidestilada não envelhecida; TNE=cachaça tradicional não envelhecida; B12M=cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M=cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M=cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M=cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

3.2 - Teste de Aceitação

A **Figura 5** indica quanto os consumidores que participaram do teste sensorial gostam de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e de caipirinha, e a **Figura 6** mostra a frequência de consumo para essas bebidas.

É importante salientar que somente os assessores que gostam entre ligeiramente a muitíssimo de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, envelhecida e/ou caipirinha, e que consomem essas bebidas pelo menos uma vez por mês, participaram da avaliação sensorial.

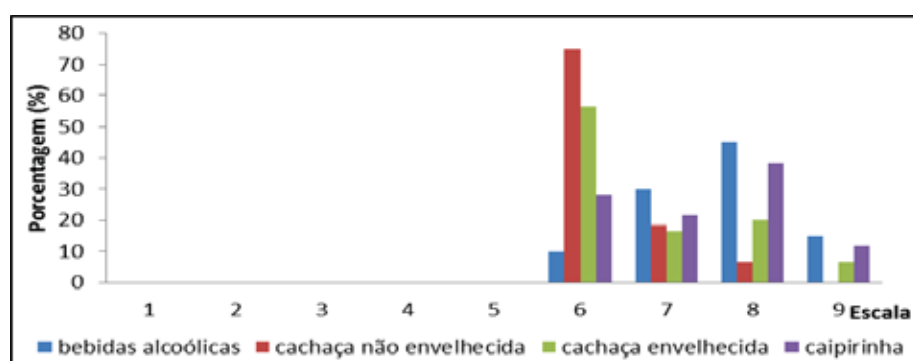


Figura 5 – Representação gráfica da caracterização dos consumidores em relação ao quanto gostam ou desgostam de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e caipirinha. (1= desgosto muitíssimo; 5 = nem gosto, nem desgosto; 9 = gosto muitíssimo)

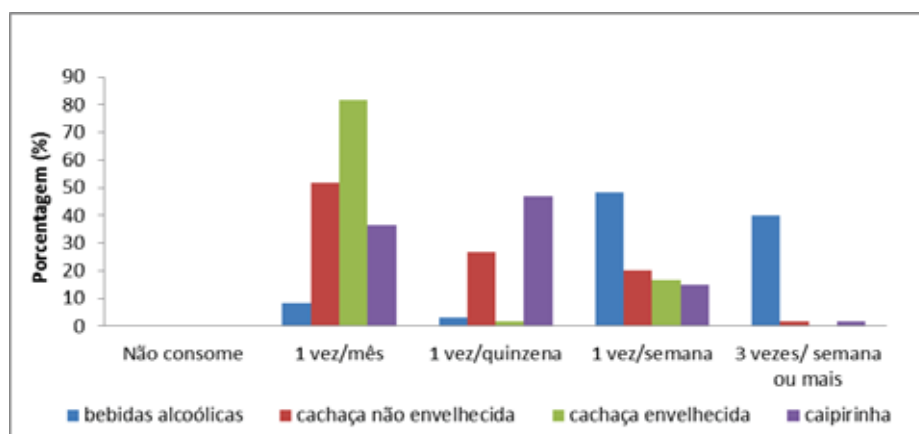


Figura 6 – Representação gráfica da caracterização dos consumidores em relação à frequência de consumo de bebidas alcoólicas, cachaça não envelhecida, cachaça envelhecida e caipirinha.

Os 60 consumidores selecionados com idade entre 21 e 34 anos, eram 50% do sexo masculino e 50% do feminino, sendo na sua grande maioria, alunos de graduação (78.33%) e pós-graduação (21.66%).

As médias de aceitação dos atributos avaliados para as amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses estão expressas na **Tabela 5**.

Tabela 5: Médias¹ de aceitação dos atributos avaliados para as cachaças tradicionais e bidestiladas envelhecidas e sem envelhecer ($n = 60$ consumidores)

AMOSTRAS	COR	AROMA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
BNE	5,92 c	5,26 b	5,16 c	5,39 c
TNE	5,82 c	5,91 b	5,43 b,c	5,69 b,c
B12M	6,87 a,b	6,93 a	6,51 a	6,64 a
T12M	6,28 b,c	6,79 a	6,19 a,b	6,35 a,b
B24M	6,95 a	7,01 a	6,48 a	6,73 a
T24M	6,74 a,b	6,92 a	6,20 a,b	6,42 a
MDS	0,6028	0,6827	0,8716	0,7050

¹: 1=Médias com letras em comum, numa mesma linha, não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si, segundo o Teste de Tukey. BNE=cachaça bidestilada não envelhecida; TNE=cachaça tradicional não envelhecida; B12M=cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M=cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M=cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M=cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

Todos os atributos avaliados pelos consumidores selecionados apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si.

Em relação ao atributo cor, a amostra bidestilada envelhecida 24 meses (B24M) foi a mais aceita (6.95), e diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra tradicional envelhecida 12 meses (T12M) e das duas amostras não envelhecidas, tanto bidestilada (BNE) quanto tradicional (TNE). A segunda amostra mais aceita para o atributo cor foi a amostra bidestilada envelhecida 12 meses (B12M), seguida da amostra tradicional envelhecida 24 meses (T24M). Apesar dessas amostras não apresentarem diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre si, a maior média para a amostra bidestilada envelhecida 12 meses mostra que mesmo com menor tempo de envelhecimento, a cor da amostra bidestilada é preferida à da amostra tradicional, provavelmente em função do seu teor alcoólico maior (62%), o que favorece a extração dos componentes da madeira.

Todas as amostras envelhecidas, tanto tradicionais quanto bidestiladas (B12M, T12M, B24M e T24M) não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) em relação ao atributo aroma, mas diferiram de ambas as amostras não envelhecidas (TNE e BNE), mostrando que o envelhecimento melhora o

aroma das bebidas, principalmente na amostra bidestilada, que após 24 meses de envelhecimento (B24M) obteve a maior média de aceitação para esse atributo.

Para o atributo sabor, pode-se observar também que as amostras envelhecidas (B12M, T12M, B24M e T24M) não diferiram ($p \leq 0,05$) entre si. Quando comparamos apenas as amostras tradicionais, observa-se que o tempo de envelhecimento não causou diferença significativa ($p \leq 0,05$) no sabor das amostras, diferentemente do que ocorreu com a amostra bidestilada, que apresentou diferenças significativas entre a amostra não envelhecida (BNE) e as duas amostras envelhecidas (B12M e B24M), sendo a amostra bidestilada envelhecida 12 meses (B12M) a amostra mais aceita (6,51) pelos consumidores.

Finalmente, para o atributo impressão global, não foi observada diferença significativa entre as amostras de cachaça não envelhecidas (BNE e TNE). A amostra tradicional não envelhecida (TNE) também não diferiu significativamente da amostra tradicional envelhecida durante 12 meses (T12M). A amostra com maior média de aceitação (6,73) para esse atributo foi novamente a amostra bidestilada envelhecida 24 meses (B24M), que também diferiu significativamente das cachaças bidestiladas envelhecida 12 meses (B12M) e não envelhecida (BNE).

Os valores obtidos em relação à atitude de compra estão representados na **Figura 7**. A amostra que apresentou maior atitude positiva em relação à compra foi a amostra bidestilada envelhecida 24 meses (B24M), com 90% dos assessores afirmando entre “certamente compraria” e “tenho dúvidas se compraria ou não esse produto”, seguida da amostra tradicional envelhecida 12 meses (T12M), com 86,7%. A amostra bidestilada não envelhecida (BNE) foi a que apresentou maior frequência (15%) para “certamente não compraria”, na escala.

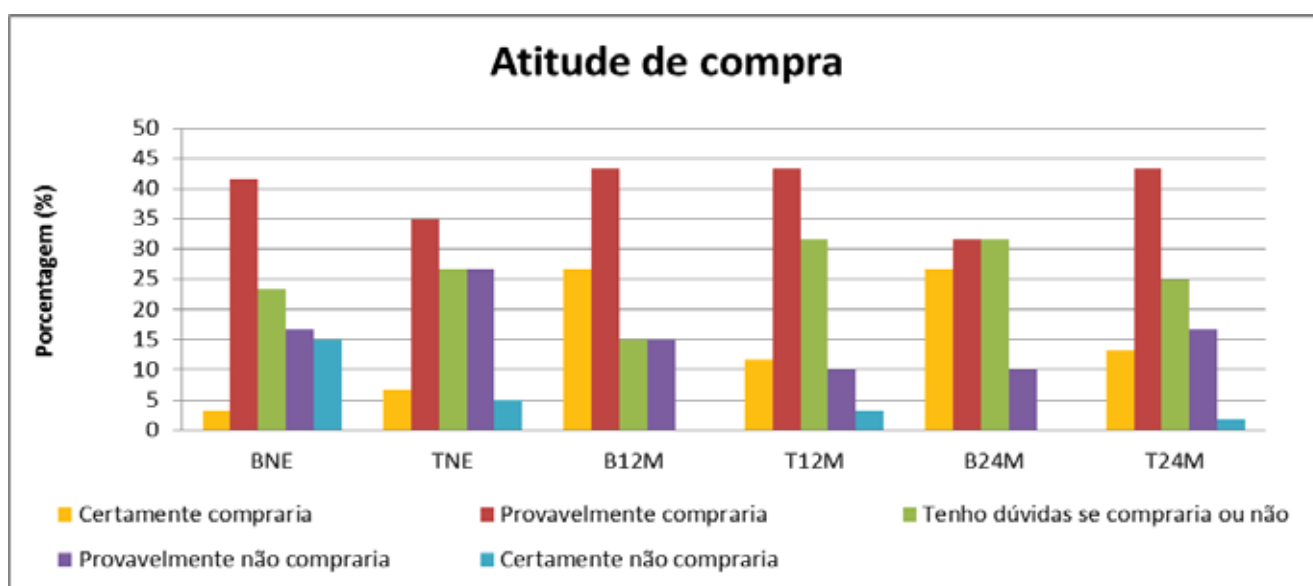


Figura 7: Representação gráfica dos resultados do teste de aceitação em relação à atitude de compra. BNE=cachaça bidestilada não envelhecida; TNE=cachaça tradicional não envelhecida; B12M=cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M=cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M=cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M=cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

4 – CONCLUSÕES

O processo de bidestilação vem sendo utilizado para a obtenção de uma bebida mais padronizada, para ser posteriormente envelhecida. O presente estudo evidenciou, pela Análise Descritiva Quantitativa, a melhoria da qualidade sensorial das amostras, principalmente da amostra bidestilada, ao longo do envelhecimento. Os assessores treinados perceberam os atributos relacionados ao processo de envelhecimento, como cor amarela, aroma de baunilha, aroma de banana, aroma amadeirado, aroma de açúcar mascavo e sabor amadeirado, em maiores intensidades na amostra bidestilada, quando comparada à amostra tradicional com o mesmo tempo de envelhecimento. O teste de Tukey mostrou que tanto o processo de destilação adotado quanto o tempo de envelhecimento diferenciou significativamente as amostras dentre os diferentes atributos avaliados.

O teste de aceitação mostrou a preferência dos consumidores pela amostra bidestilada envelhecida 24 meses, que apresentou a maior média de aceitação para a maioria dos atributos avaliados, apresentando também maior atitude positiva em relação à compra, caso essa bebida estivesse disponível no mercado.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBRAC. Instituto Brasileiro da Cachaça. Disponível em www.ibrac.net. Acesso em: 21 de agosto de 2012.
- [2] BOSCOLO, M.; ANDRADE, L.G.; FERREIRA, M.M.C.; LIMA, B.S.; FRANCO, D.W. Spectrofotometric determination of caramel content in spirits aged in oak casks. *Journal AOAC International*, Estados Unidos, v.85, n.3, p.744-750, 2002.
- [3] BOZA, Y.; OETTERER, M. Envelhecimento de aguardente de cana. *Boletim da sbCTA.*, v. 33, n. 1, p. 8-15, 1999.
- [4] BRASIL, Instrução Normativa nº13, de 30 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diário Oficial da União*, DF, 30 de junho de 2005, Seção 1
- [5] CARDELLO, H. M. A. B., FARIA, J. B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol. 18, n. 2 Campinas May/July 1998.
- [6] CARDELLO, H. M. A. B., FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapas de preferência interno. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol. 20, n. 1, Campinas, Abril/2000.
- [7] COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental Designs*. John Wiley, New York, 2nd Edition.,1957.
- [8] FARIA, J.B.; FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO, J. The sensory characteristic defect of “cachaça” distilled in absence of copper. *Rev. Alim. Nutr.*, Araraquara, v.14, n.1, p. 1-7, 2003.

- [9] FORLIN, F.J. Maturação de aguardente de cana composta com extrato de Madeira de carvalho em embalagens de polietileno tereftalato (PET). Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2005.
- [10] FURTADO, S. M. B. Avaliação sensorial descritiva de aguardente de cana (*Saccharum officinarum*, L.). Influência da composição em suas características sensoriais e correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas. 1995. 99 f. Tese (Doutor em Ciência dos Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1995
- [11] GUYMON, J.F. Chemical aspects of distilling wines into brandy. In: WEBB, A.D. Ed. Chemistry of Winemaking, Washington, 1974, p.232-53. (Advances in Chemistry, séries 137).
- [12] ISIQUE, W.D.; LIMANETO, B.S.; FRANCO, D.W. Qualidade da cachaça, uma opinião para discussão. Engarrafador moderno, Brasil, v.98, p.92-97, 2002.
- [13] JANZANTTI, N. S. Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2004.
- [14] LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D.W. A aguardente e o controle químico de sua qualidade. Engarrafador Moderno, 4(33): 5-8, 1994.
- [15] MOSKOWITZ, H.R. Product Testing and Sensory Evaluatuion of Foods. Westport: Food & Nutrition Press Inc., 1983. 605p.
- [16] NOGUEIRA, A. M. P., VENTURINI-FILHO, W. G. V. Aguardente de cana. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, 2005.
- [17] NOVAES, F. V. Noções básicas sobre a teoria da destilação. Piracicaba: ESALQ/Depto de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1994. 22p
- [18] PIGGOT, J.R., JARDINE, S.P. Descriptive sensory analysis of whisky flavor. J. Inst. Brewing., v. 85, p.82-5, 1979.
- [19] PLAZA, D.E.M.; REYERO, J.R.; PARDO, F.; SALINAS, M.R. Comparison of wine aromas with different tannic content aged in French oak barrels. Anal. Chim. Acta., n. 458, p. 139-145, 2002.
- [20] SAS. Statistical Analytical System. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive: Cary, North Carolina, USA, 1996. Version 6.12.
- [21] STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology, v. 28, p. 24-34, 1974.
- [22] STONE, H.; SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1992. 308 p.
- [23] SUOMALAINEN, H.; LEHTONEN, M. The production of aroma compounds by yeast. Journal of the Institute of Brewing. 85(3), 149-156, 1979.
- [24] ROTA, M. B. FARIA, J. B. Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça. **Alim. Nutr.** v.20, n.1, p. 121-127, jan./mar. 2009
- [25] MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC, 1999. 388 p.
- [26] MacFIE, H.J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, C.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over in hall tests. **J. Sens. Stud.**, v. 4, p. 129-148, 1989.

CAPÍTULO 4

COMPOSTOS VOLÁTEIS PRESENTES EM CACHAÇAS TRADICIONAIS E BIDESTILADAS DURANTE O PROCESSO DE ENVELHECIMENTO.

ROTA, M. B. ¹ ; FARIA, J. B. ¹; CACHO, J. ²

¹ Laboratório de Controle de Qualidade da Cachaça, Faculdade de ciências farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Araraquara, São Paulo, Brasil.

² Laboratório del Análisis del Aroma y Enología, Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza-Unizar – Zaragoza, España.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar os aspectos da composição físico-química e de compostos voláteis minoritários em cachaças obtidas de forma tradicional e pelo processo de bidestilação, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses. Todas as amostras foram avaliadas quanto ao grau alcoólico, acidez volátil, furfural, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, cobre, compostos fenólicos totais e carbamato de etila, conforme exigidos pela Legislação Brasileira. Foram também determinados os compostos aromáticos ativos presentes minoritariamente nas amostras de cachaça, mediante SPE-GC-MS. Todas as amostras bidestiladas apresentaram-se dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos pela Legislação Brasileira, porém as amostras tradicionais apresentaram concentrações maiores do que as permitidas pela nossa Legislação para álcoois superiores, coeficiente de congêneres, 2-butanol, cobre e carbamato de etila. Foram identificados 40 compostos voláteis nas amostras de cachaça estudadas, dentre os quais 12 ésteres, 2 álcoois, 8 terpenos, 8 Fenóis, 3 Lactonas e 2 aldeídos. Com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que o processo de bidestilação é uma boa alternativa para garantir a qualidade da cachaça, perante os parâmetros de qualidade exigidos pela Legislação Brasileira, e também por ter se revelado um processo importante e responsável pelo maior aumento de alguns compostos minoritários ao longo do processo de envelhecimento.

Palavras chave: cachaça, bidestilação, envelhecimento, compostos minoritários, Legislação Brasileira.

ABSTRACT

This study aimed to determine the aspects of the physical and chemical composition and minor volatile compounds in sugar cane spirits obtained in the traditional way and the bidistilled process, not aged and aged for 12 and 24 months. Aromatic compounds were determined in samples of sugar cane spirits by SPE-GC-MS. All the samples were evaluated for alcohol, volatile acidity, furfural, aldehydes, esters, higher alcohols, copper, phenolic compounds and ethyl carbamate, as required by Brazilian legislation. There were also certain active aromatic compounds present minority in sugar cane spirits samples by SPE-GC-MS. Bidestiladas All the bidistilled samples were within the quality parameters established by the Brazilian legislation, but the traditional samples had concentrations greater than those permitted by our legislation for higher alcohols, coefficient of congeners, 2-butanol, copper and ethyl carbamate. We identified 40 volatile compounds in sugar cane spirits samples studied, among which 12 esters, 2 alcohols, 8 terpenes, 8 phenols, 3 lactones and 2 aldehydes. With the data obtained in this work, we can conclude that the bidistilled process is a good alternative to ensure the quality of sugar cane spirit before the quality parameters required by Brazilian legislation, and it has also been an important process and accounts for the largest increase of some minor components along the aging process.

Keywords: sugar cane spirit, bidistilled, aging, minor compounds, Brazilian legislation.

1. INTRODUÇÃO

A produção anual de aguardente de cana no Brasil é de cerca de 1,3 bilhão de litros, envolvendo mais de 5 mil marcas registradas e a estimativa é de que existam ainda mais de 40 mil produtores não registrados, em todo país. As micro-empresas correspondem a 99% do total de produtores. Porém apesar do potencial dessa bebida, as exportações representam ainda apenas 1% de toda a produção brasileira [1].

De acordo com a Legislação Brasileira (Instrução Normativa n ° 13 de 29 de Junho de 2005), Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com conteúdo alcoólico de 38 a 48% em volume a 20 ° C, obtida pela destilação do caldo de cana de açúcar fermentado, com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionados de até 6 gramas de açúcar por litro, expressos em sacarose. Quando a adição de açúcar for superior a 6 gramas e até 30 gramas por litro, há que constar no rótulo a designação "adoçada". Ainda segundo nossa Legislação, aguardente de cana também é definida da mesma maneira porém com graduação alcoólica de 38 a 54% em volume, a 20 °C [2].

A Cachaça Envelhecida é definida como a bebida que contém, no mínimo, 50% de Cachaça envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade de no máximo 700 litros por período não inferior a um ano.

Os requisitos de qualidade e os limites máximos da composição química para a aguardente de cana e cachaça no Brasil também são fixados pela Instrução Normativa n° 13, cujos coeficientes de congêneres (soma dos componentes voláteis não álcool) não pode ser inferior a 200 mg.100 mL⁻¹ e não superior a 650 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro, observando-se os seguintes limites máximos para cada componente: 150 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro para acidez volátil (expressa em ácido acético), 200 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de ésteres, 30 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de aldeídos totais, 5 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro da soma de furfural e hidroximetilfurfural e 360 mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro de álcoois superiores (soma de álcoois n-propílico, isobutílico e isoamílico) [2].

Alguns contaminantes orgânicos presentes nas cachaças, em pequenas quantidades, devem ser determinados, como é o caso do metanol, carbamato de etila, álcool sec-butílico (2-butanol), álcool n-butílico (1-butanol) e contaminantes inorgânicos como o cobre, chumbo e arsênio [2].

O processo de envelhecimento já vem sendo amplamente estudado e é considerado como uma das etapas mais importantes para a obtenção de uma cachaça envelhecida de alta qualidade. As reações promovidas pelo processo de envelhecimento favorecem a formação de compostos que influenciam na cor, no aroma e no sabor das bebidas destiladas. Cardello e Faria [3] observaram que após 48 meses de envelhecimento em tonéis de carvalho, as amostras de cachaça envelhecidas apresentaram aroma de madeira, doçura inicial e residual, aroma de baunilha, coloração amarela, gosto inicial e residual de madeira pronunciados. Durante o processo de envelhecimento da cachaça e da aguardente, é comum observar-se a diminuição do pH, dos teores de cobre, dos álcoois etílico e metílico. Por outro lado, a acidez, a cor, e as concentrações de furfural, álcoois superiores, compostos fenólicos, coeficiente de congêneres, ésteres e aldeídos tendem a ter seus teores aumentados [4] [5].

A bidestilação da aguardente de cana, prática normalmente adotada na produção de outras bebidas destiladas, como o “whisky”, o conhaque e o rum, foi proposta pela primeira vez por Novaes [6] visando a obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido. Rota [7] observou uma melhor aceitação da amostra de cachaça bidestilada em relação aos atributos sabor, impressão global e sabor residual, quando comparada à amostra de cachaça produzida de forma tradicional no mesmo alambique.

No processo de bidestilação, a primeira destilação é geralmente conduzida até que o destilado apresente um teor alcoólico entre 25 e 27°GL. Esse primeiro destilado é então submetido a uma nova destilação, onde então são separadas as frações cabeça (2% do volume a ser destilado), coração (com teor alcoólico em torno de 60%) e cauda.

A maioria das determinações dos compostos voláteis das cachaças é feita maioritariamente, levando-se em consideração apenas os compostos exigidos pela legislação. A determinação e o conhecimento da composição de voláteis odoríferos presentes minoritariamente nas cachaças permitirá o melhor conhecimento das características dessa bebida, e também o controle da qualidade das aguardentes e cachaças comercializadas, visando a detecção das possíveis contaminações, adulterações ou falsificações que possam ocorrer nesse tipo de produto.

Com base nessas informações, foi objetivo do presente trabalho determinar e comparar tanto a composição físico-química quanto os compostos voláteis odoríferos

minoritariamente presentes nas cachaças tradicionais e bidestiladas, envelhecidas ou não em tonéis de carvalho por 12 e 24 meses.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Amostras de cachaça obtidas em alambique de cobre por destilação simples (destilação tradicional) e pelo processo de dupla destilação, a partir do mesmo mosto de cana de açúcar fermentado, submetidas ou não ao processo de envelhecimento em tonéis de carvalho.

2.1.1 Obtenção das amostras

Em um alambique de cobre com capacidade para destilar 1000 litros de vinho de cana, foram obtidas as amostras de cachaça tradicionais e bidestiladas, sendo a seguir postas a envelhecer ou não em tonéis de carvalho de 200 litros de capacidade. Dessa maneira, foram obtidas 6 amostras de cachaça, a saber: amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE); amostra de cachaça tradicional envelhecida 12 meses (T12M); amostra de cachaça tradicional envelhecida 24 meses (T24M); amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE); amostra de cachaça bidestilada envelhecida 12 meses (B12M) e; amostra de cachaça bidestilada envelhecida 24 meses (B24M).

2.1.1.1 Amostras tradicionais

A destilação simples do vinho de cana de açúcar foi conduzida em um alambique de cobre, sendo coletadas as frações referentes à cabeça (10%), coração (80%) e cauda (10%). A fração coração representa a amostra de cachaça tradicional não envelhecida (TNE). Uma parte da quantidade obtida da amostra TNE foi posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra T24M, sendo uma amostra retirada aos 12 meses de envelhecimento (T12M).

2.1.1.2 Amostras bidestiladas

No processo de dupla destilação, o vinho de cana de açúcar foi destilado em um alambique de cobre, até que todo o conteúdo de etanol presente fosse retirado, sem separação das frações cabeça, coração e cauda, originando assim um destilado alcoólico com cerca de 27% de álcool em volume. Este destilado obtido em três destilações sucessivas foi novamente submetido a uma outra destilação, conduzida conforme descrito para a amostra tradicional, separando-se as frações cabeça, coração e cauda. A fração coração representa, nesse caso, a amostra de cachaça bidestilada não envelhecida (BNE), sendo parte dessa amostra posta a envelhecer em tonéis de carvalho por um tempo total de 24 meses, obtendo-se assim a amostra B24M, sendo uma amostra retirada aos 12 meses de envelhecimento (B12M).

2.2 Determinações físico-químicas da cachaça

As amostras de cachaça foram analisadas em relação a suas composições físico-química, tendo sido determinados os seguintes compostos: Etanol, Cobre e Acidez volátil, segundo metodologia descrita na Instrução Normativa nº 24, de 08 set. 2005, do MAPA; Aldeídos, Ésteres, Metanol, Álcoois superiores (n-propanol, isobutanol, álcool iso-amílico) e Furfural, por CG-FID; e Carbamato de Etila, por CG-MS.

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Qualidade Química de Bebidas do Setor de Açúcar e Álcool do Departamento de Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, em Piracicaba, SP.

Condições cromatográficas – CG-FID:

As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás Shimadzu modelo QP-2010 PLUS, com coluna Stabilwax-DA (Crossbond Carbowax polyethylene glycol, 30 m x 0,18 mm x 0,18 µm) e detector de ionização de chama (FID= *Flame ionization detection*). As temperaturas do detector e do injetor foram fixadas em 250 °C e o modo de injeção manual com divisão de fluxo (*split*) de 1:25 com um volume de injeção de 1,0 µL da amostra, em triplicata. O fluxo do gás de arraste na coluna (H₂) foi de 1,5 mL min⁻¹ com fluxo total de 42 mL min⁻¹ e pressão de 252,3 KPa. A programação da rampa de temperatura da coluna foi: 40 °C (isoterma de 4 min), aumento até 120 °C a uma taxa

de 20 °C min⁻¹ (isoterma de 1 min) e aumento a 30°C min⁻¹ até 180°C (isoterma de 4 min).

Condições cromatográficas – CG-MS:

A análise de carbamato de etila foi realizada sem tratamento prévio das amostras, utilizando um cromatógrafo gasoso Shimadzu com detector de massas, modelo GCMS- QP2010 Plus, tendo como fonte de ionização o impacto eletrônico com energia de ionização de 70 eV. Foi utilizada coluna cromatográfica capilar de fase polar (polietilenoglicol esterificada) HP-FFAP (50m x 0,20mm x 0,33µm de espessura do filme da fase estacionária). As temperaturas do injetor e da interface do detector foram 230 e 220°C, respectivamente. Empregou a seguinte programação de temperatura para o forno: início com 90°C por 1 min, elevação para 150°C a uma taxa de 10°C/min, seguido de aquecimento para 230°C a uma taxa de 30°C/min, na qual permaneceu por 2 min. O volume injetado foi de 1,0µL no modo “splitless” automático, em duplicata. O gás de arraste foi hélio (5.0) com fluxo de 1,2 mL/min. O modo de aquisição foi o SIM, monitorando os íons de m/z 62 para carbamato de etila e m/z 75 para carbamato de metila, usado como padrão interno (Clegg & Frank, 1988; Reche et al, 2007). A quantificação foi realizada mediante comparação dos resultados cromatográficos das amostras com uma curva analítica obtida a partir de uma soluções padrão de carbamato de etila (equação $y = 1,90823x - 0,01972$; y = concentração, x= área do pico; coeficiente de correlação de 0,9995), utilizando carbamato de metila na concentração de 150 µg/L como padrão interno.

Os reagentes utilizados foram de grau analítico (Sigma-Aldrich). O carbamato de etila (99,0%) e o carbamato de metila (98,0%) foram adquiridos da Sigma-Aldrich. Para as diluições foram utilizados etanol de grau cromatográfico (Merck) e água ultra pura (Milli-Q).

2.3 Determinação de compostos minoritários na cachaça utilizando-se SPE-GC-MS

A análise dos compostos minoritários na cachaça foi realizada no Laboratório de Análise de Aroma e Enologia, da Universidade de Zaragoza, Espanha.

Condições cromatográficas: foi utilizado um cromatógrafo de gases CP-3800 equipado com detector de espectrometria de massas Saturn 2200 da Varian (Sunnyvale, CA, USA) e uma coluna capilar DB-WAXETR de J&W (Folsom, CA) de 60m x 0.25 mm i.d., 0.25 μ m de espessura, precedida de uma precoluna da Supelco (Bellefonte, PA, USA) de 3m x 0.25 mm sem revestimento (desativada e com polaridade intermediária). Foi utilizado Hélio como gás de arraste com um fluxo de 1,5 mL/min. O programa de temperatura do forno iniciou-se a 40°C durante 3 min, uma rampa de 2°C/min até 220°C, durante 60 minutos. O programa de temperaturas do injetor iniciou-se a 40°C por 0,3 min, sendo a seguir aquecido a 200°C/min até 250°C. O volume de injeção foi de 2 μ L em modo “splitless” com um pulso de 30 psi durante 2,6 min.

Preparação do extrato: O processo de extração foi realizado aplicando-se o método proposto por Lopez et al (2002). Esta metodologia tem sido utilizada em amostras de vinho com um conteúdo de álcool de 12%, por isso foi necessário a realização de uma diluição das amostras de cachaça com água Milli-Q, devido ao seu alto teor alcoólico. Desta maneira, da cachaça tradicional foram utilizados 13 ml e da cachaça bidestilada apenas 10 mL, sendo o restante completado com água pura até 50 mL. A estes 50 mL de cachaça foram adicionados 26 μ L de uma solução de 3-octanona e β -damascona. Os cartuchos contendo as resinas foram acoplados ao sistema de vácuo VAC ELUT da Varian e previamente acondicionados com 4 mL de diclorometano, 4 mL de metanol e em seguida 4 mL de dissolução hidroalcoólica a 12%. Depois de acondicionados, os cartuchos foram percolados por 50 ml de cachaça, em um fluxo de 2mL/min, e posteriormente lavados com 5 mL de uma solução de água-metanol 30%-1%NaHCO₃ e rapidamente secos à vácuo. Os analitos retidos no cartucho foram então eluídos com 1,6 mL de diclorometano-1%metanol e recolhidos em um vial de 2 mL, onde foram adicionados 34 μ L da dissolução de padrões internos (4-metil-2-pentanol, 4-OH-4-metil-2-pentanol, 2-octanol, Dodecanol, Acido nonanóico e Tetradecanol) a uma concentração de 200ppm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição química das cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas ou envelhecidas por 12 e 24 meses estão apresentados na **Tabela 1.**

Comparando-se as amostras de cachaça tradicional e bidestilada não envelhecidas, pode-se verificar que a amostra bidestilada apresenta as menores concentrações na maioria dos compostos quantificados, como é o caso da acidez volátil, furfural, ésteres, álcoois superiores, coeficiente de congêneres, metanol, 1-butanol, 2-butanol, cobre e carbamato de etila.

Durante o processo de envelhecimento, observa-se aumento dos teores de acidez volátil, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, coeficiente de congêneres, metanol, 1-butanol e carbamato de etila, e a diminuição nos teores de furfural, 2-butanol e cobre, tanto na amostra bidestilada quanto na amostra tradicional.

Parazzi et al [4], Miranda et al [5] e Alcarde [8] também observaram aumento da acidez volátil, das concentrações de ésteres, álcoois superiores, congêneres, compostos fenólicos e cobre nas aguardentes de cana durante o envelhecimento, e relataram também o aumento do teor de furfural, que no presente trabalho apresentou contrariamente diminuição durante o processo de envelhecimento. Alcarde [8] também relatou a diminuição do metanol, caso inverso ao observado no presente trabalho.

As amostras de cachaça bidestiladas apresentam teores de acidez volátil bem menores que os das amostras tradicionais. O aumento nos teores de acidez volátil durante o processo de envelhecimento é explicado através da reação de oxidação do etanol, que contribui para a formação de acetaldeído, que conduz à formação de ácido acético, podendo indicar um novo equilíbrio com teores maiores de acetaldeído e ácido acético. Outra hipótese para o aumento da acidez observada pode ser explicada pela extração de compostos orgânicos não voláteis, taninos e compostos fenólicos presentes na madeira, que também contribuem para o aumento da acidez volátil em amostras de cachaça envelhecidas.

Tabela 1: Aspectos da composição química das cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.

	BNE	TNE	B12M	T12M	B24M	T24M	LEGISLAÇÃO ⁴
Etanol ¹	39,58	38,05	38,48	38,03	39,17	36,55	38-54
Acidez Volátil ²	55,43±0,00	110,33±2,42	68,18±0,19	102,6±2,36	68,98±0,39	126,01±0,54	≤ 150
Furfural ²	2,94±0,11	3,47±0,02	2,06±0,09	2,29±0,19	1,90±0,05	1,83±0,11	≤ 5
Aldeídos ²	15,86±0,42	11,77±0,14	19,46±0,85	39,11±0,40	26,59±2,10	17,44±0,99	≤ 30
Ésteres ²	29,33±0,96	38,92±1,79	35,00±1,87	58,68±3,08	44,23±4,88	42,20±3,81	≤ 200
Álcoois Superiores ²	257,86	471,46	296,05	464,11	306,93	515,35	≤ 360
Coefficiente de Congêneres ²	361,41	635,95	420,76	666,80	448,62	702,83	200-650
Metanol ²	8,38±0,25	12,31±0,49	8,76±0,05	10,49±1,02	9,88±0,16	13,21±0,41	≤ 20
1-butanol ²	1,40±0,01	1,62±0,00	1,55±0,00	1,61±0,01	1,58±0,01	1,74±0,01	≤ 3
2-butanol ²	3,05±0,01	79,86±0,00	2,95±0,01	81,23±0,32	3,32±0,00	88,32±0,20	≤ 10
Cobre ³	2,76	16,6	1,28	8,1	1,36	9,56	≤ 5
Carbamato de Etila (µg/L)	70,56±0,84	270,69±9,12	103,48±0,71	332,97±3,91	139,75±3,91	336,81±8,00	≤ 150

¹: % v/v 20°C; ²: mg.100mL⁻¹ álcool anidro; ³: mg.L⁻¹; ⁴: IN 13 do Brasil (2005). BNE: cachaça bidestilada não envelhecida; TNE: cachaça tradicional não envelhecida; B12M: cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M: cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M: cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M: cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

A diminuição do teor de furfural observada ao longo do processo de envelhecimento pode ser explicada pela evaporação ou possíveis reações desse composto com a madeira dos tonéis.

Os aldeídos geralmente são formados durante o processo de fermentação, mas também podem ser formados durante o processo de envelhecimento pela oxidação de álcoois [9]. Geralmente apresentam aroma pungente e desagradável e, por esse motivo, não são desejáveis em bebidas. As amostras bidestiladas apresentaram maiores teores de aldeídos que as amostras tradicionais, o que pode ser explicado, conforme mencionado no caso da acidez, pelo maior teor alcoólico da amostra bidestilada quando posta a envelhecer, que apresentava 62% de álcool em volume e a amostra tradicional, 47%.

As amostras de cachaça tradicionais não envelhecida (TNE) e envelhecida 12 meses (T12M) apresentaram maiores teores de ésteres que as amostras bidestiladas não envelhecida (BNE) e envelhecida 12 meses (B12M). Já entre as amostras envelhecidas 24 meses, a amostra bidestilada (B24M) foi a que apresentou o maior índice de ésteres, aumento certamente relacionado com as reações de esterificações que ocorrem durante esse processo, e que são geralmente responsáveis pelo odor agradável das bebidas envelhecidas [10].

As amostras de cachaça bidestiladas (BNE, B12M e B24M) apresentaram menores concentrações de álcoois superiores que as amostras tradicionais (TNE, T12M e T24M), provavelmente devido ao processo de bidestilação (cortes da cabeça e cauda). Observa-se ainda que nos dois processos de destilação estudados, os teores de álcoois superiores aumentam com o envelhecimento, provavelmente devido à evaporação do etanol durante o processo de envelhecimento. O aumento observado nas concentrações de coeficiente de congêneres, que é calculado através da soma de acidez volátil, aldeídos, ésteres, álcoois superiores e furfural que, com exceção do furfural, revelaram aumento em suas concentrações com o envelhecimento, resultando assim no aumento do teor de coeficientes de congêneres observado.

As concentrações de metanol foram maiores nas amostras de cachaça tradicionais (TNE, T12M e T24M). Segundo Parazzi et. al. [4], a presença do metanol é indesejável por ser um composto tóxico, mesmo em pequenas concentrações, sendo a origem desse álcool associada à degradação da pectina presente na cana-de-açúcar. O pequeno aumento desse composto, a exemplo dos álcoois superiores, deve estar também relacionado com a evaporação do etanol durante o processo de envelhecimento.

Os teores dos álcoois 1-butanol (n-butílico) e 2-butanol (sec-butílico) não apresentaram grandes variações de concentrações durante o envelhecimento, tanto na amostra tradicional quanto na amostra bidestilada, porém cabe destacar que as amostras tradicionais (TNE, T12M e T24M) apresentaram maiores concentrações desses álcoois que as amostras bidestiladas (BNE, B12M e B24M), sendo a do álcool 2-butanol extremamente mais elevada nas amostras tradicionais, confirmando que o processo de bidestilação diminui os teores de voláteis presentes na cabeça e na cauda do destilado.

A amostra bidestilada não envelhecida (BNE) apresentou, conforme esperado, menor concentração de cobre que a amostra tradicional não envelhecida (TNE). As concentrações desse metal também diminuíram com o envelhecimento, fato que pode ser explicado pela absorção do cobre pela madeira.

O carbamato de etila possui várias vias de formação, mas a principal consiste na reação do etanol com compostos nitrogenados, tais como uréia, fosfato de carbamila, cianeto e aminoácidos que podem estar presentes durante a fermentação [11]. As concentrações de carbamato de etila determinadas nesse trabalho foram maiores nas amostras tradicionais (TNE, T12M e T24M) do que nas amostras bidestiladas (BNE, B12M e B24m) e, conforme esperado, aumentaram com o tempo de envelhecimento. A

formação desse composto observada após a destilação já foi relacionada com a reação de precursores catalisada pelo cobre contaminante presente nas amostras de cachaça [12].

Todas as amostras bidestiladas (**Tabela 1**) apresentaram-se dentro dos parâmetros de qualidade estabelecidos pela Legislação Brasileira [2]. Já as amostras tradicionais apresentaram concentrações maiores do que as permitidas pela Legislação brasileira para álcoois superiores, coeficiente de congêneres, 2-butanol, cobre e carbamato de etila, dados que mostram o processo de bidestilação como uma boa alternativa para garantir que as amostras de cachaça atendam os parâmetros exigidos pela Legislação Brasileira.

Na **Tabela 2** estão os compostos minoritários identificados nas amostras de cachaça avaliadas.

Foram identificados 40 compostos voláteis nas amostras de cachaça estudadas, dentre os quais 12 ésteres (acetato de isobutila, butirato de etila, 2-metilbutirato de etila, isovalerato de etila, hexanoato de etila, furoato de etila, decanoato de etila, acetato de feniletila, dihidrocinamato de etila, cinamato de etila, vanilato de metila, vanilato de etila), 2 álcoois (Z-3-Hexen-1-ol e Alcool benzílico) 8 terpenos (cis-linalol óxido, trans-linalol óxido, Linalol, α -Terpineol, β -citronelol, Nerol, Geraniol, Farnesol), 8 Fenóis (Guaiacol, o-cresol, 4-etilguaiacol, m-cresol, 4-propilguaiacol, 4-etilfenol, 4-vinilguaiacol, 4-vinilfenol), 3 Lactonas (c-whiskylactona, g-nonolactona, g-decalactona) e 2 aldeídos (Vanilina e Siringaldeído).

Os compostos encontrados nas amostras em maiores concentrações foram o decanoato de etila, o acetato de feniletila, o álcool benzílico e o farnesol, presentes tanto nas amostras tradicionais quanto nas amostras bidestiladas. Todos esses compostos estavam presentes em maior concentração nas amostras não envelhecidas, e diminuíram com o envelhecimento.

Tabela 2: Concentrações (ppb) dos compostos voláteis encontrados em cachaças bidestiladas e tradicionais, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.

Concentrações (ppb)	BNE	TNE	B12M	T12M	B24M	T24M
Acetato de isobutila	55,39	162,58	132,71	322,59	144,31	350,88
Butirato de etila	769,15	899,86	2665,67	1288,09	3294,19	1189,98
2-metilbutirato de etila	8,96	10,42	22,26	14,81	28,91	19,32

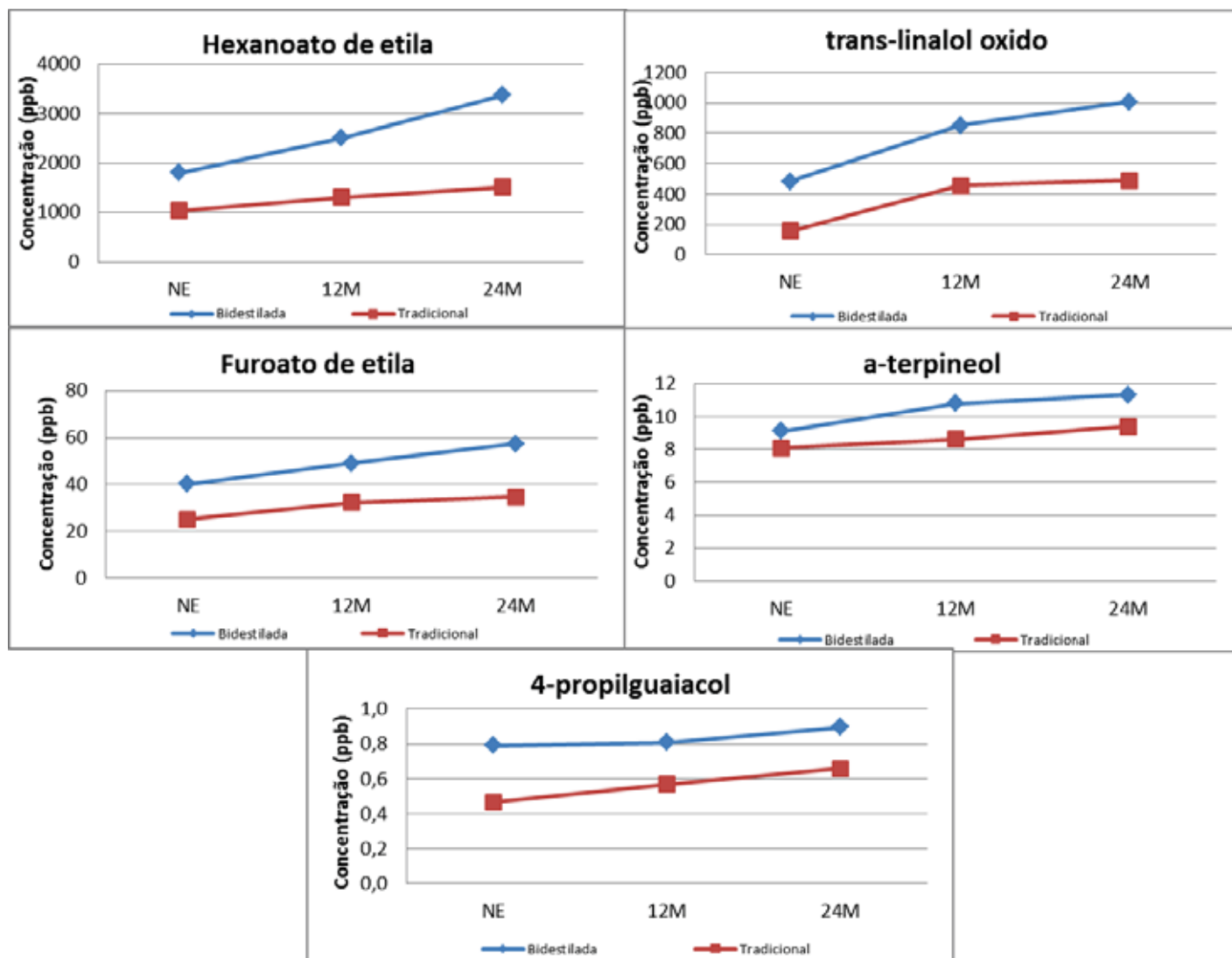
Isovalerato de etila	30,13	20,00	77,71	162,53	99,79	208,87
Hexanoato de etila	1809,04	1041,96	2512,14	1311,23	3379,48	1512,10
Z-3-Hexen-1-ol	1487,06	1240,43	648,68	1102,16	671,33	1154,86
cis-linalol oxido	1353,20	313,32	902,47	424,53	986,93	513,74
trans-linalol oxido	482,90	155,86	851,71	455,04	1006,52	487,02
Benzaldeído	89,34	117,99	110,74	132,34	128,84	148,68
Linalol	39,41	38,47	39,31	33,35	39,68	33,39
Acetato de linalol	13,78	13,62	13,67	11,79	14,12	12,21
Furoato de etila	40,14	24,96	49,14	32,32	57,36	34,59
Decanoato de etila	162348,20	41372,48	101848,74	61014,72	63305,82	43338,62
a-Terpineol	9,11	8,07	10,78	8,63	11,32	9,37
Acetato de Nerilo	120,33	44,31	33,79	34,56	28,69	13,12
b-citronelol	47,39	61,59	47,04	54,51	50,38	55,64
Nerol	523,48	229,94	463,18	157,50	225,53	141,03
b-damascenona	81,74	75,32	82,86	63,92	85,81	62,16
Acetato de feniletila	16051,87	5880,93	6763,50	3550,25	4380,57	3319,51
Geraniol	6075,76	288,27	3991,59	278,71	2539,86	262,74
Guaiacol	122,89	118,52	163,68	161,69	167,47	168,04
Alcool benzílico	14746,29	15982,18	6435,92	13698,54	6298,62	9084,25
Dihidrocínato de etila	12,34	31,67	13,28	26,58	13,56	26,44
c-whiskylactona	N.D.	N.D.	241,37	424,57	325,57	722,83
o-cresol	25,05	19,19	41,62	16,54	44,31	17,02
g-nonolactona	131,73	106,75	133,42	92,75	138,55	95,64
4-etilguaiacol	113,21	108,07	120,39	314,75	121,13	285,82
m-cresol	12,24	14,86	19,66	12,84	21,15	13,33
4-propilguaiacol	0,79	0,47	0,81	0,57	0,90	0,66
cinamato de etila	35,91	36,89	26,47	29,82	26,39	31,91
g-decalactona	4,96	5,63	12,63	16,31	14,32	16,92
4-etilfenol	197,22	333,76	204,98	289,38	216,17	307,18
4-vinilguaiacol	1,568	4,330	2,675	5,098	3,540	5,165
Farnesol	60970,38	14451,55	23812,57	10249,39	23190,01	9377,85
4-vinilfenol	204,06	49,45	6,94	8,25	6,93	6,70
Vanilina	1,30	12,20	105,75	26,94	116,57	76,16
Vanilato de metila	N.D.	N.D.	1,81	0,39	2,51	0,67
Vanilato de etila	1,33	34,74	89,79	54,72	168,34	74,54
Acetovanilona	N.D.	N.D.	13,59	7,63	26,62	11,00
Siringaldeído	N.D.	N.D.	79,71	25,31	96,07	35,67

BNE=cachaça bidestilada não envelhecida; TNE=cachaça tradicional não envelhecida; B12M=cachaça bidestilada envelhecida 12 meses; T12M=cachaça tradicional envelhecida 12 meses; B24M=cachaça bidestilada envelhecida 24 meses; T24M=cachaça tradicional envelhecida 24 meses.

Os compostos hexanoato de etila, trans linalol óxido, furoato de etila, a-terpineol e 4-propilguaiacol foram encontrados em maiores concentrações na amostra bidestilada não envelhecida, e aumentaram com o tempo de envelhecimento. Como podemos

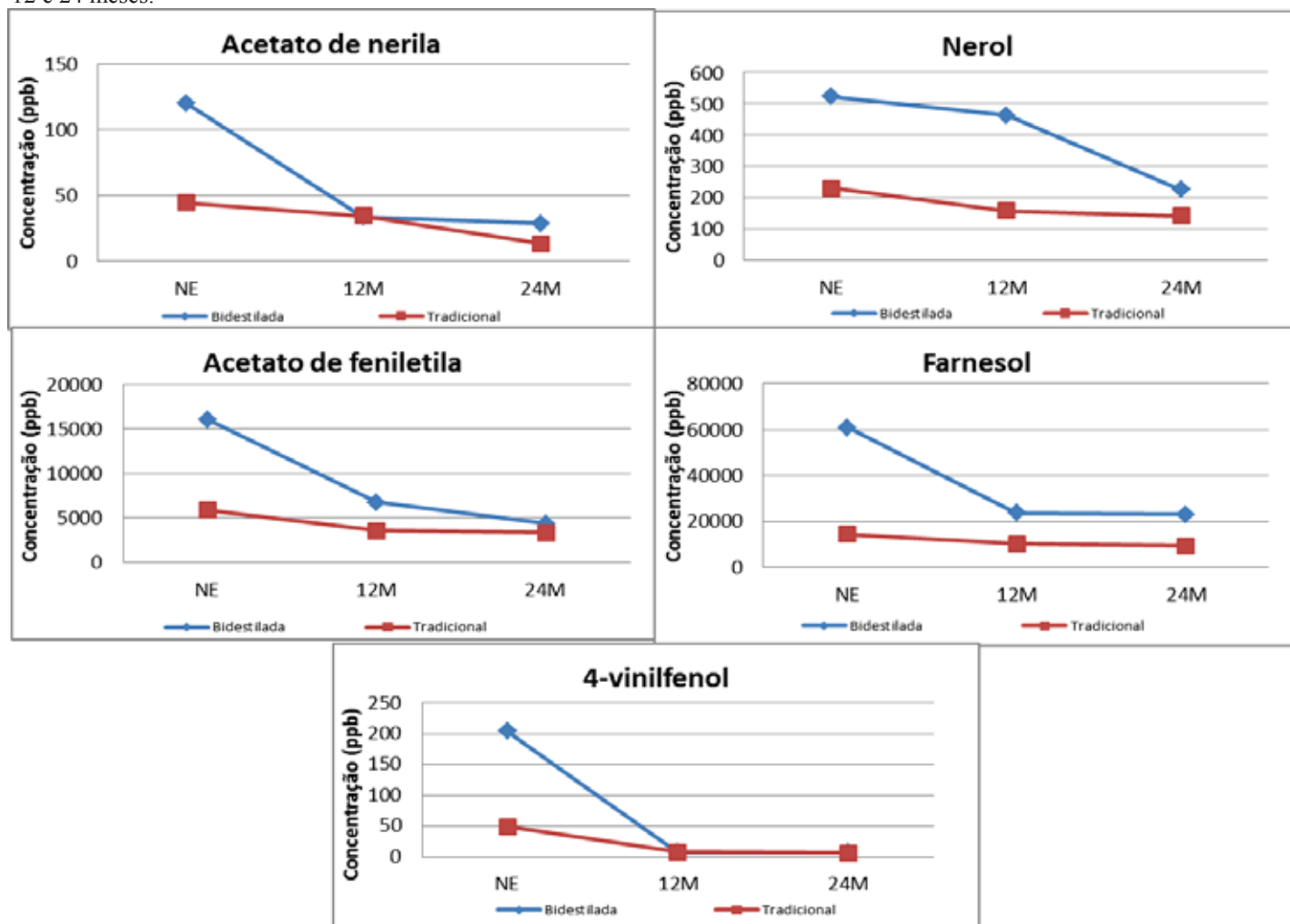
observar na **Figura 1**, esses compostos também aumentaram durante o envelhecimento da amostra tradicional, porém em menores concentrações.

Figura 1: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



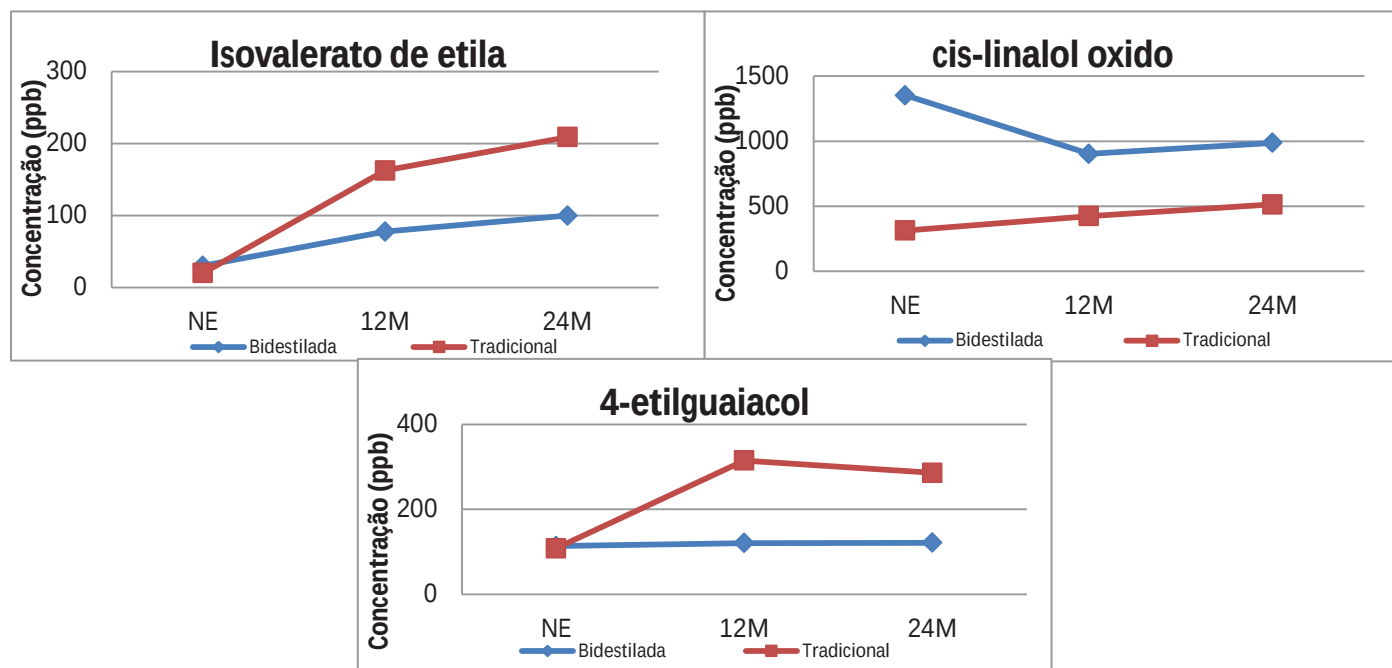
Por outro lado, os compostos acetato de nerila, nerol, acetato de feniletila, farnesol e 4-vinilfenol, que também estão presentes em maiores concentrações na amostra bidestilada não envelhecida, apresentaram suas concentrações diminuídas ao longo do envelhecimento, tanto na amostra tradicional quanto na bidestilada (**Figura 2**).

Figura 2: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



Os compostos aromáticos isovalerato de etila, cis linalol óxido e 4 etil guaiacol, presentes nas amostras tradicional e bidestilada não envelhecidas, tiveram seus teores aumentados principalmente na amostra tradicional durante o processo de envelhecimento (**Figura 3**). A concentração do isovalerato de etila também aumenta na amostra bidestilada envelhecida, porém a amostra tradicional envelhecida apresenta esse composto em maiores concentrações. No caso do cis linalol ácido, a concentração desse composto diminui nas amostras bidestiladas envelhecida 12 e 24 meses. A concentração do composto 4 etilguaiacol na amostra bidestilada se mantém durante o envelhecimento e aumenta na amostra tradicional envelhecida (T12M e T24M), apresentando concentração maior do que na amostra bidestilada envelhecida.

Figura 3: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



Os compostos *z*-3-hexen-1-ol, decanoato de etila e geraniol, apesar de presentes em maiores concentrações na amostra bidestilada não envelhecida, tem seus teores diminuídos durante o processo de envelhecimento e, na amostra tradicional, os teores praticamente não são modificados pelo processo de envelhecimento (**Figura 4**). O inverso ocorre nos compostos linalol, acetato de linalol, β -damascenona e g-nonalactona, que tem seus teores diminuídos na amostra tradicional e mantidos constantes na amostra bidestilada, durante o processo de envelhecimento (**Figura 5**).

Figura 4: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.

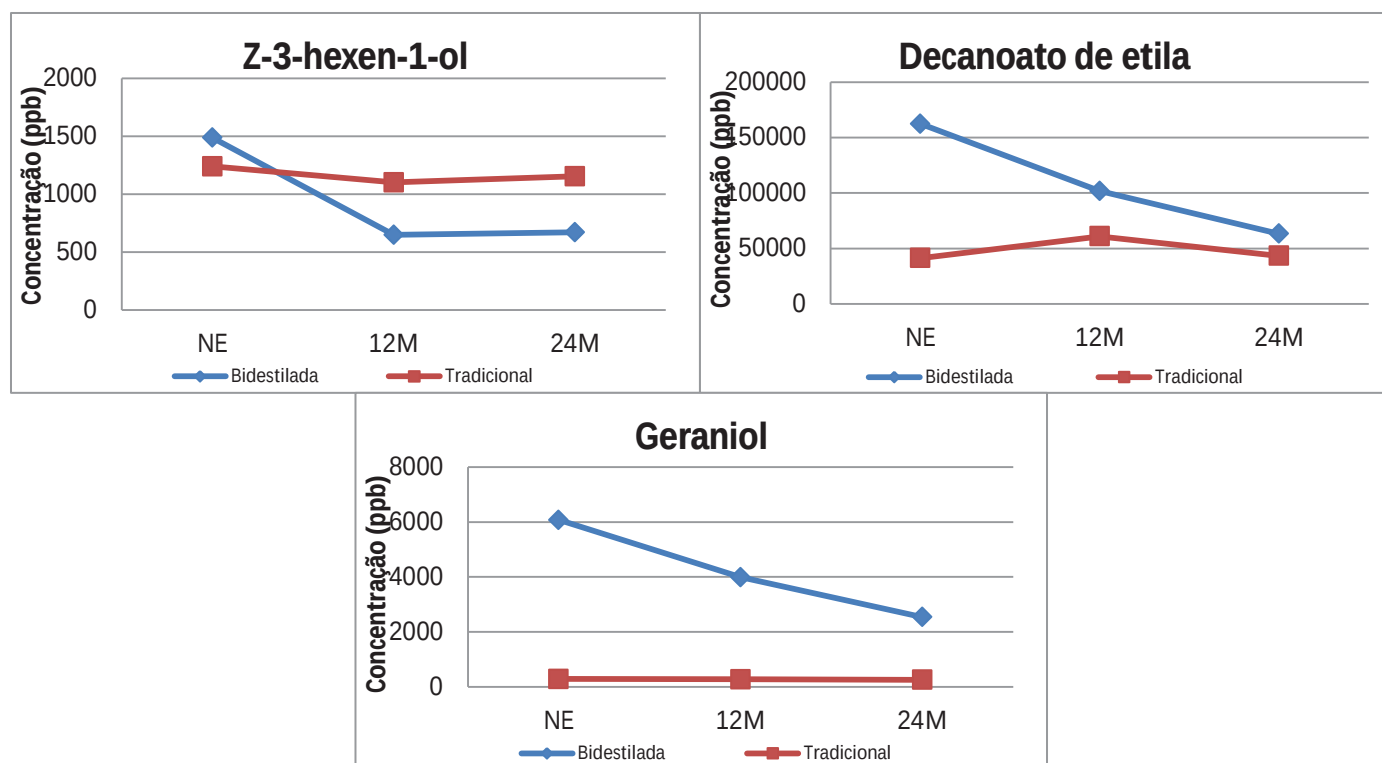
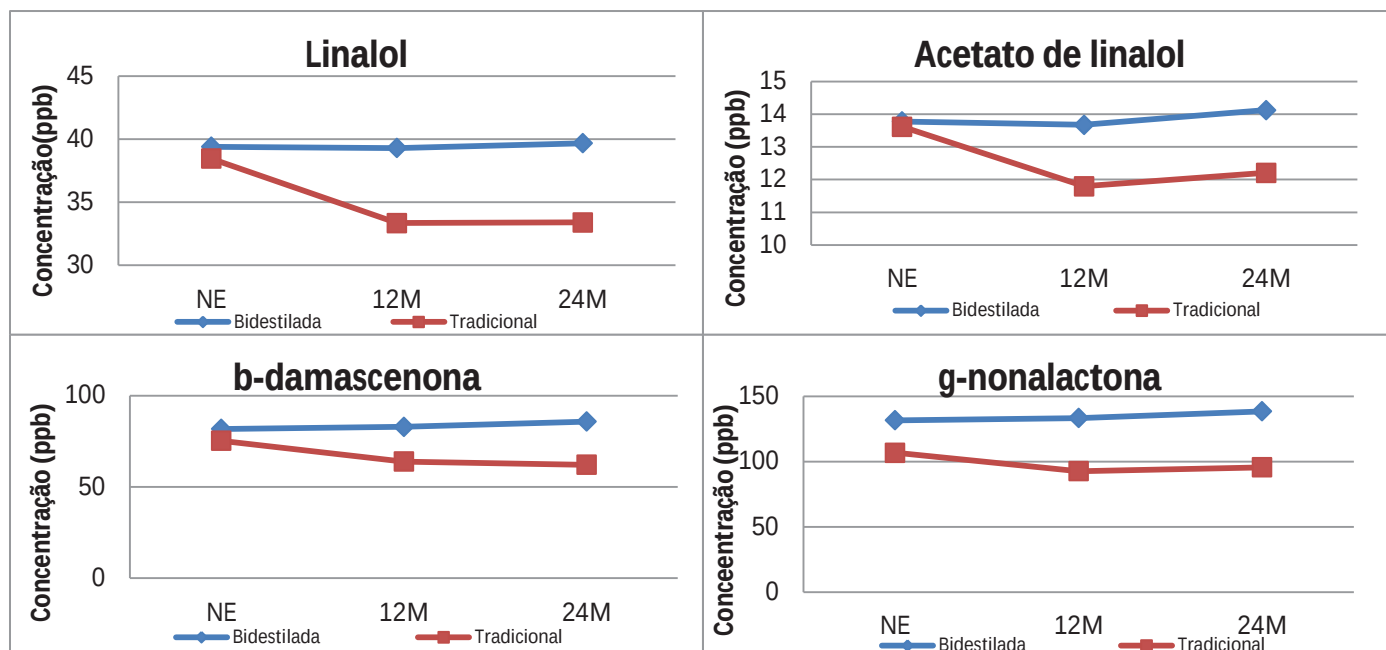
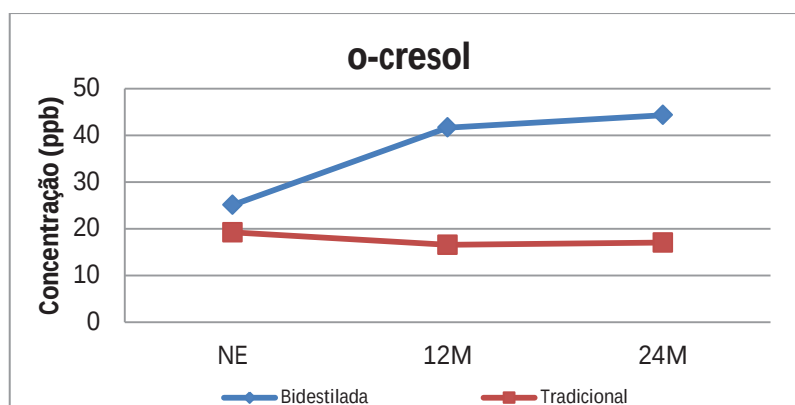


Figura 5: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



Na **Figura 6** pode-se observar que o composto o-cresol foi o único composto presente em maior concentração na amostra bidestilada sem envelhecer que teve sua concentração aumentada durante o processo de envelhecimento e que, na amostra tradicional, apresentou uma ligeira diminuição com o tempo de envelhecimento.

Figura 6: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



Dentre os compostos presentes em maiores concentrações na amostra tradicional não envelhecida, destacam-se o acetato de isobutílica, o benzaldeído, a g-decalactona e o 4-vinilguaiacol que, como pode ser observado na **Figura 7**, tiveram suas concentrações aumentadas durante o processo de envelhecimento, tanto na amostra tradicional quanto na amostra bidestilada. O mesmo ocorreu com os compostos butirato de etila, 2-

metilbutirato de etila, vanilina e vanilato de etila, mas que, conforme mostrado na **Figura 8**, apresentaram concentrações maiores, ao longo do processo de envelhecimento, da amostra bidestilada.

Figura 7: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.

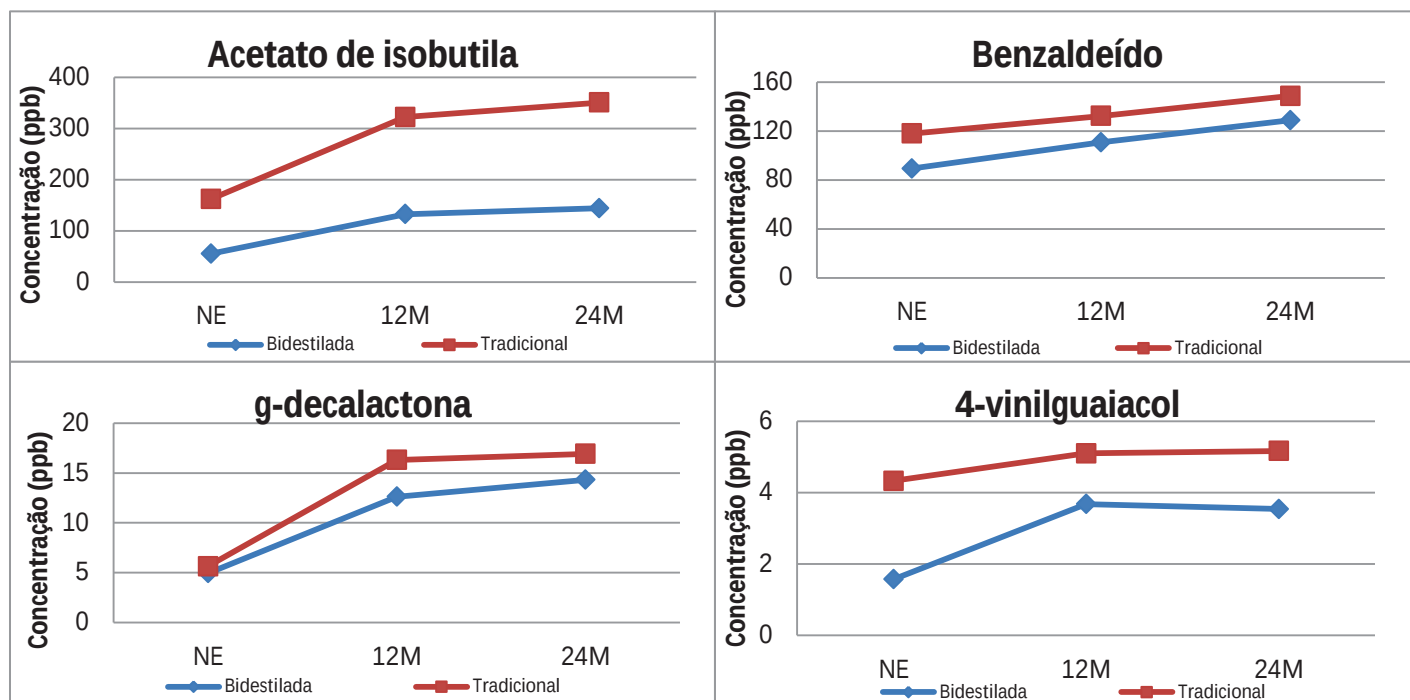
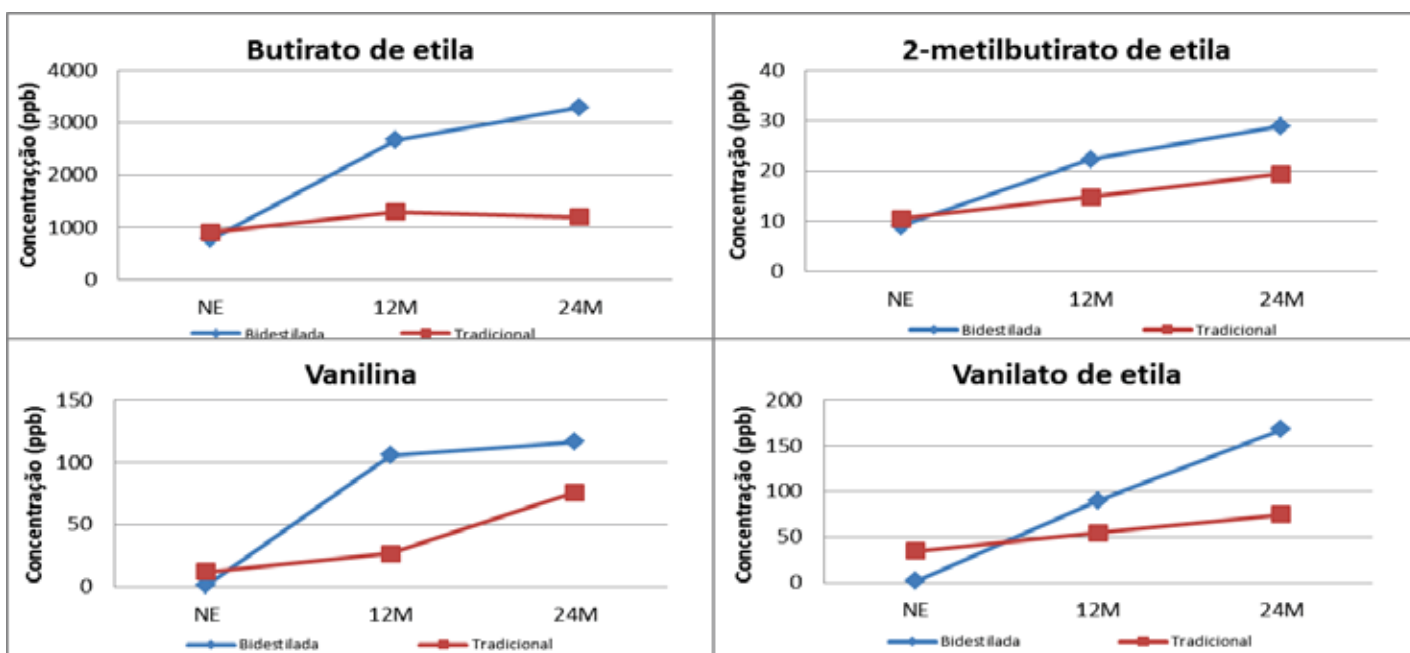
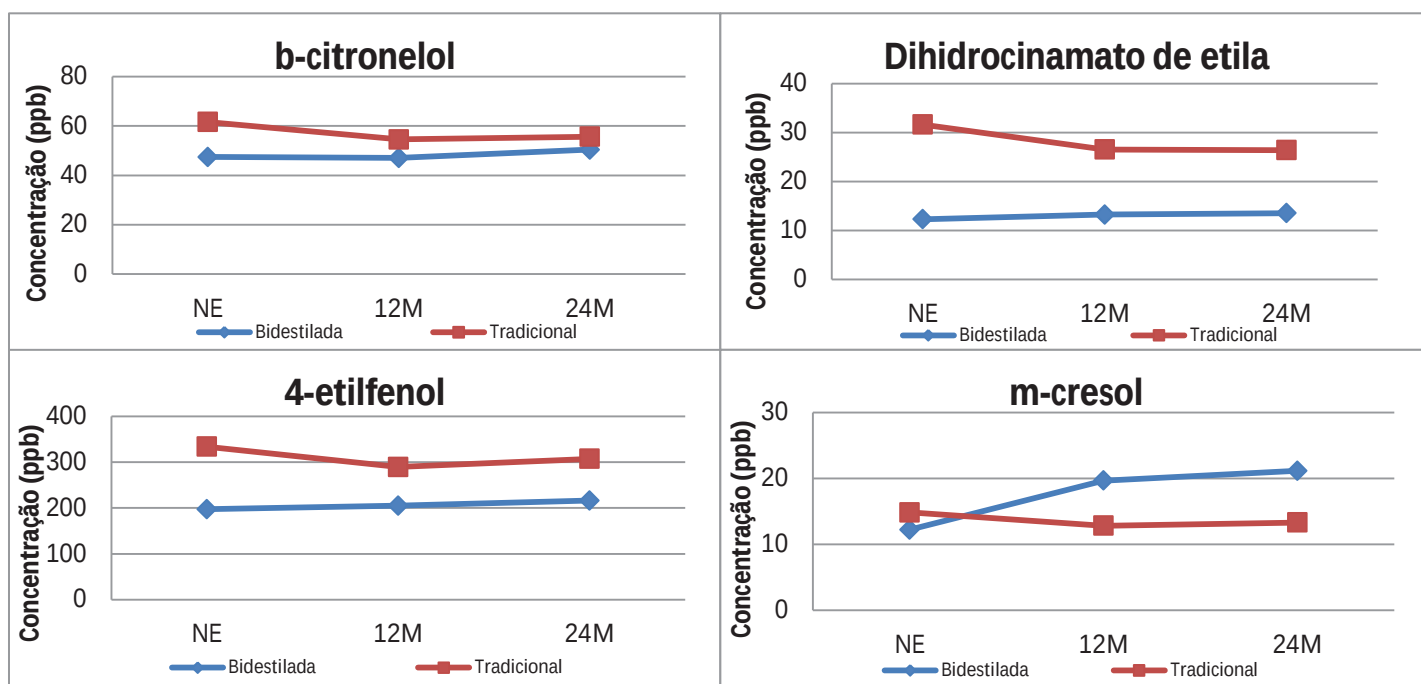


Figura 8: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



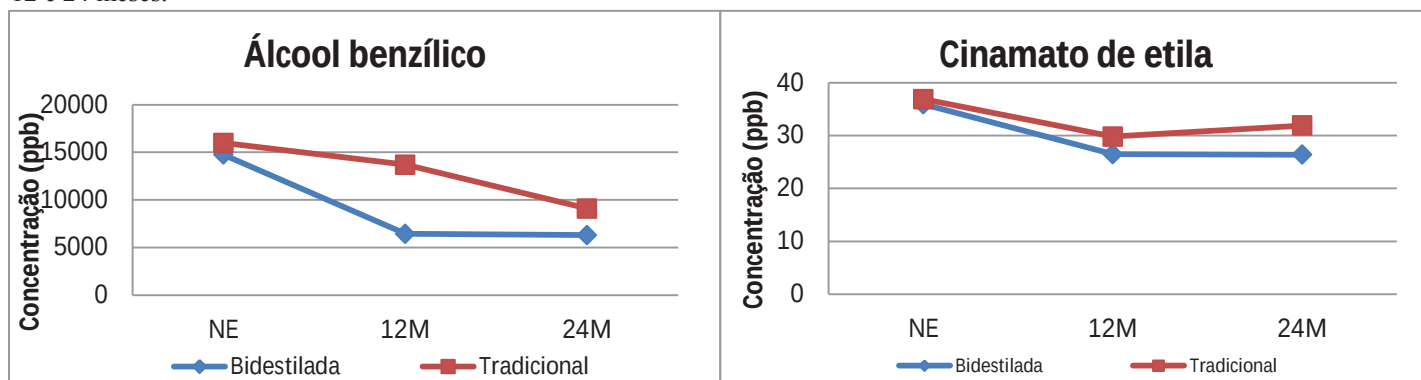
Na **Figura 9** pode-se observar que os compostos β -citronelol, dihidrocinamato de etila e 4-etilfenol estão presentes em maiores concentrações na amostra tradicional não envelhecida e que, durante o processo de envelhecimento, diminuem na amostra tradicional e aumentam na amostra bidestilada. O mesmo ocorre com o composto m-cresol, porém nesse caso, a amostra bidestilada envelhecida apresenta maior concentração desse composto que a amostra tradicional também envelhecida.

Figura 9: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



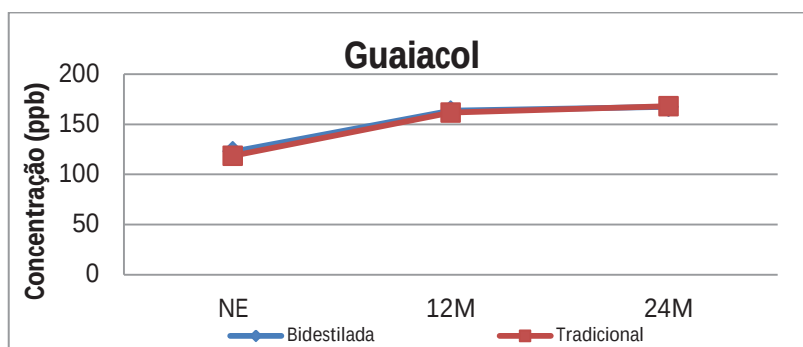
Os compostos aromáticos álcool benzílico e cinamato de etila, presentes em maiores concentrações na amostra tradicional não envelhecida, diminuem com o processo de envelhecimento, tanto na amostra tradicional quanto na bidestilada (**Figura 10**).

Figura 10: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



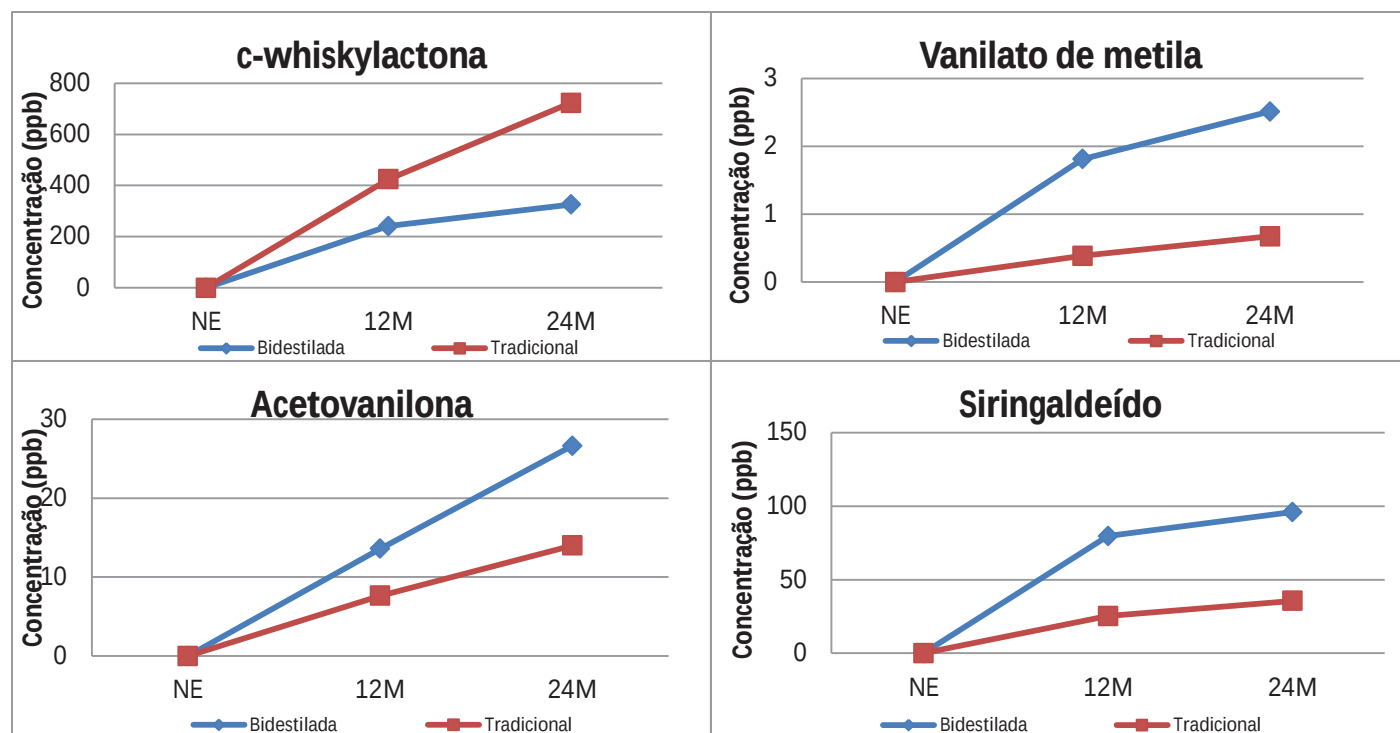
O Guaiacol foi o único composto que apresentou praticamente a mesma concentração nas amostras tradicional e bidestilada, e o mesmo aumento durante o envelhecimento (**Figura 11**).

Figura 11: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



Para finalizar, cabe destacar alguns compostos que foram detectados somente nas amostras envelhecidas, como é o caso dos compostos c-whiskylactona, vanilato de metila, acetovanilona e siringaldeído (**Figura 12**) que tiveram suas concentrações aumentadas com o tempo de envelhecimento. Dentre esses compostos, a maioria apresentou concentrações maiores nas amostras bidestiladas envelhecidas, com exceção da c-whiskylactona, presente em maiores concentrações nas amostras tradicionais envelhecidas.

Figura 12: Perfil de compostos minoritários presentes em cachaças tradicionais e bidestiladas, não envelhecidas e envelhecidas por 12 e 24 meses.



4. CONCLUSÕES

Com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que o processo de bidestilação é uma boa alternativa para garantir a qualidade da cachaça, perante os parâmetros de qualidade exigidos pela Legislação Brasileira.

Os resultados relacionados com os compostos minoritários presentes nas amostras estudadas, revelam um efeito muito interessante associado ao processo de bidestilação, responsável pelo maior aumento de alguns compostos minoritários, também presentes nas amostras tradicionais, ao longo do processo de envelhecimento.

Com base portanto nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o processo de bidestilação pode representar importante contribuição no sentido de melhorar a qualidade sensorial da cachaça.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBRAC. Instituto Brasileiro da Cachaça. Disponível em www.ibrac.net. Acesso em: 21 de agosto de 2012.
- [2] BRASIL, Instrução Normativa nº 13, de 30 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de cana e para Cachaça. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, DF, 30 de junho de 2005, Seção I.
- [3] CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise Decritiva Quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). Ciênc. Tecnol. Aliment., vol 18, n. 2. Campinas May/July, 1998.
- [4] PARAZZI, C. et al. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus* sp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 193-199, 2008.
- [5] MIRANDA, M. B. et al. Perfil físico-químico de aguardente durante envelhecimento em tonéis de carvalho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 313-319, 2008.

- [6] NOVAES, F. V. Noções básicas sobre a teoria da destilação. Piracicaba: ESALQ/Depto. **Ciência e Tecnologia Agroindustrial**, 1994. 22p.
- [7] ROTA, M. B. FARIA, J. B. Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça. **Alim. Nutr.** v.20, n.1, p. 121-127, jan./mar. 2009
- [8] ALCARDE, A. R; SOUZA, P. A.; BELLUCO, A. E. S. Aspectos da composição química e aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30 (Supl.1), p. 226-232, 2010.
- [9] NYKANEN, L.; SUOMALAINEN, H. **Aroma of beer, wine and distilled alcoholic beverages**. Berlin: Akademik-Verlag, 1983. 413p.
- [10] FARIA, J.B.; FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO, J. The sensory characteristic defect of cachaça distilled in absence of copper. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2003.
- [11] STEVENS, D. F.; OUGH, C. S. **Ethyl carbamate formation**: reaction of urea and citrulline with ethanol in wine under low to normal temperature conditions. *Am. J. Enol. Viticult.*, v. 44, n. 1, p.309-312, 1993.
- [12] BRUNO, S.N.F. **Adequação dos processos de destilação e de troca iônica na redução dos teores de carbamato de etila em cachaças produzidas no Estado do Rio de Janeiro**. 2006. 221f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ANEXOS

ANEXO 2 – Ficha utilizada para a realização do teste de reconhecimento de odores.

Nome: _____ Data: ____/____/____

Avalie o aroma da primeira série de amostras. Em seguida, identifique na segunda série as amostras idênticas às apresentadas na primeira, agrupando-as aos pares. Descreva o aroma dos pares de amostras idênticas, a intensidade desse aroma e a facilidade para reconhecê-lo.

Primeira série	Segunda série	Descrição	Intensidade do aroma*	Facilidade para reconhecer*
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

* (1) Fraco; (2) Moderado; (3) Forte

** (MF) Muito Fácil; (F) Fácil; (D) Difícil; (MD) Muito Difícil

Comentários: _____

ANEXO 3 – Ficha utilizada para o levantamento dos termos descritivos das amostras de cachaça, segundo o Método de Rede

Levantamento de Descritores de Cachaça – Método de Rede

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você está recebendo duas amostras de cachaça. Por favor, avalie as amostras e descreva suas similaridades e diferenças quanto à aparência, ao aroma, o sabor e a textura que as caracterizam.

Amostras _____ e _____

ANEXO 4 – Questionário de recrutamento utilizado para o teste de aceitação com consumidores

Por favor, preencha o questionário com todas as informações solicitadas.

Nome _____

Sexo: _____ () masculino () feminino

Idade: _____ anos

Professor () Funcionário () Aluno de Pós-Graduação () Aluno de Graduação ()

Telefone _____ E mail _____

Utilizando a escala abaixo, indique o quanto você gosta de bebidas alcoólicas:

- () Gosto muitíssimo
- () Gosto muito
- () Gosto moderadamente
- () Gosto ligeiramente
- () Nem gosto/ nem desgosto
- () Desgosto ligeiramente
- () Desgosto moderadamente
- () Desgosto muito
- () Desgosto muitíssimo

Com que frequência você compra/consome bebidas alcoólicas?

- () 3 vezes/semana ou mais
- () 1 vez/semana
- () 1 vez/quinzena
- () 1 vez/mês
- () Não consome

Utilizando a escala abaixo, indique a frequência com que você consome as diferentes bebidas alcoólicas.

- (4) 3 vezes/semana ou mais
- (3) 1 vez/semana
- (2) 1 vez/quinzena
- (1) 1 vez/mês
- (0) Não consome
- () Cachaça não envelhecida
- () Cachaça envelhecida
- () Caipirinha (Cachaça com limão ou qualquer outra fruta)

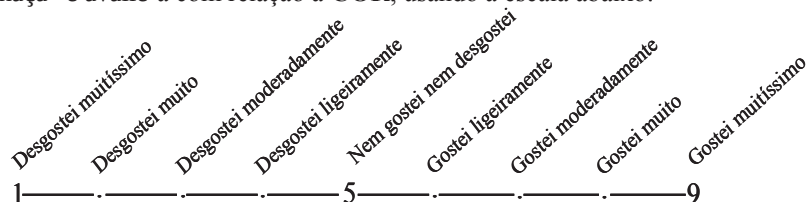
Utilizando a escala abaixo, indique o quanto gosta das bebidas alcoólicas que você consome, de acordo com a **questão anterior**.

- (9) Gosto muitíssimo
- (8) Gosto muito
- (7) Gosto moderadamente
- (6) Gosto ligeiramente
- (5) Nem gosto/ nem desgosto
- (4) Desgosto ligeiramente
- (3) Desgosto moderadamente
- (2) Desgosto muito
- (1) Desgosto muitíssimo
- () Cachaça não envelhecida
- () Cachaça envelhecida
- () Caipirinha (Cachaça com limão ou qualquer outra fruta)

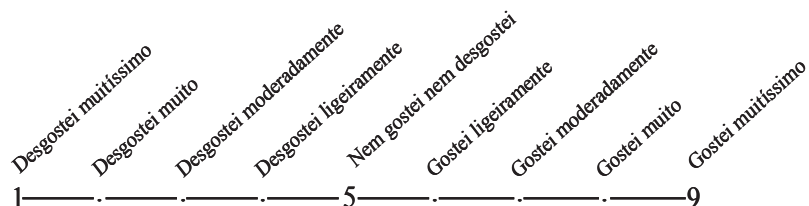
ANEXO 5 - Ficha de avaliação utilizada no teste de aceitação com consumidores.

Nome: _____ Data: _____ AMOSTRA nº _____

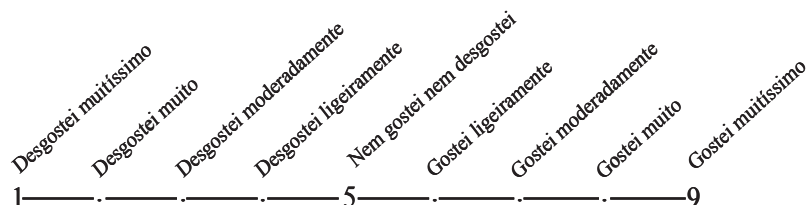
Observe a amostra de “cachaça” e avalie-a com relação à **COR**, usando a escala abaixo:



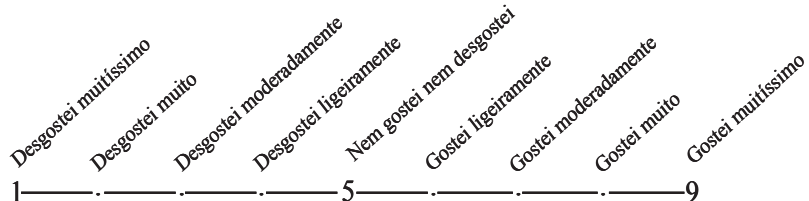
Aspire a amostra de “cachaça” e avalie-a com relação ao **AROMA**, usando a escala abaixo:



Prove a amostra de “cachaça” e indique seu **SABOR**, usando a escala abaixo:



Prove a amostra de “cachaça” e avalie-a de acordo com a **IMPRESSÃO GLOBAL**, usando a escala abaixo:



Se esta amostra de “cachaça” estivesse disponível no mercado, você:

☐

Certamente não
compraria

☐

Provavelmente não
compraria

☐

Tenho dúvidas se
compraria ou não

☐

Provavelmente
compraria

☐

Certamente
compraria