



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

**Avaliação das Cachaças Produzidas a Partir de
Cultivos Convencional e Orgânico e Influência do
Processo de Redestilação na Qualidade Físico
Química e Sensorial**

Henrique Belinassi Balarini

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição
em obtenção do título de Mestre em
Alimentos e Nutrição.

Área de Concentração: Ciência dos
Alimentos

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

Araraquara
2017

Avaliação das Cachaças Produzidas a Partir de Cultivos Convencional e Orgânico e Influência do Processo de Redestilação na Qualidade Físico Química e Sensorial

Henrique Belinassi Balarini

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição em obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição

Área de Concentração: Ciência dos Alimentos

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

Araraquara
2017

Ficha Catalográfica

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

B172a Balarini, Henrique Belinassi
Avaliação das Cachaças Produzidas a Partir de Cultivos Convencional e
Orgânico e Influência do Processo de Redestilação na Qualidade Físico Química e
Sensorial / Ricardo Coeli Simões Coelho. – Araraquara, 2017.
45 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita
Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em
Alimentos e Nutrição. Área de Concentração: Ciências dos Alimentos.

Orientador: João Bosco Faria

1. Cachaça orgânica. 2. Escala de Ideal. 3. Aceitação. 4. PrefMap. 5. Perfil
Sensorial. I. Faria, João Bosco, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por Maria Irani Coito CRB-8/4440.

CAPES: 50700006




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação das cachaças produzidas a partir de cultivos convencional e orgânico e influência do processo de redestilação na qualidade físico química e sensorial


AUTOR: HENRIQUE BELINASSI BALARINI

ORIENTADOR: JOAO BOSCO FARIA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ALIMENTOS E NUTRIÇÃO, área: CIÊNCIA DOS ALIMENTOS pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOAO BOSCO FARIA
Departamento de Alimentos e Nutrição / Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP


Prof. Dr. MAURICIO BOSCOLO
Departamento de Química e Ciências Ambientais / Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas do Câmpus de São José do Rio Preto da UNESP


Profa. Dra. DANIELA CARDOSO UMBELINO CAVALLINI
Departamento de Alimentos e Nutrição / Faculdade de Ciências Farmacêuticas do Câmpus de Araraquara da UNESP

Araraquara, 22 de novembro de 2017

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida;

A Faculdade de Ciências Farmacêuticas e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade de realização do estudo;

Ao meu orientador Prof. Dr. João Bosco Faria pelos ensinamentos, apoio e por me conceder a oportunidade de trabalhar com algo que gosto.

Resumo: A cachaça é uma bebida que tem ganhado espaço no mercado nacional e internacional. No entanto, o volume de exportação ainda é baixo comparado a outros alimentos e bebidas produzidos no Brasil, devido à falta de padrão de qualidade que atenda as expectativas do consumidor. Com o objetivo de avaliar as características químicas e sensoriais e verificar a influência da redestilação na qualidade das bebidas, foram produzidas duas cachaças a partir de cana de açúcar convencional (CC) e orgânica (CO), as quais foram submetidas ao processo de redestilação, caracterizando as amostras redestiladas, convencional (CCR) e orgânica (COR) com o objetivo de avaliar as características químicas e sensoriais e verificar a influência da redestilação na qualidade das bebidas. Foi realizada análise química das amostras e aplicado Teste de Aceitação associado com escalas de Intensidade Ideal para tentar correlacionar os descritores com a aceitação. A cachaça orgânica foi a mais preferida e a que apresentou o perfil mais próximo do ideal, de acordo com os consumidores. A redestilação causou uma queda na preferência das cachaças.

Palavras chave: Cachaça Orgânica; Escala de Ideal; Aceitação; PrefMap; Perfil Sensorial.

Abstract: Cachaça is a drink that has gained share in the national and international market. However, export volume is still low when compared to other foods and beverages produced in Brazil, due to the lack of a quality standard that meets consumer expectations. With the objective to evaluate the chemical and sensory characteristics and to verify the influence of redistillation process in cachaças quality, two cachaças were produced from conventional (CC) and organic (CO) sugarcane, which were submitted to the redistillation process, characterizing the samples redistilled conventional (CCR) and organic (COR) cachaças. A chemical analysis of the samples was performed and the Acceptance Test associated with the Ideal Scales was applied to try to correlate the descriptors with liking. The organic cachaças was that presented the profile closest to ideal and was the most preferred, according to consumers. The redistillation caused a drop in the preference of cachaças.

Keywords: Organic sugarcane spirit; Ideal Scales; Acceptance; PrefMap; Sensory Profile

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Capítulo 1.....	17
1. Introdução.....	18
2 Metodologia	20
2.1 Amostras	20
2.2 Análise Química	20
2.2.1 Cobre	20
2.2.2 Acidez volátil	20
2.2.3 Ésteres e Álcoois	20
2.2.4 Aldeídos e Cetonas	21
2.2.5 Carbamato de etila (HPLC-FLD).....	21
2.3 Análise Sensorial.....	22
2.4 Análise de Dados	22
3 Resultados e Discussão	23
3.1 Caracterização Química.....	24
3.2 Correlação das características químicas e sensorial com a aceitação.....	27
4 Conclusão.....	28
Agradecimentos	28
Referências	29

1. Introdução

A cachaça é uma bebida tipicamente brasileira, obtida a partir da destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, com graduação alcoólica entre 38% (v/v) e 48% (v/v) a 20°C, podendo ser adicionada até 6 g.L⁻¹ de açúcar expressos em sacarose. Possui características peculiares e é composta majoritariamente por água e álcool etílico e por compostos voláteis secundários, representados pelo coeficiente de congêneres que é a soma de: acidez volátil (expressa em ácido acético); aldeídos (expressos em acetaldeído); ésteres totais (expressos em acetato de etila); álcoois superiores (expressos pela soma do álcool n-propílico, álcool isobutílico e álcoois isoamílicos); e, furfural + hidroximetilfurfural (1).

Segundo a legislação brasileira (1), a soma desses congêneres não deve ser inferior a 200 mg e nem superior a 650 mg por 100 mL de álcool anidro e os componentes que o representa devem estar compreendidos entre os seguintes limites:

Tabela 1. Limites de compostos secundários presentes na cachaça. Brasil, 2005.

Compostos	Máximo
Acidez volátil (expressa ácido acético)	150
Aldeídos totais (expressos em acetaldeído)	30
Ésteres totais (expressos em acetato de etila)	200
Álcoois superiores (n-propílico + álcool isobutílico + álcoois isoamílicos)	360
Furfural + hidroximetilfurfural	5

Valores expresso em mg.100 mL⁻¹ de álcool anidro

A presença e concentração desses compostos estão diretamente relacionadas com a qualidade sensorial, uma vez que estes compõem o buquê de aroma e sabor da bebida.

Além desses compostos voláteis secundários, devem ser analisados os contaminantes orgânicos e inorgânicos, seguindo os limites impostos pela legislação:

Tabela 2. Limites de contaminantes orgânicos e inorgânicos na cachaça. Brasil, 2005.

Contaminantes	Máximo
Álcool metílico ¹	20
Álcool sec-butílico ¹	10
Álcool n-butílico ¹	3
Carbamato de etila ²	210
Cobre ³	5

1: expresso em mg.100mL⁻¹ de álcool anidro;

2: expresso em µg.L⁻¹;

3: expresso em mg.L⁻¹.

A formação dos compostos voláteis secundários ocorre principalmente na etapa de fermentação (2), seguida da destilação. A fermentação deve ser controlada pelo pH, teor de açúcares totais e temperatura. O material do alambique também é muito importante, sendo que a destilação realizada em alambiques de cobre promove uma série de reações importantes para a formação de compostos voláteis secundários, como esterificações, reduções e oxidações. Tal processo deve ser realizado de forma lenta e uniforme, para haver uma boa separação dos compostos (3).

Os álcoois são formados em processos de fermentação de glicídios e aminoácidos. Durante a fermentação alcoólica do caldo de cana-de-açúcar, o etanol é produzido como principal produto, mas também podem ser

formadas pequenas quantidades de metanol como contaminante. A formação desse contaminante pode estar relacionada com filtração inadequada do caldo, o que possibilita a presença de bagacilhos durante a fermentação, os quais possuem pequenas quantidades de pectina que podem, em condições ácidas e na temperatura da destilação, serem degradadas originando o metanol. Além dos álcoois já citados, ocorre na fermentação a formação de álcoois superiores, sendo os principais representantes do grupo de compostos secundários. Esses álcoois normalmente possuem grande influência no sabor e na formação de odores característicos das bebidas alcoólicas (4,5).

Aldeídos são formados pela oxidação de álcoois, degradação oxidativa de aminoácidos ou por auto oxidação de ácidos graxos. Possuem grande influência sobre o aroma e sabor de bebidas alcoólicas, mas também, alguns desses compostos (acetaldeído, furfural, hidroximetilfurfural) são considerados tóxicos, sendo associados a efeitos desagradáveis devidos ao consumo excessivo de bebidas alcoólicas, como náuseas, vômitos e dores de cabeça (5-7).

Os ésteres podem ser formados por ação das leveduras através de vias de esterificação de ácidos graxos e/ou pela degradação de aminoácidos. Juntamente com os álcoois superiores, os ésteres são qualitativa e quantitativamente os maiores representantes de compostos da fração volátil de bebidas alcoólicas. Ésteres de ácidos graxos e acetatos são considerados muito importantes em bebidas alcoólicas devido a suas

características de aroma serem agradáveis e seus limiares de odor relativamente baixos (8).

Compostos sulfurados, normalmente encontrados em cachaças produzidas em alambiques de inox, são responsáveis por um aroma desagradável característico na bebida. O cobre tem grande importância participando como catalisador na conversão de sulfetos para sulfatos, reduzindo esse odor desagradável (9-12).

O Brasil possui uma produção anual de aproximadamente 1,3 bilhões de litros de cachaça, porém menos de 1% desse volume é destinado à exportação. Um dos motivos para isso é a não conformidade com os padrões legais (13) e a presença de contaminantes, como o cobre e o carbamato de etila (4).

Dessa maneira, novos métodos para redução de contaminantes e melhoria da qualidade da cachaça, tanto química quanto sensorial, vêm sendo propostos, para que o aumento da exportação da bebida seja possível. Dentre as vertentes pesquisadas, a utilização de cana-de-açúcar de plantio orgânico e também o processo de redestilação, merecem destaque.

O consumo de alimentos orgânicos tem crescido nos últimos anos, já que a população tem procurado uma alimentação mais saudável e processos de produção sustentáveis. A agricultura orgânica é um sistema de produção que preserva a saúde dos solos, ecossistemas e das pessoas. Baseia-se em processos ecológicos, biodiversidade e ciclos adaptados as condições locais, em vez da utilização de insumos com efeitos adversos. A

agricultura orgânica combina tradição, inovação e ciência para beneficiar o ambiente compartilhado e promove relacionamentos justos e uma boa qualidade de vida a todos os envolvidos (IFOAM, 2005). Trabalhos realizados anteriormente, comparando alimentos produzidos de forma convencional e orgânica, encontraram diferenças químicas e sensoriais em tomates (Johansson, 1999), laranjas (Turra, 2006; 2011), maracujás (Macoris, 2011).

Diferentemente da agricultura convencional, a orgânica envolve técnicas como adubação verde, uso de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, uso de adubo orgânico a base de compostagem de material orgânico tratado, uso de minhocultura para produção de húmus, além da rotação de cultura e uso racional de água. Em trabalhos realizados anteriormente com laranjas, foram encontradas diferenças na composição inorgânica dos frutos em plantios convencional e orgânico (14,15). Em trabalho com maracujás cultivados de forma orgânica e convencional, notou-se a diferença entre os compostos voláteis que mais foram influentes na caracterização do aroma de cada tipo de plantio (16).

A utilização de matéria-prima orgânica é uma alternativa preventiva para um produto de boa qualidade, se atentando a todas as etapas de produção desde a colheita da cana-de-açúcar até a destilação. Em contrapartida, o processo de redestilação é um método utilizado de forma paliativa, visando corrigir erros que podem ter acontecidos durante o processo de obtenção da cachaça.

A redestilação é um processo já utilizado para correção de cachaças de baixa qualidade, devido a procedimentos incorretos ou contaminação ocorrida durante a sua produção afetando assim a composição química e qualidade sensorial.

O processo de redestilação consiste na diluição da cachaça que é então submetida a uma nova destilação, realizando desta vez de forma correta a separação das frações “cabeça” (10% iniciais do destilado) e “cauda” (10% finais) (17). Segundo trabalhos realizados por Bizelli e colaboradores (2000), após o processo de redestilação, as cachaças avaliadas apresentaram uma redução de 60% na acidez volátil (18). Tal processo também pode ser um recurso para recuperação de lotes de cachaças que possuem altos níveis de contaminantes, como cobre e carbamato de etila (19). Entretanto o processo de redestilação pode causar também a perda de alguns compostos voláteis importantes no aroma e sabor da bebida (4).

Diversas técnicas têm sido utilizadas na determinação de compostos químicos em bebidas alcoólicas, principalmente na fração volátil, sendo a cromatografia gasosa um dos métodos mais utilizados. Tal metodologia pode ser utilizada na determinação de ácidos orgânicos, aldeídos, ésteres e álcoois superiores quando associada ao detector de ionização de chama (GC-FID) e o carbamato de etila quando associada à espectrometria de massas (GC-MS) (20-24).

A análise sensorial é definida como uma disciplina científica usada para evocar, mensurar, analisar e interpretar as reações de características

de alimentos e materiais, percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (25). A fim de se colocar o melhor produto possível no mercado, é essencial entender a percepção e as preferências do consumidor, e relacionar respostas hedônicas para as especificações sensoriais do produto. Assim, diversos métodos têm sido propostos para definir e caracterizar um produto ideal para o consumidor. A ideia geral desses métodos é extrair informações de aceitação e tentar ligá-las com as características sensoriais obtidas de um painel treinado (26). Porém, em estudo realizado por Worch, Lê, e Punter (2009) (27), encontraram não haver diferenças significativas entre perfis de produtos levantados por consumidores e painéis treinados. Métodos para se tentar encontrar o produto ideal vem sendo propostos, como o Perfil de Ideal, o qual é uma combinação da Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e o teste “Just-about-right” (JAR) (28). Nesse método os consumidores são solicitados a classificar cada produto em suas intensidades percebidas e ideais para cada descritor listado. Ao mesmo tempo, permite avaliar a aceitação dos consumidores frente ao produto (29).

Para se entender a relação entre os consumidores e as características químicas e sensoriais, um método útil é a construção de mapas de preferência. O mapa de preferência é uma das técnicas de estatísticas multivariadas utilizadas para melhoria de produtos através da compreensão da estrutura entre a preferência do consumidor com as características químicas e sensoriais, a fim de identificar descritores que influenciam na aceitação do produto (30). A preferência de cada consumidor participante é

apresentada em um espaço multidimensional que representa os produtos avaliados (31). Assim, o mapa de preferência apresenta a relação entre o produto e a diferença individual dos consumidores na preferência desses produtos, correlacionado seus descritores com a aceitação (32).

2. Capítulo 1.

Chemical and sensory evaluation of the conventional and organic cachaças and the redistillation process influence

Artigo enviado para publicação em outubro de 2017 para a revista *Food Chemistry*.

1. Introdução

A cachaça é a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil, ficando atrás apenas para a cerveja. É definida como uma bebida exclusivamente brasileira, obtida a partir da destilação do mosto fermentado do caldo de cana, com graduação alcoólica de 38% (v/v) a 48% (v/v), podendo ser adicionado até 6 g.L⁻¹ de açúcar expressos em sacarose (BRASIL, 2005a). É composta majoritariamente de água e álcool etílico, mas também por compostos voláteis como ésteres, aldeídos, ácidos orgânicos e álcoois superiores. As variações qualitativa e quantitativa desses compostos desempenham um papel importante na composição de aroma e sabor da cachaça (YOKOYA, 1995).

O Brasil possui uma produção de aproximadamente 1,3 bilhões de litros, porém menos de 1% do volume total é destinado ao mercado externo, mesmo que, segundo o Instituto Brasileiro da Cachaça (IBRAC), havendo um crescimento no número de exportação em 2016, comparado a 2015. Essa dificuldade em atender o mercado externo se reflete pela falta de um padrão de qualidade, exigido em outros países. Por isso, pesquisas para melhoria da qualidade química e sensorial da cachaça vêm sendo realizadas e estudadas, como utilização do processo de redestilação.

A redestilação se consiste em diluir uma cachaça já pronta, porém de baixa qualidade química, até o teor alcoólico de 30% (v/v) e realizar uma segunda destilação (4). Sabe-se que esse processo reduz a quantidade de contaminantes na bebida, como a acidez e principalmente cobre e carbamato de etila (Bizelli, 2000; Galinaro & Franco, 2011; Alcarde, 2012).

Além da redestilação, que é um processo corretivo, outros métodos que garantem a qualidade da bebida desde o início do processo seria a utilização de cana-de-açúcar orgânica. O consumo de alimentos orgânicos vem crescendo nos últimos anos, já que a população tem procurado uma alimentação mais saudável e que o seu processo de

produção seja sustentável. A agricultura orgânica é um sistema de produção que sustenta a saúde dos solos, ecossistema e pessoas. Baseia-se em processos ecológicos, biodiversidade e ciclos adaptados às condições locais, em vez da utilização de insumos com efeitos adversos. A agricultura orgânica combina tradição, inovação e ciência para beneficiar o ambiente compartilhado e promover relacionamentos justos e uma boa qualidade de vida para todos os envolvidos (IFOAM, 2005). Estudos realizados com laranjas (Turra, 2006, 2011), maracujás (Macoris, 2011) e tomates (Johansson, 1999) encontraram diferenças na composição química e sensorial entre plantios convencional e orgânico.

Porém, ainda são escassos estudos envolvendo produção de cachaças orgânicas. Sendo assim, a utilização de cana-de-açúcar de cultivo orgânico pode ser uma alternativa para alavancar as exportações da bebida brasileira, além de agregar mais valor ao produto.

As características químicas e sensoriais de um produto estão ligadas diretamente com a sua qualidade, uma vez que são julgados pela percepção dos consumidores e podem afetar na preferência e aceitação do produto. A fim de elaborar um produto de melhor qualidade para atender as expectativas dos consumidores, tem tentado se entender como os consumidores percebem as características sensoriais dos produtos (Worch *et al.*, 2010). Em estudo realizado por Odello *et al.* (2009), verificou-se que a correlação entre os atributos sensoriais e qualidade de um produto é a principal maneira de avaliar a aceitação de um produto através da percepção humana.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade química e sensorial de cachaças obtidas a partir de canas-de-açúcar de cultivos convencional e orgânico; e verificar a influência do processo de redestilação na composição química e na aceitação do destilado.

2 Metodologia

2.1 Amostras

Utilizando a variedade de cana-de-açúcar RB855453 de plantio convencional e orgânico, foram obtidos 150L de caldo de cana através da moagem dos colmos. O caldo foi filtrado para retirada de possíveis sujeiras e restos de bagacilhos, corrigido para 16° Brix utilizando água potável sem cloro e colocado em dornas de inox para fermentação. A destilação foi conduzida em alambique de cobre com capacidade de 300L para obtenção das cachaças convencional (CC) e orgânica (CO). Em seguida, as cachaças foram diluídas até o teor alcoólico de 30% (v/v) e submetidas ao processo de redistilação, originando as cachaças redestiladas convencional (CCR) e orgânica (COR).

2.2 Análise Química

2.2.1 Cobre

As análises de cobre foram realizadas utilizando o método espectrofotométrico, conforme descrito na Instrução Normativa n° 24 (BRASIL, 2005b).

2.2.2 Acidez volátil

A análise de acidez volátil foi realizada por titulação após extração por arraste de vapor, conforme descrito na Instrução Normativa n° 24 (BRASIL, 2005b).

2.2.3 Ésteres e Álcoois

As análises de ésteres e álcoois foram realizadas em cromatógrafo gasoso GC HP 5890 Serie II com detector de ionização de chama (DIC), utilizando coluna Supelcowax™ 10 (60m x 0,2 mm x 0,2 µm). Foi utilizado nitrogênio como gás de arraste com fluxo de 1 mL.min⁻¹, com volume de injeção de 1 µL, a razão do *Split* foi de 1:20, com pressão na

cabeça da coluna de 150 KPa. A temperatura inicial do forno foi de 50°C mantido por 2 minutos, com aquecimento de 4°C.min⁻¹ até 80°C e mantendo por 3 minutos, aquecido a 6°C.min⁻¹ até 180°C se mantendo por 3 minutos e aquecido novamente a 15°C.min⁻¹ até 230°C e mantido por esta temperatura por 5 minutos. As temperaturas do injetor e do detector foram em ambos de 250°C. O preparo da amostra foi realizado adicionando 100 µL de solução de octanol 5000 ppm como padrão interno a 900 µL de amostra. Foi utilizado o software TotalChrom (Nascimento *et al.*, 1998).

2.2.4 Aldeídos e Cetonas

Os aldeídos e cetonas foram quantificados na forma de 2,4-dinitrofenilidrazonas em cromatógrafo líquido com detector espectrofotométrico UV-VIS, usando metanol/acetonitrila (60:40 v/v) e acetato de sódio 20mM como fase móvel com fluxo de 0,7 mL.min⁻¹. Para separação dos derivados foi utilizado coluna C18 (5 µm x 250mm x 4,6 mm). O volume de injeção da amostra foi de 15 µL e a detecção foi usando comprimento de onda de 360 nm (Nascimento *et al.*, 1998; Cardoso *et al.*, 2003).

2.2.5 Carbamato de etila (HPLC-FLD)

As análises de carbamato de etila foram realizadas com adaptação da metodologia empregada por Mandrera e Valles (2009), utilizando cromatógrafo líquido Flexar PerkinElmer acoplado ao detector de fluorímetro com comprimentos de onda de excitação e emissão de 233nm e 600nm, respectivamente, controlados pelo software Chromera 4.1. A fase móvel foi uma solução aquosa de acetato de sódio 20 mM (Fluka) e de acetonitrila (Sigma-Aldrich). Foi utilizada coluna Brownlee Validated C18 (5µm, 150 x 4,6 mm) da PerkinElmer. A injeção das amostras foi de 20µL, com um fluxo de 0,6 mL.min⁻¹ e a temperatura do forno foi de 35°C.

2.3 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus Araraquara. Este projeto teve aprovação do Comitê de Ética CAAE: 65868716.7.0000.5426.

Foram recrutados 120 consumidores e aplicado Teste de Aceitação utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos com extremidades definidas como “desgostei muitíssimo” e “gostei muitíssimo” para impressão global. Juntamente foi aplicado Teste de Intensidade do Ideal utilizando duas escalas não estruturadas de 11 cm, uma sendo de escala de intensidade percebida e outra de intensidade ideal para cada descritor. Os descritores avaliados foram escolhidos baseados na literatura, sendo aroma alcoólico, aroma doce, aroma herbal, gosto ácido, sabor alcoólico, gosto residual amargo e pungência.

As cachaças foram servidas de forma monádica, balanceadas em blocos completos aleatorizados, em copos de acrílico com 5 mL de amostra e codificadas com números de três dígitos e em ensaio triplo cego. Foram disponibilizados aos provadores biscoitos de água e sal e um copo de água entre as cachaças a fim de diminuir o efeito residual da cachaça anterior.

2.4 Análise de Dados

Para a análise química foi realizada Análise de Variância (ANOVA) mista com medidas repetidas para verificação de interação entre as variáveis estudadas, tipo de plantio e a redestilação.

Os dados químicos e sensoriais obtidos foram analisados a partir de estatística descritiva, sendo testados quanto a normalidade e homocedasticidade.

Os dados de intensidade dos descritores foram transformados em variáveis *dummy*₊ (acima do ideal) e *dummy*₋ (abaixo do ideal) e estas foram analisadas por *Bootstrap* para verificação da correlação com a aceitação. As variáveis que apresentaram correlação significativa foram analisadas por *Partial Least Square* (PLS) para obtenção dos pesos (β) e para o cálculo do ganho potencial da aceitação (Worch *et. al.*, 2010).

Com os resultados das análises químicas, o perfil sensorial e a aceitação, foi construído o Mapa de Preferência Externo (*PrefMap*), com o objetivo de correlacionar a aceitação com as características químicas e sensoriais de cada cachaça.

O nível de significância adotado no estudo será de 5%. Para realização das análises estatísticas foram utilizados os programas *IBM SPSS* versão 23.0, *TheUnscrambler X* 10.5 e *Senstools.NET* versão 1.2x.

3 Resultados e Discussão

Os consumidores que participaram da análise sensorial apresentavam média de idade de $22,3 \pm 5,3$ anos, sendo 56,7% do sexo masculino.

Através das médias das escalas de intensidade percebida e ideal foi possível a construção de gráficos aranha para visualização e comparação dos perfis gerados pelos consumidores, que podem ser observados na Figura 1.

Pode-se perceber que a cachaça orgânica (CO) foi que apresentou o perfil percebido mais próximo do ideal e teve aceitação como “gostei ligeiramente” enquanto as outras cachaças permaneceram no conceito da escala hedônica como “não gostei, nem desgostei”. Além disso, foi a cachaça que teria o maior ganho potencial na aceitação se os descritores estivessem nas intensidades ideais, podendo ter aceitação como “gostei moderadamente”.

A correlação das variáveis *dummy*, obtidas a partir da diferença entre o perfil percebido e ideal, com a aceitação pode ser vista na Tabela 1. Já o impacto que as variáveis *dummy* significativas causaram na aceitação estão apresentados na Figura 2.

Os descritores “aroma alcoólico”, “sabor alcoólico”, “gosto ácido”, “gosto amargo residual” e “pungência”, quando mais forte que o ideal, mostraram ter uma correlação negativa com a aceitação. No caso do “aroma adocicado”, “gosto ácido” e “pungência” mesmo estando mais fracos que o ideal, causaram um impacto positivo na aceitação, uma vez que são características desagradáveis presentes em bebidas alcoólicas. Esses resultados corroboram com o estudo realizado por Odello *et. al.* (2009) que elaboraram um gerador hedônico para cachaças onde perceberam que acidez, sabor alcoólico e amargor são considerados descritores negativos para aceitação da cachaça.

3.1 Caracterização Química

Os compostos químicos que foram quantificados com a finalidade de verificar a influência do tipo de cana utilizada e da redestilação no perfil químico das cachaças estão apresentados na Tabela 2.

Com os resultados da análise química dos compostos presente na legislação e dos contaminantes foi possível observar que para a acidez volátil, os álcoois metílico, isoamílico, isobutílico, o acetato de etila, o acetaldeído e a acroleína, houve diferença em suas concentrações, afetados tanto pelo tipo de cana utilizada como pelo processo de redestilação, assim como os compostos minoritários butanoato de etila, decanoato de etila e formaldeído. Os demais compostos apresentaram diferença apenas entre os tipos de plantio ou após a redestilação como apresentado na Tabela 2.

Os compostos presentes na bebida tiveram comportamentos diferentes frente à redestilação, sendo que alguns reduziram a concentração e outros, aumentaram.

O metanol, composto indesejável em bebidas alcoólicas, foi encontrado apenas na cachaça convencional ($1,63 \pm 0,04 \text{ mg.L}^{-1}$), com sua concentração sendo reduzida pela redestilação ($0,41 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$).

A acidez volátil, expressa em ácido acético, diminui na cachaça orgânica após a redestilação, resultado que alinha com o Bizelli *et al.* (2000). Na cachaça convencional houve aumento da acidez.

Os álcoois superiores são os principais representantes do grupo de compostos secundários, com grande influência no sabor e na formação de odores característicos de bebidas alcoólicas (Vilela *et al.*, 2007; Alcarde, 2011). A soma desses álcoois para a cachaça convencional foi de $561,07 \text{ mg.L}^{-1}$ e na redestilada $571,48 \text{ mg.L}^{-1}$. Na cachaça orgânica a soma foi de $451,02 \text{ mg.L}^{-1}$ e na redestilada $686,27 \text{ mg.L}^{-1}$. Após a redestilação houve aumento na concentração desses compostos, uma vez que possuem maior afinidade com o etanol e que o destilado apresentando maior grau alcoólico, podendo, portanto, serem destilados conjuntamente na segunda destilação, como verificado por Alcarde *et al.* (2010).

Ao lado dos álcoois superiores, os ésteres têm grande participação na fração volátil de bebidas alcoólicas, principalmente ésteres etílicos e acetatos, por possuírem aromas agradáveis e seus limiares de odor serem baixos (Nóbrega, 2003). Os ésteres mais encontrados nas cachaças tendem a ser derivados dos ácidos e álcoois mais abundantes, como o acetato de etila. No caso desse composto, apresentou maior concentração na cachaça orgânica ($24,60 \pm 0,25 \text{ mg.100mL}^{-1}$), sendo que houve perda após a redestilação ($7,11 \pm 1,26 \text{ mg.100mL}^{-1}$). O contrário foi notado na cachaça convencional ($5,72 \pm 0,10 \text{ mg.100mL}^{-1}$), na qual houve aumento na concentração do éster ($18,38 \pm 0,18 \text{ mg.100mL}^{-1}$). Os ésteres minoritários, o butanoato de etila e octanoato de etila, apresentaram redução em ambas as cachaças após a redestilação enquanto que para o decanoato de

etila e dodecanoato de etila houve aumento na concentração, independentemente do tipo de cana utilizada. O decanoato de etila, dodecanoato de etila e o octanoato de etila foram caracterizados como majoritários nas cachaças, assim como encontrado por Nascimento *et al.* (2009), Nonato *et al.* (2001) e Nóbrega *et al.* (2003). Os valores de butanoato, hexanoato e octanoato de etila encontrados nesse estudo foram menores do que encontrados por Nóbrega *et al.* (2003), $0,63 \text{ mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$, $0,20 \text{ mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ e $0,66 \text{ mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Já os valores encontrados de decanoato ($1,4 \text{ mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$) e dedocanoato de etila ($0,63 \text{ mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$) em seu trabalho, foram semelhantes aos nossos para as cachaças monodestiladas, sendo maiores nas cachaças redestiladas.

Os aldeídos possuem contribuição importante na formação dos sabores e odores em bebidas alcoólicas, porém em altas concentrações podem ser enjoativos e causar problemas relacionados com a ressaca (Vilela *et al.*, 2007). No caso do acetaldeído, aldeído majoritário encontrado em cachaças, e o hidroximetilfurfural apresentaram redução na concentração após a redestilação. A acroleína diminuiu na cachaça convencional redestilada enquanto na orgânica redestilada, aumentou. A redução de aldeídos é considerada interessante, uma vez que cachaças que apresentam baixas concentrações desses compostos são relacionadas com bebidas de qualidade superior.

Em relação ao cobre, um contaminante inorgânico proveniente do material do alambique, se manteve em todas as cachaças abaixo de $5 \text{ mg}\cdot \text{L}^{-1}$, limite imposto pela legislação. Notou-se redução de concentração em ambas cachaças após serem redestiladas, na cachaça convencional ($1,56 \text{ mg}\cdot \text{L}^{-1}$) houve uma redução de aproximadamente 80% ($0,32 \text{ mg}\cdot \text{L}^{-1}$) e na orgânica ($2,55 \text{ mg}\cdot \text{L}^{-1}$) a concentração ficou abaixo do limite de detecção. Isso já havia sido constatado em estudos anteriores que após a segunda destilação, as concentrações de cobre tendem a diminuir (Bizelli *et al.*, 2000).

O carbamato de etila, composto potencialmente carcinogênico, foi encontrado apenas na cachaça orgânica (CO) em uma concentração média de $30,17 \pm 0,63 \mu\text{g.L}^{-1}$, bem abaixo do valor máximo estipulado pela legislação, e que após a redestilação, encontrou-se abaixo do limite de detecção, o que já havia sido constatado por Galinaro & Franco (2011) e Alcarde *et al.* (2012).

3.2 Correlação das características químicas e sensorial com a aceitação

Para correlacionar o perfil químico e sensorial com a aceitação foi construído o mapa de preferência externo, apresentado na Figura 3.

Na Figura 3 está representado o Mapa de Preferência Externo (*PrefMap*).

O *PrefMap* teve uma variabilidade de explicação nas duas primeiras dimensões de 83,08%. As cachaças monodestiladas tiveram a maior preferência pelos consumidores, sendo separadas das cachaças redestiladas pela segunda dimensão e caracterizando-se pelos descritores acetato de etila, butanoato de etila, álcool n-propílico e aroma adocicado no caso da orgânica. Para a convencional, os compostos mais presentes foram acetaldeído, hidroximetilfurfural, álcool metílico e acroleína. Esses aldeídos já foram descritos na literatura, sendo o acetaldeído descrito como um odor “pungente” e acroleína como “ranço” (Amoore & Hauala, 1983; Nikfarjam & Maier, 2011), sendo assim, considerados indesejáveis na bebida. O hidroximetilfurfural normalmente está relacionado com a presença de açúcares residuais durante o aquecimento do vinho no alambique (Masson, 2007). O álcool metílico é um composto indesejável em bebidas alcoólicas, pois quando consumido pode causar sintomas tóxicos como dor de cabeça, vertigem e vômitos e se ingerido durante longo período ou em dose elevada, pode levar a cegueira ou até a morte por acidose e disfunção celular (Vilela *et al.*, 2007; McMahon, 2009).

As cachaças redestiladas se caracterizaram pelos descritores presentes no primeiro e principalmente no segundo quadrante, como o álcool n-butílico, formaldeído, decanoato de etila, dodecanoato de etila e pelo aroma alcoólico. O formaldeído já foi descrito em estudos anteriores como sendo associado com um odor “pungente” e “sufocante” (Amoore & Hauala, 1983; Nikfarjam & Maier, 2011). Já os ésteres foram descritos com odores específicos como “uva” e “folha de planta” respectivamente, em estudo realizado anteriormente (Acree & Heinrich, 1997). No caso do dodecanoato de etila, por possuir maior estrutura carbônica, é menos volátil e apresenta maior limiar de odor, sua contribuição sensorial é delimitada mais para oleosidade da bebida (Nóbrega, 2003). Percebeu-se o cultivo orgânico é mais interessante e que o processo de redestilação causou uma queda na preferência dos consumidores.

4 Conclusão

O tipo de plantio e o processo de redestilação além de alterarem os perfis químico e sensorial das cachaças, também impactam na aceitação da bebida.

A cachaça orgânica (CO) foi a que teve o perfil mais próximo do ideal, segundo os consumidores.

A redestilação reduziu as concentrações de cobre em ambas cachaças e do carbamato de etila na cachaça orgânica. Porém, diminuiu a preferência dos consumidores.

Através do PrefMap foi possível perceber que a cachaça orgânica (CO) foi a que teve a maior preferência dentre as cachaças estudadas.

Agradecimentos

A CAPES pelo suporte financeiro.

Referências

Acree, T., Arn, H. (1997). Flavornet. Gas chromatography-olfactometry (GCO) of natural products. Cornell University.

Alcarde, A. R., Monteiro, B. M. D. S., & Belluco, A. E. D. S. (2012). Composição química de aguardentes de cana-de-açúcar fermentadas por diferentes cepas de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. *Química Nova*, 35(8), 1612-1618.

Alcarde, A. R., Souza, P. A. D., & Belluco, A. E. D. S. (2010). Volatilization kinetics of secondary compounds from sugarcane spirits during double distillation in rectifying still. *Scientia Agricola*, 67(3), 280-286.

Alcarde, A. R., Souza, P. A. D., Belluco, A. E. D. S. (2011). Chemical profile of sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(2), 355-360.

Amoore, J. E., & Hautala, E. (1983). Odor as an aid to chemical safety: odor thresholds compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. *Journal of applied toxicology*, 3(6), 272-290.

Bizelli, L. C., Ribeiro, C. A. F., & Novaes, F. V. (2000). Dupla destilação da aguardente de cana; teores de acidez total e de cobre Double distillation of sugar cane spirit; copper and total acidity contents. *Scientia Agrícola*, 57(4), 623-627.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 13 de 29 de junho de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 jun. 2005a. Seção 1, p. 3.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 24 de 8 de setembro de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 de setembro de 2005b. Seção 1, p. 11.

Cardoso, D. R., Bettin, S. M., Reche, R. V., Lima-Neto, B. S., & Franco, D. W. (2003). HPLC–DAD analysis of ketones as their 2, 4-dinitrophenylhydrazones in Brazilian sugar-cane spirits and rum. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(5), 563-573.

Franco, A. C., Rota, M. B., Faria, J. B. (2009). A redestilação da cachaça e sua influência na qualidade sensorial. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 20, p. 331-334.

Galinaro, C. A., & Franco, D. W. (2011). Ethyl carbamate formation in recently distilled sugar cane spirits: proposal for its control. *Química Nova*, 34(6), 996-1000.

Instituto Brasileiro da Cachaça – IBRAC – Disponível em: <<http://www.ibrac.net/index.php/servicos/estatisticas/mercado-externo>> - Acesso em: 10/07/2017.

International Federation Of Organic Agriculture Movements – IFOAM, 2005. Disponível em: <<https://www.ifoam.bio/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>> – Acesso em 10/07/2017.

Johansson, L., Haglund, Å., Berglund, L., Lea, P., & Risvik, E. (1999). Preference for tomatoes, affected by sensory attributes and information about growth conditions. *Food quality and preference*, 10(4), 289-298.

Macoris, M. S., Janzantti, N. S., Garruti, D. D. S., & Monteiro, M. (2011). Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) pulp. *Food Science and Technology (Campinas)*, 31(2), 430-435.

Madrera, R. R., & Valles, B. S. (2009). Determination of ethyl carbamate in cider spirits by HPLC-FLD. *Food Control*, 20(2), 139-143.

Masson, J., Cardoso, M. D. G., Vilela, F. J., Pimentel, F. A., Morais, A. R. D., & Anjos, J. P. D. (2007). Parâmetros físico-químicos e cromatográficos em aguardentes de cana queimada e não queimada. *Ciência Agrotécnica*, 31(6), 1805-1810.

McMahon, D. M., Winstead, S., & Weant, K. A. (2009). Toxic alcohol ingestions: focus on ethylene glycol and methanol. *Advanced emergency nursing journal*, 31(3), 206-213.

Nascimento, E. S., Cardoso, D. R., & Franco, D. W. (2009). Comparação de técnicas de determinação de ésteres em cachaça. *Química Nova*, 32(9), 2323-2327.

Nascimento, R. F., Cardoso, D. R., Neto, L., dos Santos, B., Franco, D. W., Farias, J. B. (1998). The influence of the material used in building the distiller in the sugar-cane-spirit chemical profile. *Química Nova*, 21(6), 735-739.

Nikfardjam, M. P., & Maier, D. (2011). Development of a headspace trap HRGC/MS method for the assessment of the relevance of certain aroma compounds on the sensorial characteristics of commercial apple juice. *Food chemistry*, 126(4), 1926-1933.

Nóbrega, I. C. D. C. (2003). The analysis of volatile compounds from Brazilian sugar cane spirit by dynamic headspace concentration and gas chromatography-mass spectrometry. *Food Science and Technology (Campinas)*, 23(2), 210-216.

Nonato, E. A., Carazza, F., Silva, F. C., Carvalho, C. R., & de L. Cardeal, Z. (2001). A headspace solid-phase microextraction method for the determination of some secondary compounds of Brazilian sugar cane spirits by gas chromatography. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(8), 3533-3539.

Odello, L., Braceschi, G. P., Seixas, F. R. F., Silva, A. A. D., Galinaro, C. A., & Franco, D. W. (2009). Sensory evaluation of cachaça. *Química Nova*, 32(7), 1839-1844.

Turra, C., Fernandes, E. A. D. N., Bacchi, M. A., Júnior, F. B., Sarriés, G. A., & Blumer, L. (2011). Chemical elements in organic and conventional sweet oranges. *Biological trace element research*, 144(1-3), 1289-1294.

Turra, C., Fernandes, E. A. N., Bacchi, M. A., Tagliaferro, F. S., & França, E. J. (2006). Differences between elemental composition of orange juices and leaves from organic and conventional production systems. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*, 270(1), 203-208.

Vilela, F. J., Cardoso, M. D. G., Masson, J., & Anjos, J. P. D. (2007). Determinação das composições físico-químicas de cachaças do sul de Minas Gerais e de suas misturas. *Ciências e Agrotecnologia*, 31(4), 1089-1094.

Worch, T., Dooley, L., Meullenet, J. F., & Punter, P. H. (2010). Comparison of PLS dummy variables and Fishbone method to determine optimal product characteristics from ideal profiles. *Food quality and preference*, 21(8), 1077-1087.

Yokoya, F. (1995). *Fabricação da aguardente de cana*. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello.

Tabela 1. Descritores, médias e desvios-padrão das *Dummy*, porcentagem de consumidores que levantaram os descritores e o coeficiente de correlação. Araraquara, 2017.

Cachaça	Descritores		<i>Dummy</i> ($\bar{x}\pm dp$)	%	r
CC	A_Alc	+	0,2±0,5	27,7	-0,350*
		-	-1,0±1,4	64,3	0,001
	A_Ado	+	0,3±0,8	22,3	-0,108
		-	-1,1±1,5	63,4	0,144
	A_Herb	+	0,4±0,9	26,8	-0,115
		-	-0,7±1,0	58,9	0,077
	S_Alc	+	0,7±1,0	52,7	-0,325*
		-	-0,6±1,1	38,4	0,003
	G_Ac	+	0,9±1,0	61,6	-0,295*
		-	-0,3±0,9	25,0	0,006
G_Am_Res	+	1,0±1,4	57,1	-0,341*	
	-	-0,3±0,7	74,1	-0,111	
Pung	+	0,6±1,1	42,0	-0,326*	
	Pung	-	-0,5±1,1	41,1	0,086
CCR	A_Alc	+	0,7±1,1	48,2	-0,254*
		-	-0,4±0,8	36,6	0,014
	A_Ado	+	0,3±0,7	27,7	-0,031
		-	-0,9±1,2	58,0	0,205*
	A_Herb	+	0,3±0,7	24,1	-0,056
		-	-0,7±1,0	56,3	0,138
	S_Alc	+	0,8±1,1	55,4	-0,384*
		-	-0,4±0,8	32,1	0,071
	G_Ac	+	1,1±1,3	61,6	-0,239*
		-	-0,2±0,5	24,1	0,103
G_Am_Res	+	1,0±1,4	58,9	-0,228*	
	-	-0,2±0,5	17,0	0,109	
Pung	+	0,6±1,1	45,6	-0,475*	
	Pung	-	-0,4±0,8	32,1	-0,034
CO	A_Alc	+	0,3±0,8	34,8	-0,243*
		-	-0,7±1,1	55,4	0,040
	A_Ado	+	0,3±0,9	21,4	-0,020
		-	-0,9±1,1	67,9	0,136
	A_Herb	+	0,3±0,7	25,9	-0,159
		-	-0,7±1,0	51,8	-0,005
	S_Alc	+	0,5±0,9	43,8	-0,331*
		-	0,5±0,8	39,3	0,262*
	G_Ac	+	0,6±1,0	47,3	-0,276*
		-	-0,4±0,9	34,8	0,210*
G_Am_Res	+	0,9±1,2	52,7	-0,391*	
	-	-0,4±0,8	32,1	0,033	
Pung	+	0,4±0,9	32,1	-0,118	
	Pung	-	-0,6±1,1	48,2	0,179*
COR	A_Alc	+	0,8±1,2	48,3	-0,306*
		-	-0,4±1,0	38,3	-0,152
	A_Ado	+	0,2±0,7	14,2	0,037
		-	-1,2±1,3	75,0	0,204*
A_Herb	+	0,2±0,5	19,2	-0,063	

	-	-0,8±1,1	60,8	0,033
	+	1,0±1,2	59,2	-0,312*
S_Alc	-	-0,4±0,9	30,8	0,060
	+	1,1±1,3	65,8	-0,309*
G_Ac	-	-0,2±0,6	22,5	-0,087
	+	1,4±1,6	65,8	-0,343*
G_Am_Res	-	-0,1±0,3	17,5	-0,62
	+	0,8±1,2	50,0	-0,365*
Pung	-	-0,3±0,7	32,5	0,067

Cachaças: CC: Cachaça convencional; CCR: Cachaça Convencional Redestilada; CO: Cachaça Orgânica;

COR: Cachaça Orgânica Redestilada.

Descritores: A_Alc: aroma alcoólico; A_ado: aroma adocicado; A_Herb: aroma herbal; S_Alc: sabor alcoólico; G_Ac: gosto ácido; G_Am_Res: gosto amargo residual; Pung: pungência.

Dummy: Diferença entre a intensidade percebida e ideal.

(+) Acima do ideal; (-) Abaixo do ideal;

% Porcentagem de consumidores;

* Correlação significativa com a aceitação, $p \leq 0,05$, $n=120$

Tabela 2. Comparação entre as médias dos compostos químicos presente nas cachaças convencional e orgânica, antes e após o processo de redistilação. Araraquara, 2017.

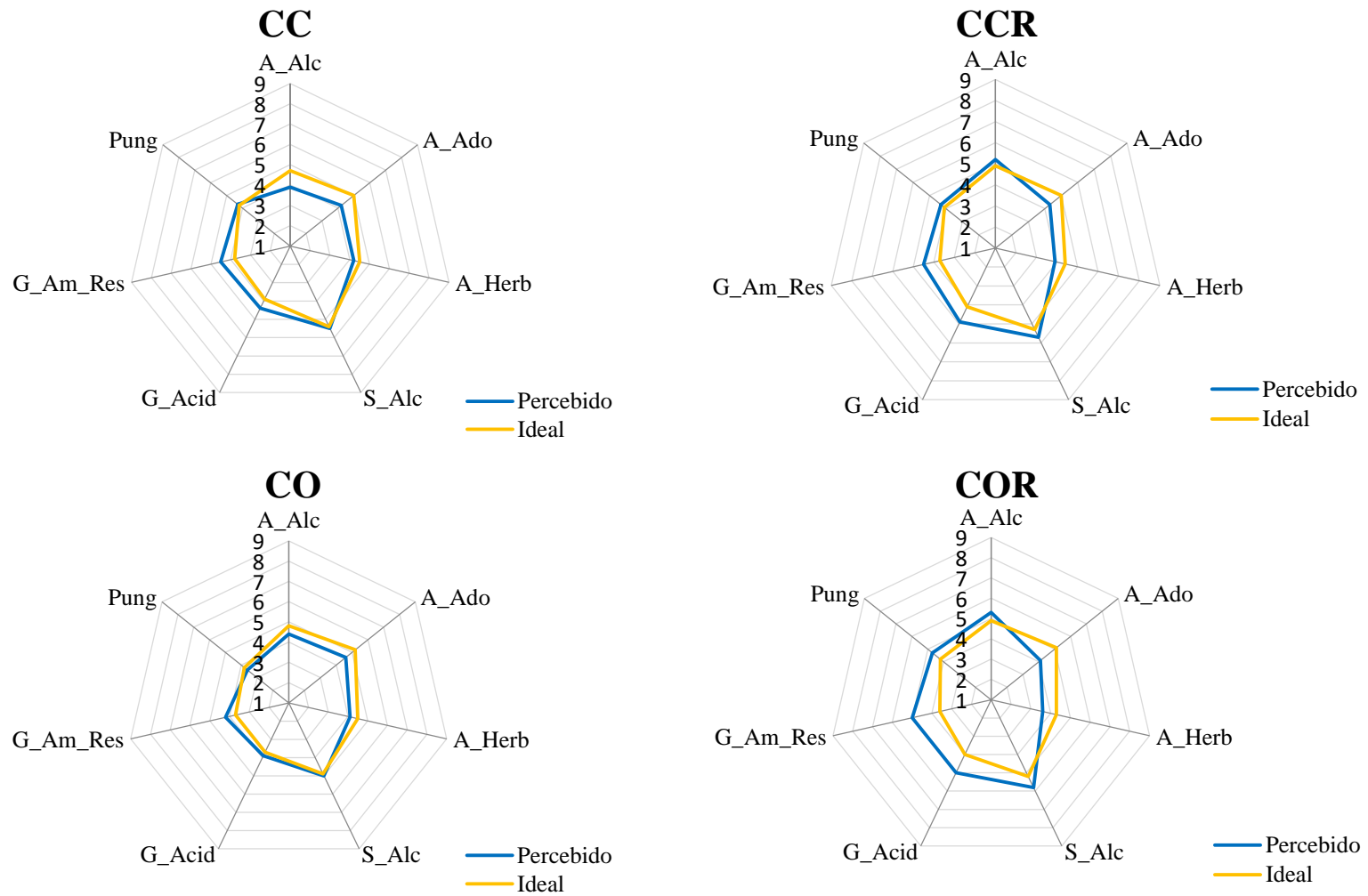
Processo			
Acidez (ácido acético)	Destilação	Redestilação	
Convencional	0,78 ± 0,08	0,95 ± 0,02	
Orgânica	1,24 ± 0,00	0,81 ± 0,09	
Metanol*			
Convencional	1,63 ± 0,20 ^{a,A}	0,41 ± 0,01 ^{a,B}	
Orgânica	0,14 ± 0,20 ^{b,A}	0,00 ± 0,00 ^{b,B}	
Álcool n-butílico			Total
Convencional	0,39 ± 0,18	0,90 ± 0,18	0,64 ± 0,33 ^A
Orgânica	1,41 ± 0,18	1,92 ± 0,18	1,67 ± 0,33 ^B
Total	0,90 ± 0,61 ^a	1,41 ± 0,61 ^b	
Álcool isoamílico			
Convencional	27,15 ± 0,29 ^{a,A}	108,19 ± 0,84 ^{a,B}	
Orgânica	83,43 ± 0,30 ^{b,A}	135,12 ± 1,99 ^{b,B}	
Álcool isobutílico			
Convencional	27,16 ± 0,29 ^{a,A}	26,57 ± 0,61 ^{a,B}	
Orgânica	22,25 ± 0,22 ^{b,A}	32,81 ± 0,50 ^{b,B}	
Álcool n-propílico			Total
Convencional	8,08 ± 0,01	12,22 ± 0,47	10,15 ± 2,41 ^A
Orgânica	10,36 ± 0,10	8,03 ± 0,80	9,19 ± 1,42 ^A
Total	9,21 ± 1,32 ^a	10,12 ± 2,48 ^a	
Acetato de etila			
Convencional	5,72 ± 0,10 ^{a,A}	18,38 ± 0,18 ^{a,B}	
Orgânica	24,60 ± 0,25 ^{b,A}	7,11 ± 1,26 ^{b,B}	
Acetaldeído			
Convencional	17,90 ± 0,11 ^{a,A}	16,31 ± 0,00 ^{a,B}	
Orgânica	16,45 ± 0,12 ^{b,A}	13,76 ± 0,10 ^{b,B}	
Furfural			Total
Convencional	0,24 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01 ^A
Orgânica	0,23 ± 0,00	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,01 ^A
Total	0,23 ± 0,00 ^a	0,22 ± 0,01 ^a	
5HMF			
Convencional	0,85 ± 0,01 ^{a,A}	0,59 ± 0,01 ^{b,A}	
Orgânica	0,69 ± 0,00 ^{b,A}	0,35 ± 0,00 ^{b,B}	
Acroleína			

Convencional	$10,28 \pm 0,02^{a,A}$	$3,68 \pm 0,00^{b,A}$	
Orgânica	$3,73 \pm 0,00^{b,A}$	$8,10 \pm 0,01^{b,B}$	
Butanoato de etila			
Convencional	$0,27 \pm 0,00^{a,A}$	$0,53 \pm 0,01^{a,B}$	
Orgânica	$0,50 \pm 0,01^{b,A}$	$0,31 \pm 0,01^{b,B}$	
Hexanoato de etila			Total
Convencional	$0,07 \pm 0,00$	$0,05 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,01^A$
Orgânica	$0,09 \pm 0,00$	$0,08 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,01^A$
Total	$0,08 \pm 0,01^a$	$0,06 \pm 0,01^a$	
Octanoato de etila			Total
Convencional	$0,33 \pm 0,00$	$0,29 \pm 0,01$	$0,31 \pm 0,02^A$
Orgânica	$0,41 \pm 0,00$	$0,34 \pm 0,00$	$0,38 \pm 0,04^B$
Total	$0,37 \pm 0,05^a$	$0,31 \pm 0,03^b$	
Decanoato de etila			
Convencional	$1,40 \pm 0,02^{a,A}$	$2,34 \pm 0,01^{a,B}$	
Orgânica	$1,61 \pm 0,01^{b,A}$	$1,84 \pm 0,04^{b,B}$	
Dodecanoato de etila			Total
Convencional	$0,93 \pm 0,00$	$1,30 \pm 0,03$	$1,12 \pm 0,21^A$
Orgânica	$0,76 \pm 0,01$	$1,31 \pm 0,00$	$1,03 \pm 0,32^B$
Total	$0,85 \pm 0,10^a$	$1,30 \pm 0,01^b$	
Acetilacetona			
Convencional	$1,10 \pm 0,12$	$0,44 \pm 0,01$	$0,76 \pm 0,39^A$
Orgânica	$0,90 \pm 0,04$	$0,65 \pm 0,01$	$0,77 \pm 0,14^A$
Total	$0,99 \pm 0,14^a$	$0,54 \pm 0,12^a$	
Acetona			
Convencional	$0,38 \pm 0,00$	$0,03 \pm 0,00$	$0,21 \pm 0,20^A$
Orgânica	$0,04 \pm 0,00$	$0,31 \pm 0,00$	$0,17 \pm 0,15^A$
Total	$0,21 \pm 0,20^a$	$0,17 \pm 0,16^a$	
Acetofenona			
Convencional	$0,01 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$	$0,01 \pm 0,01^A$
Orgânica	$0,00 \pm 0,00$	$0,03 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,01^A$
Total	$0,01 \pm 0,01^a$	$0,01 \pm 0,01^a$	
Formaldeído			
Convencional	$0,00 \pm 0,00^{a,A}$	$0,00 \pm 0,00^{a,B}$	
Orgânica	$0,03 \pm 0,01^{b,A}$	$0,17 \pm 0,01^{b,B}$	
Benzaldeído			

Convencional	$0,11 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,05^A$
Orgânica	$0,05 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,00$	$0,04 \pm 0,00^A$
Total	$0,08 \pm 0,04^a$	$0,03 \pm 0,01^a$	

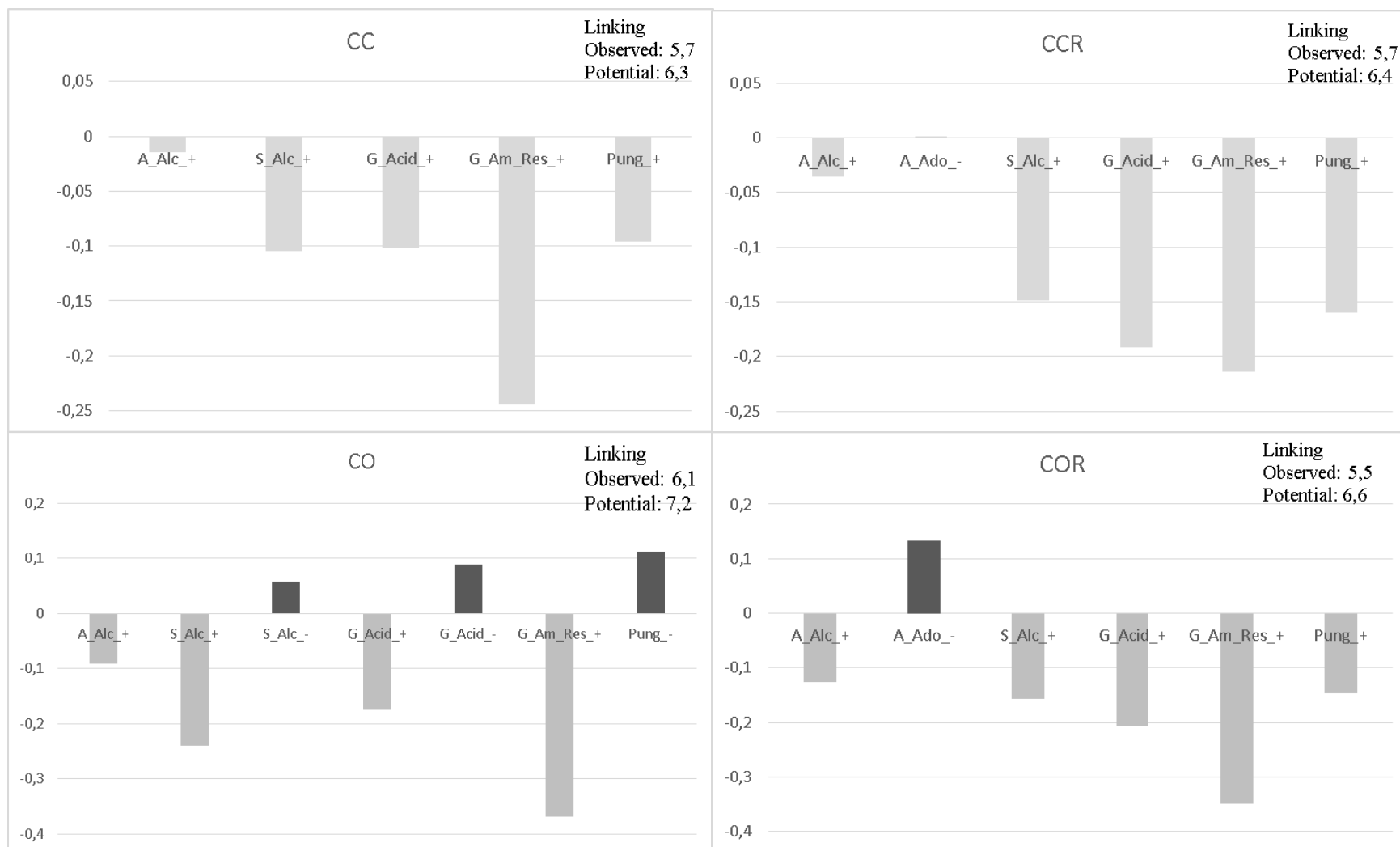
a,A Letras minúsculas comparação entre linhas e letras maiúsculas comparação entre colunas;
a,b Letras iguais indicam similaridade estatística ($p \geq 0.05$).

Figura 1. Gráficos aranhas com o perfil percebido e perfil ideal para as cachaças orgânica e convencional, antes e após a redestilação. Araraquara, 2017.



CC: Cachaça convencional; CCR: Cachaça Convencional Redestilada; CO: Cachaça Orgânica; COR: Cachaça Orgânica Redestilada;

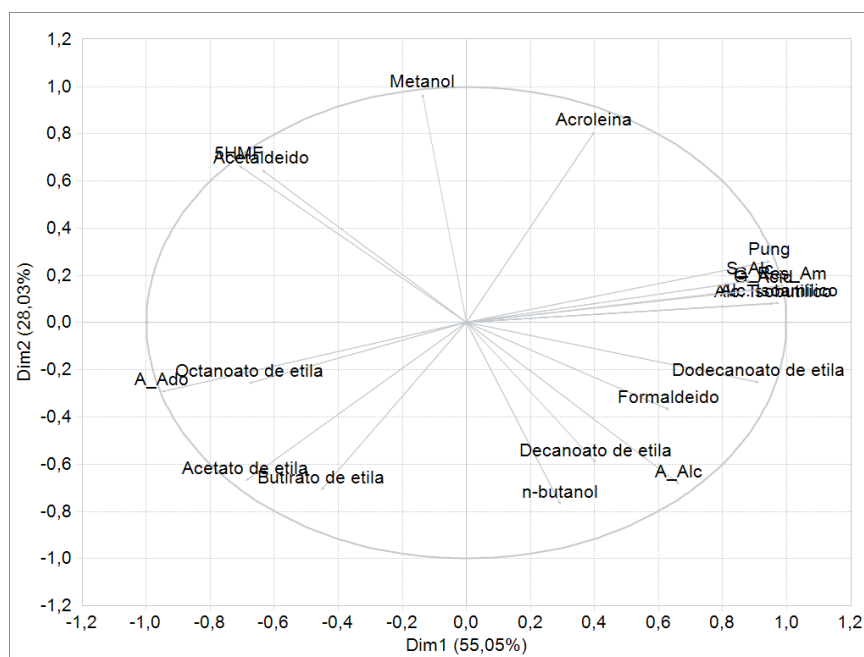
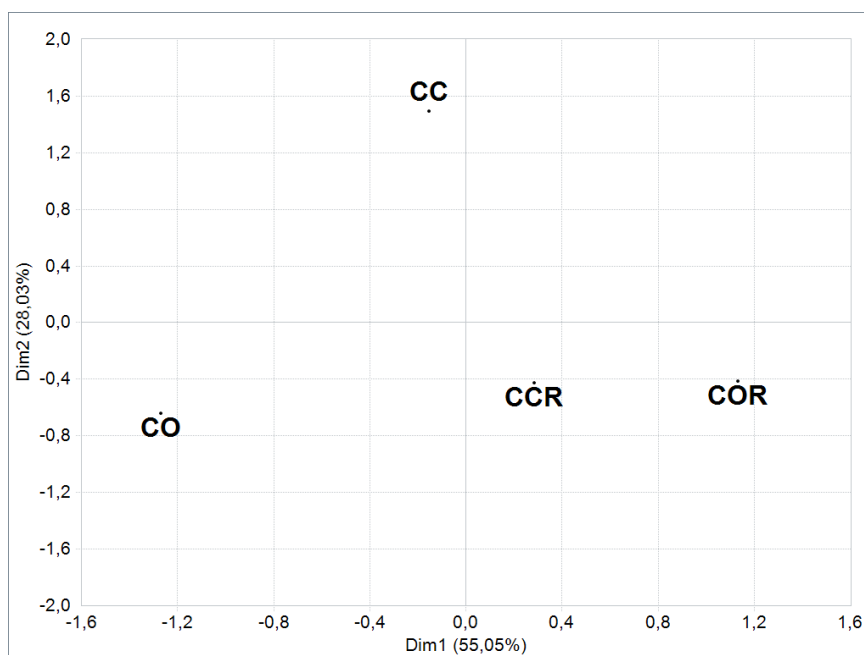
Figura 2. Mean drop e o impacto das variáveis *dummy* das cachaças orgânicas e convencionais, antes e após a redestilação. Araraquara, 2017.



CC: Cachaça convencional; CCR: Cachaça Convencional Redestilada; CO: Cachaça Orgânica; COR: Cachaça Orgânica Redestilada;

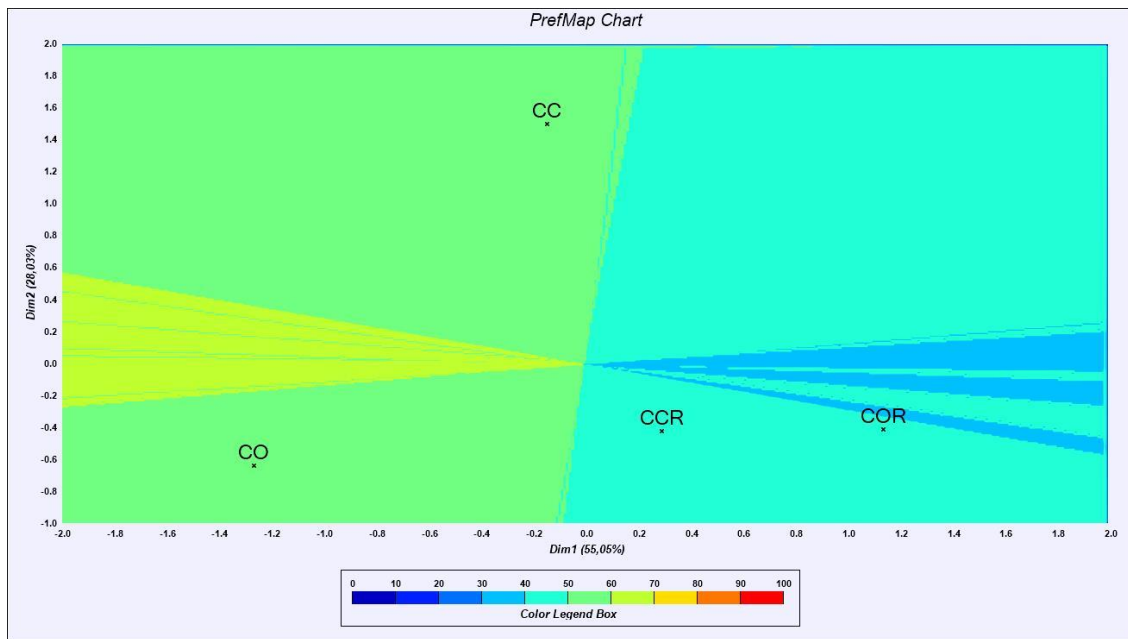
A_Alc: aroma alcoólico; A_Ado: aroma adocicado; S_Alc: sabor alcoólico; G_Acid: gosto ácido; G_Am_Res: gosto residual amargo; Pung: pungência.

Figura 3. Correlação entre as características químicas e sensoriais das cachaças convencional e orgânica, antes e após a redestilação. Araraquara, 2017.



CC: Cachaça convencional; CCR: Cachaça Convencional Redestilada;
CO: Cachaça Orgânica; COR: Cachaça Orgânica Redestilada.

A_Alc: aroma alcoólico; A_Ado: aroma adocicado; S_Alc: sabor alcoólico;
G_Acid: gosto ácido; G_Am_Res: gosto residual amargo; Pung: pungência;
Alc_Isoamílico: álcool isoamílico; Acetaldeído: Acetaldeído; Acetato de etila;
5HMF: hidroximetilfurfural; Decanoato de etila; Dodecanoato de etila;
Butirato de etila; Octanoato de etila; Formaldeído; Metanol.

Figura 4. Mapa de Preferência Externo das cachaças.

CC: Cachaça convencional; CCR: Cachaça Convencional Redestilada; CO: Cachaça Orgânica; COR: Cachaça Orgânica Redestilada.

Referências

1. Brasil, Instrução Normativa nº 13: Regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. 2005.
2. Maia AB. Componentes secundários da aguardente. *Stab*, Piracicaba. 1994;12(6):29-34.
3. Faria JB, Lourenço EJ. Copper influence in the sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) spirits composition. *Alimentos e Nutrição*. 1990.
4. Alcarde AR, Souza PAD, Belluco AEDS. Kinetics of the volatilization of secondary compounds from sugarcane spirits during the double distillation in a simple still. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2010;13(1/4):271-78.
5. Vilela FJ, Cardoso MDG, Masson J, & Anjos JPD. Determination of the physical-chemical composition of homemade cachaças produced in the South of Minas Gerais and their mixtures. *Ciência e Agrotecnologia*. 2007;31(4):1089-94.
6. Bushell ME. *Progress in Industrial Microbiology: Vol. 19: Modern Applications of Traditional Biotechnologies*. Elsevier. 1984.
7. Alcarde AR, Souza PAD, Belluco AEDS. Chemical profile of sugarcane spirits produced by double distillation methodologies in rectifying still. *Food Science and Technology (Campinas)*. 2011;31(2):355-60.
8. Da Cunha Nóbrega IC. Análise dos compostos voláteis da aguardente de cana por concentração dinâmica do “headspace” e cromatografia gasosa-espectrometria de massas. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2003;23(2):210-16.

9. Nascimento RF, Cardoso DR, Neto L, dos Santos B, Franco DW, Faria JB. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. *Química Nova*. 1998;21(6):735-39.
10. Cardoso DR, Lima-Neto BS, Franco DW, do Nascimento RF. Influência do material do destilador na composição química das aguardentes de cana. Parte II. *Química Nova*. 2003;26(2):165-69.
11. Masuda M, Nishimura K. Changes in volatile sulfur compounds of whisky during aging *Journal of Food Science*. 1982;47(1):101-05.
12. Tamaki T, Takamiya Y, Takaesu C, Nishia T. Changes in sulfur compounds of Awamori during aging. *Journal of fermentation technology*. 1986;64(2):129-36.
13. Caruso MSF, Nagato LAF, Alaburda J. Evaluation of alcoholic strength and congeners in cachaças. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*. 2008;67(1):28-33.
14. Turra C, Fernandes EAN, Bacchi MA, Tagliaferro FS, França EJ. Differences between elemental composition of orange juices and leaves from organic and conventional production systems. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry*. 2006;270(1):203-08.
15. Turra C, Fernandes EADN, Bacchi MA, Júnior FB, Sarriés GA, Blumer L. Chemical elements in organic and conventional sweet oranges. *Biological trace element research*. 2011;144(1-3):1289-94.
16. Macoris MS, Janzanti NS, Garruti DDS, Monteiro M. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* F.

Flavicarpa) pulp. Food Science and Technology (Campinas). 2011;31(2):430-35.

17. Franco AC, Rota MB, Faria JB. A redestilação da cachaça e sua influência na qualidade sensorial. Alimentos e Nutrição Araraquara. 2000; 20(2):331-34.

18. Bizelli LC, Ribeiro CAF, Novaes FV. Double distillation of sugar cane spirit: copper and total acidity contents. Scientia Agrícola. 2000;57(4):623-27.

19. Alcarde AR, Souza LM, Bortoletto AM. Ethyl carbamate kinetics in double distillation of sugar cane spirit. Journal of the Institute of Brewing. 2012;118(1):27-31.

20. Nonato EA, Carazza F, Silva FC, Carvalho CR, de L Cardeal Z. A headspace solid-phase microextraction method for the determination of some secondary compounds of Brazilian sugar cane spirits by gas chromatography. Journal of agricultural and food chemistry. 2001;49(8):3533-39.

21. Junior SB, Ketzer DCM, Gubert R, Andrades L, Gobo AB. Composição química da cachaça produzida na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2006;26(4).

22. Nascimento ESP. et al. Comparação de técnicas de determinação de ésteres em cachaça. Química Nova. 2009;32(9):2323-27.

23. Nascimento ES, Cardoso DR, Franco DW. Influence of the distillation processes from Rio de Janeiro in the ethyl carbamate formation in Brazilian sugar cane spirits. Food chemistry. 2007;104(4):1345-52.

24. Cardoso DR, Andrade-Sobrinho LG, Leite-Neto AF, Reche RV, Isique WD, Ferreira MM, Franco DW. Comparison between cachaça and rum using pattern recognition methods. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004; 52(11):3429-33.
25. Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. *Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia*. 1993. 8 p.
26. Worch T, Dooley L, Meullenet JF, Punter PH. Comparison of PLS dummy variables and Fishbone method to determine optimal product characteristics from ideal profiles. *Food quality and preference*, 2010;21(8):1077-87.
27. Worch T, Lê S, Punter P. How reliable are the consumers? Comparison of sensory profiles from consumers and experts. *Food Quality and Preference*. 2010;21(3):309-18.
28. Vickers Z. Sensory specific satiety in lemonade using a just right scale for sweetness. *Journal of Sensory Studies*. 1998;3(1):1-8.
29. Punter PH, Worch T. The ideal profile method: Combining classical profiling with JAR methodology. *SPISE 2009 proceeding: Food consumer insights in Asia*. 2009.
30. Elmore JR, Heymann H, Johnson J, Hewett JE. Preference mapping: Relating acceptance of “creaminess” to a descriptive sensory map of a semi-solid. *Food Quality and Preference*. 1999;10(6):465-475.
31. So Y, Kuhfeld WF. Multinomial logit models. In: *SUGI 20 Conference Proceedings*. 1995:1227-34.